

# ВЕСТНИК НАЦИОНАЛЬНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА "ХПИ"

Сборник научных трудов

46'2010

*Тематический выпуск "Новые решения в современных технологиях"*

Издание основано Национальным техническим университетом «ХПИ» в 2001 году

Госиздание

Свидетельство Госкомитета по информационной политике

Украины КВ №5256 от 02.07.2001 г

## КООРДИНАЦИОННЫЙ СОВЕТ

### Председатель

Л.Л. Говажнянский, д-р техн. наук, проф.

### Секретарь

К.А. Горбунов, канд. техн. наук, доц.

### Координационный совет

А.П. Марченко, д-р техн. наук, проф.

Е.И. Сокол, д-р техн. наук, проф.

Е.Е. Александров, д-р техн. наук, проф.

Л.М. Бесов, д-р техн. наук, проф.

Б.Т. Бойко, д-р техн. наук, проф.

Ф. Ф. Гладкий, д-р техн. наук, проф.

М.Д. Годлевский, д-р техн. наук, проф.

А.И. Грабченко, д-р техн. наук, проф.

В. Г. Данько, д-р техн. наук, проф.

В.Д. Дмитриенко, д-р техн. наук, проф.

И.Ф. Домнин, д-р техн. наук, проф.

Ю.И. Зайцев, канд. техн. наук, проф.

В.В. Епифанов, канд. техн. наук, проф.

О.П. Качанов, д-р техн. наук, проф.

В.Б. Клепиков, д-р техн. наук, проф.

С. И. Кондрашов, д-р техн. наук, проф.

В.М. Кошельник, д-р техн. наук, проф.

В.И. Кравченко, д-р техн. наук, проф.

Г.В. Лисачук, д-р техн. наук, проф.

В.С. Лупиков, д-р техн. наук, проф.

О.К. Морачковский, д-р техн. наук, проф.

В.И. Николаенко, канд. ист. наук, проф.

П.Г. Перерва, д-р экон. наук, проф.

В.А. Пуляев, д-р техн. наук, проф.

М.И. Рыщенко, д-р техн. наук, проф.

В.Б. Самородов, д-р техн. наук, проф.

Г.М. Сучков, д-р техн. наук, проф.

Ю.В. Тимофеев, д-р техн. наук, проф.

Н.А. Ткачук, д-р техн. наук, проф.

В.И. Кравченко, д-р техн. наук, проф.

О.К. Морачковский, д-р техн. наук, проф.

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

### Ответственный редактор

Е.И. Сокол, д-р техн. наук, проф.

### Ответственный секретарь

О.В. Саввова, канд. техн. наук

Г.И. Львов, д-р техн. наук, проф.

А.С. Куценко, д-р техн. наук, проф.

И.В. Кононенко, д-р техн. наук, проф.

Л.Г. Раскин, д-р техн. наук, проф.

В.Я. Заруба, д-р техн. наук, проф.

В.Я. Терзиян, д-р техн. наук, проф.

М.Д. Узунян, д-р техн. наук, проф.

Л.Л. Брагина, д-р техн. наук, проф.

В.И. Шустиков, д-р техн. наук, проф.

В.И. Тошинский, д-р техн. наук, проф.

Р.Д. Сытник, д-р техн. наук, проф.

В.Г. Данько, д-р техн. наук, проф.

В.Б. Клепиков, д-р техн. наук, проф.

Б.В. Клименко, д-р техн. наук, проф.

Г.Г. Жемеров, д-р техн. наук, проф.

В.Т. Долбня, д-р техн. наук, проф.

Н.Н. Александров, д-р техн. наук, проф.

П.Г. Перерва, д-р экон. наук, проф.

Н.И. Погорелов, канд. экон. наук, проф.

## АДРЕС РЕДКОЛЛЕГИИ

61002, Харьков, ул. Фрунзе. 21 НТУ  
«ХПИ», СМУС Тел. (057) 707-60-40

Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Збірник наукових праць.  
Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях.- Харків: НТУ „ХПІ”-  
2010. - № 46 . - 312 с.

В сборнике представлены теоретические и практические результаты научных исследований и разработок, которые выполнены преподавателями высшей школы, аспирантами, научными сотрудниками, специалистами различных организаций и предприятий

Для научных работников, преподавателей, аспирантов, специалистов

У збірнику представлені теоретичні та практичні результати наукових досліджень та розробок, що виконані викладачами вищої школи, аспірантами, науковими співробітниками, спеціалістами різних організацій та підприємств Для наукових співробітників, викладачів, аспірантів, спеціалістів

Друкується за рішенням Вченої ради НТУ „ХПІ”, Протокол №7 від 01.10.2010

Національний технічний університет „ХПІ” 2010

*П. Г. СТОЛЯРЧУК*, докт.техн.наук, проф., НУ “Львівська політехніка”  
*Т. З. БУБЕЛА*, канд.техн.наук, доц., НУ “Львівська політехніка”,  
*Б. Ю. ГРИНЕВИЧ*, канд.техн.наук, доц., НУ “Львівська політехніка”  
*М. М. МИКИЙЧУК*, канд.техн.наук, доц., НУ «Львівська політехніка»

## **МЕТОД ІДЕНТИФІКАЦІЇ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК (ПІДСОЛОДЖУВАЧІВ) З МЕТОЮ ВИЯВЛЕННЯ ФАЛЬСИФІКАЦІЇ ПРОДУКЦІЇ**

Показано, що найбільш ефективним для довкілля є технологічний процес перероблення та утилізації нафтопродуктів з використанням центрифуги, оброблення та утилізація донних осадів, нафтошламів

Показано, что наиболее эффективным для окружающей среды является технологический процесс переработки и утилизации нефтепродуктов с использованием центрифуги, обработка и утилизация донных осадков, нефтешламов

**Актуальність проблеми.** Наявність у харчових продуктах сторонніх та токсичних речовин, які не мають основних фізіологічних властивостей, є однією з найбільш істотних причин, які загрожують здоров'ю й життю людини: призводять до харчової інтоксикації, спричиняють канцерогенні та мутагенні явища. Велику групу небезпечних чинників складають харчові добавки, ідентичні натуральним, і синтетичні. Їх отримують шляхом хімічного синтезу. І хоча за їх чистотою та складом здійснюється постійний контроль, усе ж вони являють суттєву небезпеку для здоров'я людини оскільки віддалені наслідки їх впливу на організм невідомі. Згідно з Законом України [1] харчова добавка – природна чи синтетична речовина, яка спеціально вводиться у харчовий продукт для надання йому бажаних властивостей. Харчові добавки раціонально вживати у мінімальній кількості, але не вище від встановленого максимально допустимого рівня. Фізико-хімічні властивості харчових добавок, ступінь їх чистоти та інші властивості визначаються відповідними нормативно-технічними документами. Контроль за правильністю застосування та вмістом харчових добавок у харчових продуктах здійснюють виробничі лабораторії підприємств харчової промисловості й органи державного санітарного нагляду. Контроль за дотриманням встановлених допустимих рівнів у сфері виробництва продуктів покладено на органи Держспоживстандарту України. Останнім часом різко збільшився асортимент харчових добавок, зараз відомі більш 2800 найменувань [2]. Це пов'язано із загальними тенденціями розвитку індустрії «здорового харчування»: зростає виробництво низькокалорійної продукції, наприклад, із заниженим вмістом цукру, дієтичного та лікувального призначення, швидкого приготування. Тому гострішим стає питання безпечності цих добавок. Актуальним на сьогоднішній день є удосконалення метрологічного забезпечення виявлення харчових добавок у продукції (зокрема підсолоджувачів), які можуть стати предметом фальсифікації.

**Результати досліджень.** Об'єктом аналітичних та експериментальних досліджень був підсолоджувач аспартам, що позначається на етикетках окремих харчових продуктів як Е-951 та офіційно дозволений в нашій країні замінник цукру. Він займає близько 25 % світового об'єму штучних генно-модифікованих підсолоджувачів і застосовується під

час виробництва більш ніж 5000 найменувань продуктів харчування і напоїв. Має (в порівнянні з цукром) низьку калорійність, солодший за цукор майже у 150 разів. Економічна перевага від використання аспартаму пояснює його високу популярність у виробників. Проте останньо численні дослідження переконливо доводять, що якщо вживати продукти, що містять аспартам, бажаючи уникнути збільшення ваги або прагнучи її зменшити, можна отримати зворотній результат. Іншою складовою аспартама є фенілаланін (незамінна амінокислота для людського організму), однак його нагромадження в організмі може шкідливо впливати на нервову систему. Виявлено здатність фенілаланіну знижувати рівень основних хімічних сполук головного мозку, призводити до головного болю та депресії. Аспартам за хімічною будовою є метиловим ефіром. У процесі метаболізму в організмі утворюється метанол (деревний спирт, що входить до складу рідин для промивання вітрового скла, інших технічних розчинів, сам по собі у крайній ступені токсичний для людського організму). При вживанні аспартаму в організмі можуть виснажуватися запаси аденозинтрифосфатної кислоти, яка є основним джерелом енергії в організмі. У клітинах знижується концентрація глюкози (найбільшу її кількість людина отримує разом з цукром і продуктами, що містять його). Доведено, що дітям до семи років вживати продукти з аспартамом заборонено, але виробник про це не інформує споживача (інформаційна фальсифікація) [3]. Крім цього, приховане використання аспартаму (тоді, як на етикетці вказано про вміст цукру у продукті) є предметом якісної фальсифікації [4], яку необхідно оперативно виявляти. На сьогоднішній день для якісного та кількісного визначення аспартаму використовують високоефективну рідинну хроматографію (табл.) [5,6], яка є трудо- та часомістким фізико-хімічним методом, що реалізується лише в лабораторних умовах. Отже, необхідно розробити тестовий експрес-метод. В зв'язку з цим були проведені дослідження з використанням адмітансного (комплексна провідність) методу вимірювань, результатом яких було встановлення залежностей між параметрами адмітансу та різними концентраціями цукру та аспартаму у водних розчинах для подальшого виявлення цих компонентів у харчових напоях за електричними параметрами.

Таблиця. Допустимі рівні вмісту аспартаму та методи його виявлення

Продукт харчування	Максимально допустимий рівень, мг/дм <sup>3</sup>	Метод виявлення аспартаму	Нормативний документ на метод виявлення аспартаму
Безалкогольні та слабоалкогольні напої	600	Високоефективна рідинна хроматографія	ГОСТ 30059-93
Десерти на кисломолочній основі з додаванням фруктових наповнювачів, йогурти, кефір, сирки з додаванням фруктових наповнювачів	1000	Високоефективна рідинна хроматографія	ДСТУ EN 12856:2003

Сутність адмітансного методу полягає в тому, що об'єкт контролю неелектричної природи, поміщений в електричне коло змінного струму, розглядають як складний дво-

полюсний об'єкт. Елементи такого двополюсника містять інформацію про відповідні фізико-хімічні властивості контрольованого об'єкта. Тобто, за результатами вимірювання параметрів двополюсника на основі встановлення залежностей між електричними та відповідними фізико-хімічними характеристиками пропонується визначати необхідні показники досліджуваних об'єктів [7,8]. Особливість такого підходу полягає у застосуванні апробованих методів та засобів вимірювання електричних параметрів двополюсників для контролю показників якості об'єктів неелектричної природи (водних розчинів цукру та аспартаму). З метою підтвердження вищенаведених думок було здійснено низку досліджень з використанням електрохімічної комірки з дротяними платиновими електродами, які занурювались у досліджувані розчини.

Зокрема, були проведені експерименти на предмет залежності активної  $G$  та реактивної  $B$  складової адмітансу від частоти при різних концентраціях водних розчинів аспартаму (рис. 1а, б) та цукру (рис. 1в, г). Характер кривих для аспартаму та цукру подібний як для активної складової адмітансу, так і для реактивної. З ростом концентрації значення складових адмітансу зростають. Проте для реактивної складової ця різниця є малопомітною, в той час, як для активної складової вона суттєва. З метою ідентифікації аспартаму та цукру цікавими є графіки на рис.2. Значення, зокрема, для активної складової адмітансу для розчину, еквівалентного до аспартаму ( $c=0,05\text{г/л}$ ), з вмістом цукру ( $c=7,5\text{г/л}$ ) (рис.2а) є набагато більшими.

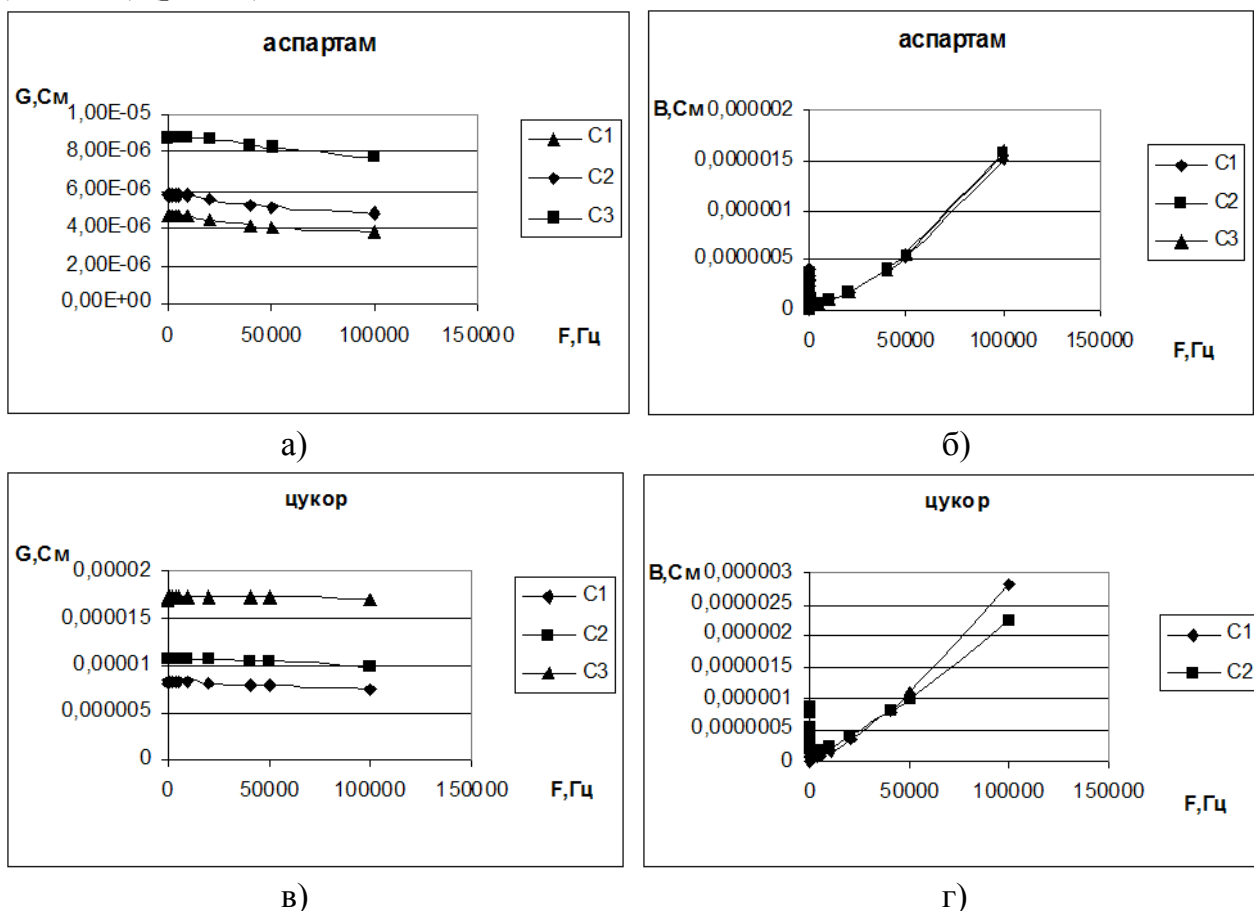


Рис.1. Залежність активної  $G$  та реактивної  $B$  складових адмітансу від частоти: а), б) для різних концентрацій аспартаму; в), г) для різних концентрацій цукру.

Були здійснені експериментальні дослідження з кисло-водними розчинами аспартаму та цукру, оскільки фальсифікація найчастіше зустрічається у фруктових напоях. А найпростіший фруктовий напій (лимонад) містить основні три складники: кислота (наприклад, лимонна), цукор, вода. Отже, були приготовані два слабкокіслі розчини лимонної

кислоти: перший - з вмістом цукру, другий - з еквівалентним (з концентрацією у 150 разів меншою) вмістом аспартаму, для яких визначались частотні залежності активної та реактивної складових адмітансу. Для цукрового кислого розчину значення активної складової адмітансу суттєво перевищують відповідні значення для кислого розчину аспартаму. Крім цього, присутність кислоти призводить до зміни форми реактивної складової в порівнянні з водневими розчинами (рис.2б та рис.3б).

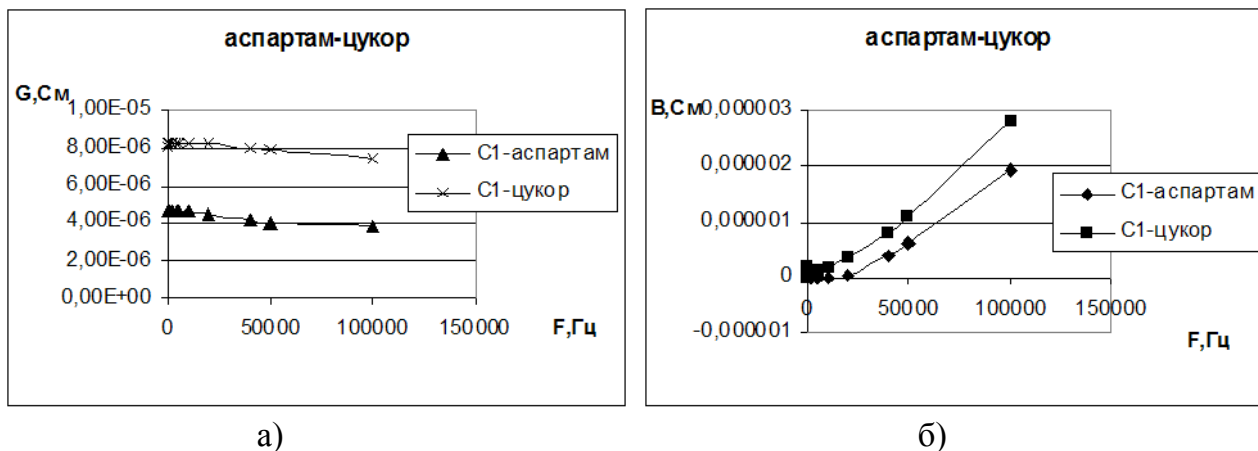


Рис.2. Залежність активної  $G$  та реактивної  $B$  складових адмітансу від частоти для еквівалентного вмісту цукру та аспартаму у їх водних розчинах:  
 а) активна складова адмітансу; б) реактивна складова адмітансу.

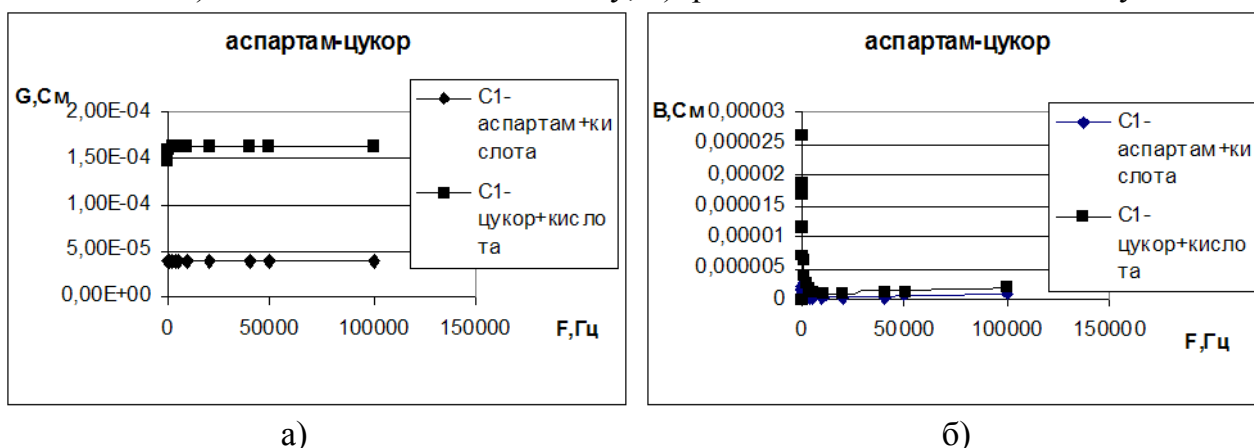


Рис.3. Залежність активної  $G$  та реактивної  $B$  складових адмітансу від частоти для еквівалентного вмісту цукру та аспартаму у їх кисло-водних розчинах:  
 а) активна складова адмітансу; б) реактивна складова адмітансу.

**Висновки.** За результатами досліджень було проаналізовано шкідливий вплив підсолоджувачів (аспартаму) на здоров'я людини та актуалізовано проблему розроблення методу оперативної ідентифікації харчових добавок, що можуть стати предметом фальсифікації продуктів, як дешеві замінники цукру. З цією метою проведено низку експериментів із використанням адмітансного електричного методу для експрес-контролю аспартаму у фруктових напоях. Встановлено :

- частотні залежності складових адмітансу для різних концентрацій водних розчинів цукру та аспартаму та виявлено відмінності;
- частотні залежності складових адмітансу для різних концентрацій кисло-водних розчинів цукру та аспартаму та виявлено особливості;

які дозволяють розрізнити присутність цукру чи цукрозамінника - аспартаму у розчині.

Отже, результати експериментального та аналітичного пошуку свідчать про можливість застосування адмітансного методу для оперативної ідентифікації харчової добавки аспартаму у фруктових напоях з метою виявлення фальсифікації.

**Список літератури:** 1. Закон України «Про якість та безпечність харчових продуктів і продовольчої сировини» (редакція від 24.10.2002 р.). 2. Плахотін В.Я., Тюрікова І.С., Хомич Г.П. Теоретичні основи технології харчових виробництв: навчальний посібник. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 640 с. 3. Дубініна А.А., Малюк Л.П., Селютіна Г.А., Шапорова Т.М., Кононенко Л.В., Науменко В.А. Токсичні речовини у харчових продуктах та методи їх визначення. – К.: ВД «Професіонал», 2007. – 384 с. 4. Смоляр В.І. Харчова експертиза. — К.: Здоров'я, 2005. — 460 с. 5. ГОСТ 30059-93 Напитки безалкогольные. Методы определения аспартама, сахарина, кофеина и бензоната натрия. 6. ДСТУ EN 12856:2003 Продукти харчові. Визначання ацесульфаму - К, аспартаму та сахарину. Метод високоефективної рідинної хроматографії. - Введ. з 2004-07-01. 7. Походило Є.В., Столярчук П.Г. Способи імітансного контролю якості // Методи та прилади контролю якості. - 2003. - №.11. –С. 105 - 108. 8. Походило Є.В., Столярчук П.Г. Імітансний контроль якості продукції // Вісник НУ «Львівська політехніка».- 2002.- №445. - С. 46-51.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК (502.174 + 628.5): 519.168**

**В. І. СТЕПНИК**, асп., НУ «Львівська політехніка»

**Р. І. БАЙЦАР**, докт. техн. наук, проф., НУ «Львівська політехніка»

## **ОРГАНІЗАЦІЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ, ПЕРЕРОБЛЕННЯ ТА УТИЛІЗАЦІЇ НАФТОВИХ ШЛАМІВ, НАФТОВИХ ЕМУЛЬСІЙ ТА ВІДПРАЦЬОВАНИХ ОЛИВ**

В статті запропоновано способи перероблення та утилізації нафтових шламів, нафтових емульсій та відпрацьованих олив у залежності від необхідного обладнання. Коротко проведений аналітичний контроль технологічного процесу перероблення та утилізації нафтових відходів та заходи щодо охорони навколишнього середовища.

В статье предложены способы переработки и утилизации нефтяных шламов, нефтяных эмульсий, и отработанных масел в зависимости от необходимого оборудования. Коротко проведен аналитический контроль технологического процесса переработки и утилизации нефтяных отходов и мероприятия по охране окружающей среды.

**Актуальність проблеми.** Нафтопродукти – один з найпоширеніших техногенних забруднювачів довкілля. У процесі діяльності нафто-, газопереробних заводів утворюються ресурсно-цінні відходи у вигляді нафтошламів, відпрацьованих паливно-мастильних матеріалів та забрудненого вуглеводнями ґрунту. При цьому основними джерелами їх утворення є технологічні процеси видобутку, збору, підготовки та зберігання нафти, робота технологічного обладнання тощо. Відпрацьовані паливно-мастильні матеріали зберігаються у металевих ємностях. Нафтошлами і забруднений ґрунт спрямовуються до спеціально облаштованих майданчиків, амбарів, шламонакопичувачів тощо, які відносяться до потенційних джерел забруднення навколишнього природного середовища.

Ресурсно-цінні відходи, що підлягають утилізації за вмістом вуглеводів і вибором технології утилізації умовно можна розділити на:

- **Продукт № 1** (нафтопродукт найвищої якості). Плівка нафтопродуктів – нафтовміщуюча суміш на водяній поверхні амбарів, відпрацьовані паливно-мастильні матеріали, стійкі нафтові емульсії тощо зі значним вмістом вуглеводнів 40–95 %;

- **Продукт № 2.** Верхня частина донного осаду: окиснені нафтопродукти, нафтошлами зі значним вмістом механічних домішок, зневоднений осад (кек), вміст вуглеводнів 20–40%;

- **Продукт № 3.** Нижня частина донних осадів, механічні домішки, забруднений ґрунт з відносно невеликим вмістом вуглеводнів до 20 %.

Найбільш небезпечними для довкілля є об'єкти, що мають незадовільний стан протифільтраційних екранів. До них в першу чергу можна віднести місця тимчасового зберігання та розміщення нафтовміщуючих відходів таких як шламонакопичувачі, аварійні та шламові амбри, ставки-відстійники, нафтовловлювачі. Також створюють додаткове навантаження на довкілля об'єкти з пошкодженими гідроізоляційними екранами. Ці об'єкти відносяться до постійно діючих джерел забруднення навколишнього природного середовища (ґрунтів, поверхневих і підземних вод) нафтопродуктами та супутніми пластовими водами. У зв'язку з незадовільною екологічною ситуацією виникла необхідність розробки новітніх, екологічно безпечних технологій з утилізації нафтошламів, відпрацьованих нафтопродуктів та забруднених ґрунтів.

**Постановка проблеми та її розв'язання.** Враховуючи різні фізико-хімічні властивості вуглеводневмісних відходів та вітчизняний і міжнародний досвід, процес перероблення та утилізації нафтошламів та відпрацьованих нафтопродуктів можна умовно розділити на три способи. Вибір способу перероблення та утилізації залежить від фізико-хімічних властивостей вхідної продукції та наявності відповідного обладнання і технології.

*Технологічний процес перероблення та утилізації відходів, що містять «вільну нафту» (Продукт № 1)*

Процес даного типу з технологічної точки зору є найпростішим, оскільки використовується існуюче обладнання цехів підготовки нафти. Тут передбачена технологія перероблення та утилізації «вільної нафти», відпрацьованих олив та розділення нафтових емульсій. Орієнтовний вміст вуглеводнів від загальної кількості суміші становить 40–95 %, води – 5–60 %, механічних домішок – 1–5 %. За допомогою пристроїв (ЦА-320, шламових чи інших насосів) з водяної поверхні об'єктів зберігання (накопичення) відходів чи з природних об'єктів у місцях виливу збирається поверхнева плівка вуглеводнів. У технологічних ємностях без додавання, або з додаванням деемульгаторів відбувається додаткове відстоювання зібраної суміші та відпрацьованих олив з розділенням її на три фази: нафтопродукти, вода, мехдомішки.

Нафтопродукти – у вигляді «вільної нафти», відпрацьованих нафтопродуктів, нафтових емульсій з технологічних об'єктів (нафтоловушок, аварійних амбарів, сировинних резервуарів тощо) збираються в окремі ємності. Після відстоювання і проведення лабораторних досліджень в залежності від загальних якісних показників та вмісту органічних солей важких металів і азоту, вилучені нафтопродукти подаються дозовано у потік «сирої нафти» для подальшої підготовки, але не більше ніж 1–2 % від загальної кількості потоку або відвантажуються як суміш вуглеводнів важких фракцій на подальшу підготовку чи переробку спеціалізованим стороннім організаціям.

Вода – після проведення лабораторних досліджень, залежно від хімічного складу та мінералізації, направляється на доочищення, а потім у систему підтримки пластового тиску (ППТ).

Мехдомішки – залежно від їх складу:

- з вмістом нафтопродуктів більше 20% направляються для додаткової переробки за допомогою спеціального обладнання, або передаються для перероблення та утилізації стороннім спеціалізованим організаціям чи обробляються та утилізуються шляхом біодеструкцій;



- з вмістом нафтопродуктів менше 20% направляються на оброблення та утилізацію шляхом біодеструкцій з використанням мікроорганізмів або передаються для утилізації стороннім спеціалізованим організаціям.

*Технологічний процес перероблення та утилізації нафтошламів (донних осадів) (Продукт № 2)*

Нафтошлами, донні осади, відпрацьовані нафтопродукти зі значним вмістом мехдомішок та інші вуглеводневі суміші, що не піддаються переробленню та утилізації з використанням існуючого обладнання направляються на перероблення з використанням новітнього імпортного обладнання – центрифуги. В основу технології з перероблення та утилізації нафтошламів та стійких нафтових емульсій покладені сучасні наукові роботи стосовно деемульгації нафти за допомогою спеціальних деемульгаторів і термодинамічного процесу, в результаті якого нафтошлами та відпрацьовані нафтопродукти розділяються на три фази: нафтопродукти, вода, мехдомішки (установка перероблення та утилізації нафтошламів та нафтових емульсій (УУНШЕ)). УУНШЕ дозволяє методом центрифугування на центрифугі з додаванням необхідних хімічних реагентів та додаткової термічної підготовки повернути у виробництво добуту вуглеводневу сировину, отримати воду, яка використовується у системі ППТ і позитивно впливає на екологічну ситуацію на об'єктах нафтогазового комплексу (НГК), та сухий залишок (кек), що направляється на біодеструкцію, або передається стороннім організаціям.

*Оброблення та утилізація механічних домішок (кеку), донних осадів, забрудненого ґрунту (Продукт № 3)*

Проводиться оброблення та утилізація твердих залишків від першого та другого етапу, донних осадів, забрудненого ґрунту з вмістом вуглеводнів менше 20 %. Оскільки через незначний вміст вуглеводнів подальше перероблення (вилучення нафтопродуктів) з продукту № 3 є нерентабельним, доцільнішим і більш екологічно безпечним є процес його біодеструкції або передача спеціалізованим організаціям, що володіють потужностями і дозвільною документацією на перероблення та утилізацію нафтошламів. Перероблення продукту № 3 залежно від його фізико-хімічних властивостей, конкретних еколого-геологічних умов відбувається безпосередньо у місцях зберігання (шламонакопичувачах, амбарах, місцях розливу нафтопродуктів) чи у спеціально облаштованих місцях згідно з розробленими в установленому порядку проєктів.

Перероблення та утилізація продукту № 1 проводиться згідно з технологічними режимами для існуючого обладнання на УППН структурних підрозділів.

Перероблення та утилізація продукту № 2 проводиться згідно з технологічними режимами для наявного або орендованого спеціального обладнання (центрифуги) з переробки нафтошламів.

Оброблення та утилізація продукту № 3 проводиться в залежності від агрегатного стану та типу сорбентів і біодеструкторів.

*Аналітичний контроль технологічного процесу перероблення та утилізації нафтових шламів, нафтових емульсій та відпрацьованих олив*

Таблиця 1. Проведення технологічного контролю виробництва

Найменування стадій процесу виготовлення продукції	Місце відбору проби (місце розміщення аналізатора)	Показники, що контролюються	Частота контролю	Методи контролю (НД)	Ким контролюються
--	--	-----------------------------	------------------	----------------------	-------------------

Надходження нафтошлему в технологічні ємності	Насос	Масова частка води, % Густина, $кг/м^3$ Вміст хлористих солей, $мг/л$	Кожні 2 години	ГОСТ 2477 ГОСТ 3900 ГОСТ 21534	Хімічна лабораторія
Надходження нафтової емульсії в технологічні ємності	Трубопровід на вході в ємність				
Вуглеводнева маса після технологічних ємностей	Насос				
Регенована нафта	Трубопровід на виході з центрифуги				
Повітряне середовище	Насос, операторна, зовнішні установки, площадки	Метан, вуглеводні, концентрація вибухонебезпечних газів	1 раз на зміну	СТХ 17	Газорятувальні служби

Таблиця 2. Аналітичний контроль процесу біодеструкції

Найменування стадій процесу виготовлення продукції	Місце відбору проби	Показники, що контролюються	Періодичність контролю	Методика контролю	Ким проводиться контроль
Біодеструкція зневодненого осаду	Бурт шламомаси	Температура	Кожні 7 днів		Хімічна лабораторія
Біодеструкція зневодненого осаду	Бурт шламомаси	Вологість	Кожні 14 днів	ДСТУ ISO 11465-2001	Хімічна лабораторія
Біодеструкція зневодненого осаду	Бурт шламомаси	Вміст нафтопродуктів	Кожні 30 днів	МВВ 081/12-0116-03	Хімічна лабораторія
Біодеструкція зневодненого осаду	Бурт шламомаси	Вміст азоту	1 раз при закладанні бурта та 1 раз після закінчення процесу біодеструкції	Методический указание по определению щелочногидролизующего азота	Хімічна лабораторія
Біодеструкція зневодненого осаду	Бурт шламомаси	Вміст фосфору	1 раз при закладанні бурта та 1 раз після закінчення процесу біодеструкції	ДСТУ 4115-2002	Хімічна лабораторія
Біодеструкція зневодненого осаду	Бурт шламомаси	Вміст калію	1 раз при закладанні бурта та 1 раз після закінчення процесу біодеструкції	ДСТУ 4115-2002	Хімічна лабораторія
Приготування осаду біодеструктора	Ємність приготування розчину	Температура	Кожні 2 години		Оператор
Завершення процесу біодеструкції	Бурт шламомаси	Радіоактивність	1 раз після закінчення процесу біодеструкції	НРБУ-97	Служба екологічної та радіаційної безпеки

### Заходи щодо охорони навколишнього середовища

Постійне накопичення проміжних емульсійних шарів у ході підготовки нафти призводить до порушення процесів розділення фаз у сировинному резервуарі, що у свою чергу, зумовлює зриви роботи установки підготовки нафти. Утворені стійкі емульсії періодично скидаються із сировинного резервуару в амбари-накопичувачі, які протягом тривалого часу можуть бути потенційними забруднювачами атмосферного повітря, вод-

них об'єктів та ґрунтів. Технологія перероблення нафтових емульсій та нафтошламів базується на вилученні нафтової емульсії з розділенням суміші на нафту, очищену воду та кек на установці перероблення та утилізації нафтошламів та нафтових емульсій. Суть технологічного процесу біодеструкції полягає в тому, що вуглеводні під впливом мікроорганізмів – деструкторів перетворюються у принципово новий субстрат, не шкідливий для навколишнього середовища. Кінцевими продуктами розкладання нафтопродуктів є вуглекислий газ і вода. Таким чином, при здійсненні перероблення нафтошламів, нафтових емульсій та відпрацьованих олив, викидів забруднюючих речовин та відходів не передбачається. Майданчики під основним технологічним обладнанням та для проведення біодеструкції гідроізольовуються.

Збір аварійних розливів нафти здійснювати за допомогою техніки, а також спеціальними нафтозбірними пристроями різних конструкцій. Для більш повного збирання розливів одночасно з механічними засобами використовують хімічні сорбенти, виконані в різному вигляді: рупонів, матів, порошків. Рекомендується проводити обробку нафтозабруднених територій біодеструкторами. Створювати бактеріальний фільтр для експонування деструктованої шламомаси:

- глибока оранка дна шламонакопичувача (30–40 см);
- обробка розчином біодеструктору нафтозабрудненої поверхні;
- боронування;
- при необхідності – зволоження прісною водою;
- витримка обробленого ґрунту в природних умовах 1 місяць;
- відбір зразків на аналіз нафтопродукту.

Контроль якості очищення, в першу чергу, проводити візуально, спостерігаючи процес нафтової плівки.

### **Висновки**

Очищення ґрунту, поверхневих та підземних вод від нафти і нафтопродуктів на даний час залишається невід'ємною проблемою екологічної безпеки життєдіяльності людини. Техногенні забруднення нафтопродуктами негативно впливають на природні мікробні ценози ґрунту, флору та фауну, підвищується гідрофобність ґрунту та порушується водно-повітряний режим. Тому найбільш ефективним для довкілля є технологічний процес перероблення та утилізації нафтопродуктів з використанням центрифуги, оброблення та утилізація донних осадів, нафтошламів, кеку шляхом біодеструкції.

**Список літератури:** 1. Мифтахова А.М. Самоочищение восстановление плодородия почв природных и антропогенных экосистем в условиях нефтяного загрязнения. Автореферат дис... д-ра биол. наук: 14.06.06. – Тольятти, 2006. – 36 с. 2. Киреева Н.А., Кузяхметов Г.Г., Мифтахова А.М., Водопьянов В.В. Фитотоксичность антропогенно-загрязненных почв. Уфа: Гелем. – 2003. – 266 с. 3. Технологія переробки нафтових продуктів. Науково-дослідний і проектний інститут ВАТ «Укрнафта», від 10.09.2008. 4. Довідник з нафтової справи / За заг. Ред. докторів технічних наук В.С. Бойка, Р.М. Кондрата, Р.С. Яремійчука. – К.: Львів, 1996.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 620.193.2 + 620.197.3**

**А.С. БАЙЦАР**, канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотр., Львовский национальный университет имени Ивана Франко

**А.Г. МИКОЛАЙЧУК**, канд. физ.-мат. наук, проф., Львовский национальный университет имени Ивана Франко

**Б.П. ЯЦИШИН**, докт. техн. наук, доц., Львовская коммерческая академия

# ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛОВЫХ МАШИН ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПЛЕНОЧНЫХ ТЕРМОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Для забезпечення якості експлуатаційних характеристик теплових машин запропоновано використання мініатюрних плівкових термоперетворювачів на основі германідів 3d (Co, Fe, Ni) і 5d (Hf) перехідних металів, що дає можливість відстежувати зміни температури в важкодоступних вузлах таких об'єктів. Висока відтворюваність електрофізичних характеристик і чутливість до зміни температури, їх тимчасова стабільність досягаються шляхом зміни структури конденсатів. Термобатарей, зібрані на основі цих елементів, відрізнялися хорошою стабільністю експлуатаційних характеристик.

Для обеспечения качества эксплуатационных характеристик тепловых машин предложено использование миниатюрных пленочных термопреобразователей на основе германидов 3d (Co, Fe, Ni) и 5d (Hf) переходных металлов, что дает возможность отслеживать изменения температуры в труднодоступных узлах таких объектов. Высокая воспроизводимость электрофизических характеристик и чувствительность к изменению температуры, их временная стабильность достигаются путем изменения структуры конденсатов. Ветви используемой термопары формируются на основе одного материала с противоположными коэффициентами термоэлектродвижущей силы. Термобатареи, собранные на основе этих элементов, отличались хорошей стабильностью эксплуатационных характеристик.

## 1. Введение

Обеспечение контроля параметров тепловых процессов - одно из главных направлений повышения качества эксплуатации тепловых машин. Для этих целей используются разнообразные плёночные термопреобразователи - термоэлектрические (в том числе как элементы радиационных пирометров), сопротивления, пьезоэлектрические и др.

Создание таких преобразователей требует как подбора материалов, что обеспечивают простоту изготовления, замену, продолжительность и воспроизводимость эксплуатационных характеристик, так и высокую чувствительность к изменению температуры.

Тонкоплёночные материалы на основе 3d- и 5d-переходных металлов с германием могут находиться в аморфном и кристаллическом состоянии, в зависимости от условий получения. Кристаллические конденсаты формируются двумя путями – кристаллизацией аморфного вещества и непосредственно при осаждении на подложку с температурой, выше кристаллизационной.

Целью работы было изучение термоэлектрических характеристик аморфных и кристаллических конденсатов, полученных кристаллизацией с аморфной фазы, трёхкомпонентных сплавов германий-переходной металл, с добавлением незначительного количества гафния (до 5 вес. %), осаждённых на ситалловые подложки в разных термодинамических условиях.

## 2. Материалы и методика эксперимента

Как исходные материалы для получения сплавов использовали материалы, чистота которых превосходила 0,999 мас. частей основного компонента. Отдельные компоненты, которые пребывали в соответствующих соотношениях, сплавляли методом дуговой плавки при давлении  $10^{-1}$  Па с двойной продувкой аргоном. Фазовый состав полученных сплавов контролировали рентгенометрическим методом на ДРОН-2,0 (метод порошка) на медном испарении.

Плётки осаждали методом «взрыва» в вакууме  $2 \cdot 10^{-3}$  Па, скорости конденсации 4 ... 30 нм/с (плотность потока пара  $10^{14}$ -  $10^{20}$  см<sup>-2</sup>с<sup>-1</sup>). Толщина полученных плёнок контроли-

ровалась во время конденсации за номиналом сопротивления с помощью прибора В7-20. Контрольные измерения толщины проводили на микроскопе МИИ-4 после того, как подложки были изъяты с вакуумной камеры. Измерения температуры подложки осуществляли с помощью термопары хромель-алюмель, подключенной к прибору ВК 2-20. Электросопротивление ( $R$ ) и термоэлектродвижущая сила ( $\alpha$ ) измерялись в вакууме  $10^{-1}$  Па на нескольких плёнках одного состава, осажденных в одном цикле. Термоэлектродвижущую силу измеряли относительно медных контактов медь-константановых термопар, разница температур которых составляла 10К, с последующим переводом в абсолютные величины.

### 3. Результаты исследований

Исследованиями температурной зависимости электросопротивления установлено, что в интервале температур 290 – 650 К, плёнки Co (Ni, Fe)-Ge-Hf, полученные при температурах ниже кристаллизационных или неотожженные, проявляют полупроводниковый характер, свойственный образцам аморфной фазы. Величина начального удельного сопротивления, составляющего  $\sim 10^{-4}$  Ом-м, уменьшалась с ростом температуры. При температурах 350 – 550 К происходит зарождение кристаллической фазы и улучшается субструктура кристаллитов (рис.1). Плёнки, полученные при температурах, выше кристаллизационных характеризовались стабильными электрофизическими свойствами.

Удельное электросопротивление закристаллизованных плёнок невелико, по сравнению с сопротивлением аморфной плёнки и уменьшается при повышении температуры (рис.2).

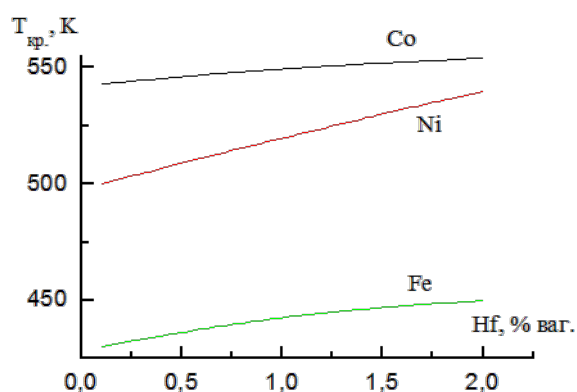


Рис.1. Изменение температур кристаллизации плёнок Me-Ge-Hf в зависимости от содержания Hf для плёнок: 1 –  $Fe_5Ge_3(Hf)$ , 2 –  $NiGe(Hf)$ , 3 –  $CoGe_2(Hf)$ .

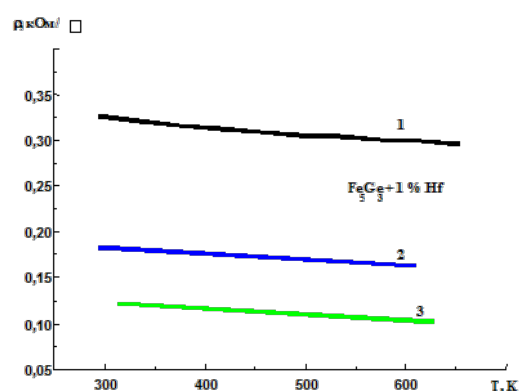


Рис.2. Температурная зависимость электросопротивления закристаллизованных плёнок  $Fe_5Ge_3 + 1$  вес% Hf ( $T_n = 290K$ ;  $T_{отжига} = 600K$ ) : 1 –  $h = 80$  нм; 2 –  $h = 130$  нм; 3 –  $h = 150$  нм.

Кристаллические конденсаты имеют более ярко выраженную и стабильную температурную зависимость электросопротивления, поэтому более пригодны для элементов термодатчиков. Плёнкам на основании германидов никеля и кобальта, полученным при температурах 570 - 590 К, свойственны стабильные временные и температурные зависимости электросопротивления с температурным коэффициентом близким  $2 \cdot 10^{-3} K^{-1}$ . При этом, не зависимо от природы 3d-переходного металла, сохраняется тенденция к уменьшению этого параметра при увеличении толщины конденсата (рис. 3).

Влияние концентрации 5d-металла на наклон температурной зависимости сильнее проявляется в плёнках германидов никеля и железа, при этом наименьшим значениям

температурного коэффициента сопротивления соответствуют концентрации Hf в 1 вес. %.

В основном, кристаллические образцы характеризовались отрицательными значениями термоэлектродвижущей силы (рис.4). Некоторые конденсаты, полученные при малых скоростях роста ( $v_p < 5$  нм/с) характеризовались аномально большими положительными значениями  $\alpha$ .

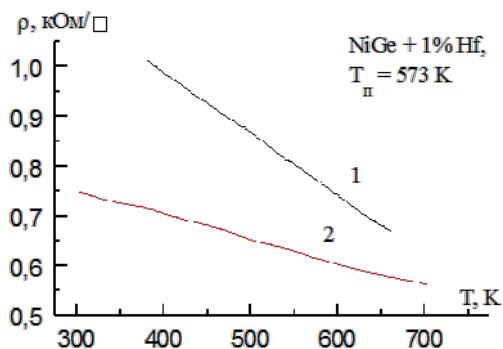


Рис.3. Изменение электросопротивления кристаллических плёнок NiGe + 1 вес.% Hf ( $T_p = 573$  K): 1 –  $h = 50$  нм; 2 –  $h = 150$  нм.

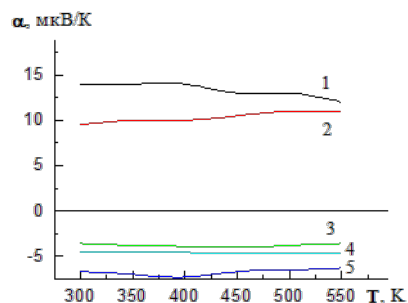


Рис. 4. Температурная зависимость термоэлектродвижущей силы ( $\alpha$ ) кристаллических плёнок Me-Ge (Hf) ( $h = 50 = 80$  нм): 1 –  $Fe_5Ge_3 + FeGe_2 + 1$  вес % Hf; 2 -  $CoGe_2 + 0,1$  вес % Hf; 3 -  $FeGe_2 + 1$  вес % Hf; 4 -  $NiGe + 1$  вес % Hf; 5 -  $NiGe + 0,1$  вес % Hf.

#### 4. Обсуждение

Ранее [1], электронно-микроскопическими исследованиями было установлено, что даже незначительные добавки гафния способствуют образованию мелкокристаллической структуры. Размеры кристаллитов не превышали  $4 \div 5$  мкм. Термоциклирование таких плёнок и повышение температуры подложки выше  $T_p \sim T_{кр.} + 100K$  не давало возможности получать больших за размерами кристаллитов, как это наблюдалось в двойных соединениях [2], т.е. добавки гафния имеют дополнительное действие – стабилизируют структуру. По-видимому, концентрация примесей на междузеренных границах в сформированной структуре Me-Ge приводит к дополнительному барьерному p-n переходу, что отражается на характеристиках переноса носителей - повышению электросопротивления (по сравнению с двойными сплавами), отрицательном температурном коэффициенте сопротивления.

Особенности строения структуры не могли сказываться на термоэлектрических свойствах кристаллических конденсатов германидов 3d и 5d переходных металлов. Термоэлектродвижущая сила таких сплавов не велика и стабильна во времени. Известно [3,4], что этот параметр весьма чувствителен к фазовому составу и структурному состоянию, в котором находятся конденсаты. Материалы с большой степенью дефектности, трещинами, порами, с большой внутренней напряжённостью, характеризуются аномальной термоэлектродвижущей силой. Кристаллический конденсат эвтектики  $Fe_5Ge_3 + FeGe_2$  без примесей, полученный при малых скоростях роста, характеризуется большой дефектностью структуры и положительными значениями термоэлектродвижущей силы [5]. Аналогичный эффект можно достичь добавлением гафния в состав сплава.

#### Выводы

Варьируя условиями напыления и составом сплава переходной металл – германий – гафний имеем возможность изменять структуру конденсатов и создавать тонкопленочные термопары состоящие из ветвей, изготовленных с одного материала с противоположными значениями термоэлектродвижущей силы. Применение пленочных чувствительных элементов преобразователей позволяет уменьшить диффузию материала ветвей

термопары в районе спая, и тем самым повысить надежность их работы [6], что в свою очередь сказывается на точности метрологических характеристик прибора в целом.

**Список литературы:** 1. Mykolajchuk O.G., Bajtsar A.S, Yatsyshyn B.P. Heating effect on the structure and conductivity thin films Me-Ge-REM.//Physics and chemistry of solid state. 2000. V. 1. No 2. 2. Миколайчук А.Г., Байцар А.С., Яцишин Б.П., Герман Н.В. Кинетика кристаллизации тонких пленок германидов никеля и железа.// Металлофизика. 1983. Т. 5. № 6. 3. Блатт Ф.Д., Шредер П.Л., Фай. Термоэлектродвижущая сила металлов. М.: Металлургия. 1980. 4. Фукс М.Я. О механизме образования внутренних макронапряжений в вакуумных конденсатах.// Изв. АН СССР, сер физическая, 1967.Т.31. № 3. 5. Миколайчук А.Г., Байцар А.С., Яцишин Б.П. Получение и исследование термоэлектрических свойств пленок германидо никеля, железа и кобальта.// Украинский физический журнал. 1984. Т. 29. № 1. 6. Миколайчук А.Г., Байцар А.С., Яцишин Б.П. Способ изготовления пленочной термопары. Патент на изобретение Украины № 27202 G 7/20 заявл. 27.04.1984. Зарегистр. 15.08.2000 г. Бюл. № 3

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 378.1.001.86.74**

**А. Н. БАКУЛИНА**, канд.техн.наук, зав. каф., СНУ ядерной энергии и промышленности

**М. Н. СТРИГУНОВА**, канд.техн.наук, доц., СНУ ядерной энергии и промышленности

## **КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ КАК ОСНОВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ**

У статті розглянуті основні проблеми, пов'язані з підготовкою та оцінкою відповідності науково-педагогічних працівників ВНЗ. Проведений аналіз основних видів діяльності НПП, розглянуті основні учасники освітнього процесу та пропонуються показники конкурентоспроможності НПП, методи нормування таких показників та методика оцінки конкурентоздатності НПП ВНЗ.

В статье рассмотрены основные проблемы, связанные с подготовкой и оценкой соответствия научно-педагогических работников ВУЗов. Проведен анализ основных видов деятельности НПП, рассмотрены основные участники образовательного процесса и предлагаются показатели конкурентоспособности НПП, методы нормирования таких показателей и методика оценки конкурентоспособности НПП ВУЗ.

### **Введение**

В настоящее время на рынке образовательных услуг наблюдается жесткая конкурентная борьба. Так, с одной стороны, на рынок выходит все больше и больше коммерческих вузов, которые, хотя пока и уступают по престижу государственным вузам, но благодаря своей мобильности постепенно увеличивают свою долю. С другой стороны – дисбаланс финансирования в экономике привел к резкому перетоку квалифицированных кадров в другие, более оплачиваемые отрасли экономики. С третьей стороны – Украина подписала Болонскую декларацию, которая, несет для отечественного рынка образовательных услуг как положительные, так и отрицательные стороны. И, прежде всего, это совершенно новые требования к структуре и сущности образовательных программ. Все это порождает проблему поиска новых источников повышения конкурентоспособности вуза. Качество обучения, представляет собой, совокупность потребительских свойств образовательной услуги, обеспечивающих возможность удовлетворения комплекса потребностей по всестороннему развитию личности обучаемого [1].

## **Постановка проблемы**

На сегодняшний день все высшие учебные заведения Украины стремятся к повышению конкурентоспособности предоставляемых образовательных услуг. Но повысить конкурентоспособность образовательных услуг без высококвалифицированного кадрового обеспечения не удалось еще ни одному ВУЗ.

Сегодня в Украине ощущается дефицит научно-педагогических работников (НПР), владеющих современными методами управления. Это обусловлено многими причинами и, в частности, тем, что большинство НПР технических ВУЗов являются специалистами в технических областях. *Научно-педагогический работник* - лицо, работающее по основному месту в высших учебных заведениях третьего и четвертого уровней аккредитации и профессионально занимающееся педагогической деятельностью в сочетании с научной и научно-технической деятельностью [2].

## **Исследования в данной области**

Анализируя законодательные и нормативные документы [1-4], регламентирующие деятельность НПР в ВУЗах Украины, можно отметить, что участниками учебно-воспитательного процесса являются [4]:

- воспитанники, ученики, студенты, курсанты, слушатели, стажеры, клинические ординаторы, аспиранты, докторанты;
- руководящие, педагогические, научные, научно-педагогические работники, специалисты;
- родители или лица, которые их заменяют, родители – воспитатели детских домов семейного типа;
- представители предприятий, учреждений, кооперативных, общественных организаций, которые соучаствуют в учебно-воспитательной работе.

Основным организатором учебного процесса является научно-педагогический работник.

Основными направлениями деятельности НПР в ВУЗе являются [5]:

- 1 учебная работа;
- 2 методическая работа;
- 3 научная работа;
- 4 организационная и воспитательная работа.

Концепция образовательной деятельности ВУЗ разрабатывается в соответствии с требованиями действующего законодательства и нормативных документов, которые регламентируют деятельность высших учебных заведений Украины с учетом внедрения последней в Европейское пространство.

Для оценки конкурентоспособности НПР целесообразно определить типовые факторы конкурентного преимущества НПР.

Проявление конкурентных преимуществ определяется внешними или внутренними условиями. НПР, работающий в конкурентоспособной среде, будет и сам стремиться быть конкурентоспособным. Однако в какой мере он будет конкурентоспособным в соответствующей среде, определяется ценностями самого НПР. Как правило, внешние условия являются решающими в достижении конкурентоспособности [6].

Внутренние, или индивидуальные, конкурентные преимущества по своей природе можно условно подразделять на наследственные и приобретенные.

К наследственным конкурентным преимуществам НПР можно отнести:

- способности (одаренность, талант, гениальность, способность к данному виду деятельности);



- темперамент;
- физические данные.

К приобретенным конкурентным преимуществам НПП можно отнести:

- деловые качества (образование, специальные знания, навыки и умения);
- интеллигентность и культуру;
- целенаправленность мотивации деятельности (умение формулировать личные цели и цели коллектива);
- характер (отношение к труду, к другим, к себе, к вещам);
- эмоциональность (умение управлять своими эмоциями, воля, стрессоустойчивость, зависть и др.);
- общительность, коммуникабельность;
- организованность;
- возрастной ценз и др.

Отнесение конкурентных преимуществ НПП к наследственным или приобретенным в какой-то мере условно. Например, способность к данному виду деятельности развивается по мере накопления опыта в данной сфере. Остальные аспекты способности — одаренность, талант, гениальность — в большей мере являются наследственными. Физические данные человека среднестатистически определяются наследственными факторами. Индивидуум тренировкой и другими способами может улучшить свои наследственные параметры.

Оценка уровня конкурентоспособности различных объектов представляет собой очень сложную работу, так как:

- в конкурентоспособности фокусируются все показатели качества и ресурсоемкости работы всего персонала по всем стадиям жизненного цикла объектов;
- отсутствуют международные документы (по аналогии со стандартизацией других объектов) по оценке конкурентоспособности различных объектов.

Так, в основу измерения конкурентоспособности персонала могут быть положены методы экспертной оценки [7].

Для проведения причинно-следственного анализа факторов, влияющих на конкурентоспособность НПП, могут быть применены различные инструменты управления качеством. Анализируя возможность и простоту использования предлагается пользоваться древовидной диаграммой.

Древовидная диаграмма (систематическая диаграмма) используется как инструмент, обеспечивающий систематический путь разрешения важной проблемы, центральной идеи, а также удовлетворения нужд потребителей на различных уровнях [8].

В результате причинно-следственного анализа определены факторы, влияющие на качество исследуемого объекта. С учетом иерархического подхода разработана классификация показателей конкурентоспособности НПП.

Обработка экспертных оценок заключается в определении согласованности мнений экспертов и подсчете сводных характеристик опроса по каждому показателю. Для оценки согласованности мнений экспертов считаем коэффициент конкордации (согласованности) Кендэла, который принимает значения в интервале  $0 \leq W \leq 1$ .

Однако, отсутствие научно обоснованных номинальных и предельных значений ПК является одним из главных недостатков процесса оценивания конкурентоспособности НПП [8]. Результатом экспертного оценивания являются значимые показатели, приведенные в таблице 1.

Таблица 1– Значимые показатели конкурентоспособности НПП

Единичный показатель конкурентоспособности НПП
1. Умение НПП анализировать информацию

2. Эрудированность НПП в различных сферах деятельности
3. Умение чётко формулировать мысли
4. Умение структурировать информацию
5. Умение делать выводы
6. Умение мотивировать других на действия
7. Умение сформулировать чёткие, конкретные цели
8. Умение собрать нужную информацию
9. Навыки аргументации
10. Гибкость в выборе стратегии поведения
11. Умение поставить себя на место другого человека
12. Доброжелательность
13. Умение слушать задавать и отвечать на вопросы
14. Умение сфокусироваться на достижении цели
15. Умение расставлять приоритеты
16. Высокая включённость в различные моменты времени
17. Исполнение данных обещаний
18. Пунктуальность
19. Адекватная оценка значимости событий
20. Достижение поставленной цели и получение результатов
21. Сохранение стабильного интереса к выполняемой деятельности
22. Соответствие квалификационным требованиям занимаемой должности
23. Соответствие рабочей учебной программе и календарному плану
24. Дидактическое выделение вводной, основной и заключительной частей занятия
25. Организация проведения занятий
26. Качество методического обеспечения
27. Ясность и простота изложения учебного материала, логичность и последовательность раскрытия материала, соблюдение принципа «от простого к сложному», чёткость речи
28. Обеспечение высокой мотивации к изучению темы, инициативы, самостоятельности, активизация познавательной деятельности, формирование творческого мышления
29. Контакт с аудиторией, контроль за усвоением изучаемого материала и ведением конспектов, работой обучающихся, обеспечение индивидуального подхода к обучаемым
30. Выделение, обобщение и формулировка главных мыслей и выводов по ходу занятия, разъяснение новых терминов и понятий
31. Использование новых форм и методов обучения, государственного языка
32. Свободное владение учебным материалом, логичность и последовательность в ходе выполнения плана занятия
33. Соответствие современному состоянию науки и динамике её развития по теме занятия
34. Информационная насыщенность
35. Формирование умений и навыков практического использования теоретических положений при решении практических задач
36. Создание проблемных ситуаций и их разрешение в ходе занятий
37. Опора на собственные исследования из работы, связь с новыми поисками в науке
38. Прикладная направленность для обучаемой аудитории

Этот недостаток не позволяет обоснованно определить степень соответствия и уровень качества, как соотносённость оценки ПК с базой, т.е. с нормой ПК. Нормирование ПК конкурентоспособности НПП требуется также для улучшения культуры оценивания качества конкурентоспособности НПП и повышения обоснованности выбора значимых ПК конкурентоспособности НПП.

В зарубежной и отечественной литературе отмечается, что вопросы нормирования ПК конкурентоспособности НПП являются сложной и малоисследованной задачей. В то же время предполагается [9] определение экспертным методом нормативных требований может осуществляться на основе нечётких оценок.

Проведенные исследования позволяют представить методику оценивания конкурентоспособности НПП по следующим этапам:

Этап 1: Определение целей оценивания.

Этап 2: Построение причинно-следственного анализа для оценивания конкурентоспособности НПП, обоснование и выбор критериев и показателей конкурентоспособности ОУ.

Етап 3: Розробка анкети для експертного оцінювання, організація і проведення оцінювання, вибір групи експертів для встановлення фактичної задоволеності показателів конкурентоспособності НПП.

Етап 4: Розрахунок отриманих експертних даних, перевірка узгодженості.

Етап 5: Організація і проведення експертного оцінювання для встановлення нормованих значень, в ролі експертів пропонується вибрати найбільш кваліфікованих НПП.

Етап 6: Побудова щільності розподілу по кожному з показателів конкурентоспособності НПП і аналіз отриманих результатів.

Етап 7: Порівняння фактичної задоволеності з нормованими значеннями показателів конкурентоспособності НПП.

### **Висновок:**

Таким чином, застосовуючи запропоновану методичку в ВУЗ можна скласти рейтинг конкурентоспособності НПП, що дозволить управляти і підвищувати мотивацію НПП з метою підвищення якості освіти ВУЗ.

**Список літератури:** 1. Філософова Т.Г., Биков В.А. Конкуренція і конкурентоспособність: Учеб. пос., 2007. – с.8. 2. Закон України «Про освіту». 3. Закон України “Про вищу освіту” (№2984-III від 17 січня 2002 року). 4. Фатхутдинов Р.А. Конкурентоспособність організації в умовах кризи: економіка, маркетинг, менеджмент / Фатхутдинов Р.А. – М.: Видавничо-видавничий центр «Маркетинг», 2002. – 892 с. 5. Савельєва В.С., Еськов О.Л. Управління персоналом: Учебне посібня. К:ВД “Професіонал”, 2005. – 336 с. 6. Всеобщее управление качеством: учебник для вузов / О.П.Глудкин, Н.М.Горбунов, А.И.Гуров, Ю.В.Зорин; под ред. О.П.Глудкина. – М.: Радио и связь, 1999. – 600 с. 7. Бакулина А.Н., Харитон Н.В. Выбор показателей для оценивания конкурентоспособности научно-педагогических работников высших учебных заведений Украины // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Якість освіти – управління, сертифікація, визнання». – Краматорськ: ДДМА, 2009. – С.209 – 215. 8. Мазур І.І., Шапіро В.Д., Ольдерогге Н. Г. Корпоративний менеджмент. Учебное издание для вузов\ Под редакцией И.И. Мазура – Высшая школа, 2003.-555 с.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

### **УДК 658.52.01**

**В. Н. БЕЛИК**, директор Дружковського машинобудівного заводу

**А. С. КОБЗЕВ**, канд.техн.наук, ст. науч. сотр. ХНІІТМ, г. Харків

**А. Я. МОВШОВИЧ**, докт. техн.наук, проф., УІПА, г. Харків

### **ПЕРЕНАЛАЖИВАЕМЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ МАЛОГАБАРИТНЫХ ДЕТАЛЕЙ**

У статті приведені конструкція і технічна характеристика переналагоджуваних пристосувань для базування і закріплення широкої номенклатури малогабаритних деталей при механічній обробці на багатоопераційному устаткуванні свердлувальній-фрезерної групи.

В статье приведены конструкция и техническая характеристика переналаживаемых приспособлений для базирования и закрепления широкой номенклатуры малогабаритных деталей при механической обработке на многооперационном оборудовании сверлильно-фрезерной группы.

### Состояние вопроса.

Анализ и опыт оснащения многооперационного оборудования сверлильно-фрезерной группы показал, что при проектировании приспособлений необходимо соблюдать следующие основные конструктивные особенности:

- приспособления должны обладать высокой гибкостью, т.е. возможностью переналадки при обработки широкой и часто меняющейся номенклатуры деталей;
- обеспечивать инструментальную доступность для обработки максимального количества поверхностей с одной установки заготовки;
- иметь повышенную жесткость, обеспечивающую возможность использования полной мощности оборудования при черновых операциях;
- предусматривать возможность автоматического контроля за точностью изготовления деталей, путем ее непосредственного измерения;
- крепление заготовок должно гарантировать их плотное прилегание к базовым опорам и предотвращать смещение и вибрацию в процессе обработки.

Эти требования в полной мере должны соблюдаться при проектировании и изготовлении приспособлений для обработки широкой номенклатуры малогабаритных деталей [1].

С целью сокращения сроков подготовки производства осваиваемых изделий, уменьшения средств на их технологическое оснащение за счет сокращения объемов проектирования и изготовления оснастки разработан комплект переналаживаемых приспособлений для пространственной ориентации и закрепления малогабаритных деталей (КППМ).

КППМ предназначен для базирования и закрепления широкой номенклатуры малогабаритных заготовок при механической обработке на станках сверлильно-фрезерной группы, шлифовальных и многооперационных станках (соответствующих габаритов), а также при выполнении лекальных, доводочных, сборочных и контрольных операций.

В состав КППМ. входят приспособления, приведенные в табл. 1.

Таблица 1. Обобщенная характеристика приспособлений, входящих в состав КППМ

Приспособления	Количество типоразмеров	Метод переналадки	Способ базирования на оборудовании	Примечание
1. Тиски универсальные малогабаритные	3	Регулирование положения подвижной губки или замена сменных нападок	Паз-шпонка	Используются как автономно, так и в различных сочетаниях с поз. 2, 3 и 4
2. Стол с вертикальной осью поворота	3		Паз-шпонка	Используется для установки тисков на оборудовании или с поз. 3 и 4
3. Подставка си-	3	Замена сменных	Паз-шпонка	Используется как

нусная с одной осью поворота		наладок		автономно, так и в сочетаниях с поз.1 и 2
4. Подставка синусная с двумя осями поворота	3	Замена сменных наладок	Паз-шпонка	Используется как автономно, так и в сочетаниях с поз.1 и 2

### Конструкция приспособлений КППМ.

Универсальные малогабаритные тиски состоят из корпуса 10, выполненного совместно с неподвижной губкой 13, подвижной губки 12, которая посредством направляющих планок 4 установлена на направляющих корпуса 10, силового винта 5, установленного в ползушке 6 и взаимодействующего с подвижной губкой 12. Для вращения винта 5 и перемещения подвижной губки 12 в ползушке установлена втулка 8 с шестигранным отверстием 7, взаимодействующим, с одной стороны, с одной стороны, с шестигранником винта 5, а с другой, с ключом 9. Регулировка положения подвижной губки на необходимый размер осуществляется путем шагового перемещения ползушки 6 вдоль корпуса и перемещением винта 5 внутри шага. Шаговая фиксация ползушки 6 на корпусе 10 осуществляется фиксатором 11. На губках 13 и 12 закрепляются сменные губки 1 и 3, причем подвижная и установленная на ней сменная губки выполнены со скосом, предотвращающим подъем обрабатываемой заготовки 2 при закреплении. Для базирования тисков на основании корпуса выполнены взаимно перпендикулярные П-образные пазы 12Н7, для установки сменных наладочных элементов на верхних поверхностях подвижной и неподвижной губок выполнены взаимно перпендикулярные Т-образные пазы 12Н7.

Тиски могут устанавливаться на основную, боковую и торцевую (с помощью угольника) плоскости. В качестве сменных наладок могут использоваться как с  $\alpha$  специальные детали, так и элементы УСП.

Основные параметры тисков приведены в табл. 2.

Стол с вертикальной осью поворота (рис. 2) состоит из корпуса 4 со шкалой 3 и диска 6 со шкалой (нониусом) 1. На диске 6 выполнен паз 7 и установлена цилиндрическая шпонка 9 для базирования тисков. Закрепление тисков 8 производится винтами 10 через отверстие в диске 6. Корпус закрепляется на столе станка винтами 5 а диск 6 фиксируется на корпусе с помощью винтов 2.

Основные параметры столов приведены в табл. 3.

Синусная подставка с одной осью поворота (рис. 3) состоит из нижней 4 и верхней 3 плит, соединенных с возможностью вращения осью 1. На плите 4 установлена шкала 5, а на плите 3 указатель 2, которые позволяют предварительно установить и определить величину угла поворота между плитами. Окончательная настройка угла поворота производится концевыми плоскопараллельными мерами длины по ГОСТ 9038-83. Угол поворота определяется по формуле:

$$\sin \alpha = \frac{H + 2}{L},$$

Где Н – высота от точки опоры верхней плиты до верхней опорной поверхности нижней плиты; L – расстояние между осью поворота и точкой опоры верхней плиты.

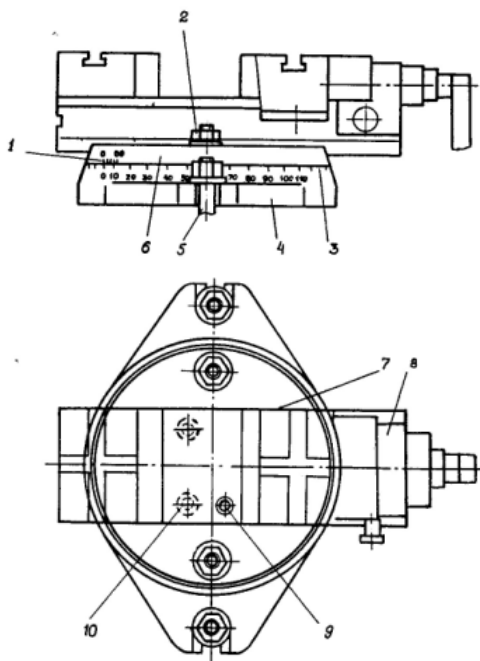


Рис. 2. Стол с вертикальной осью поворота

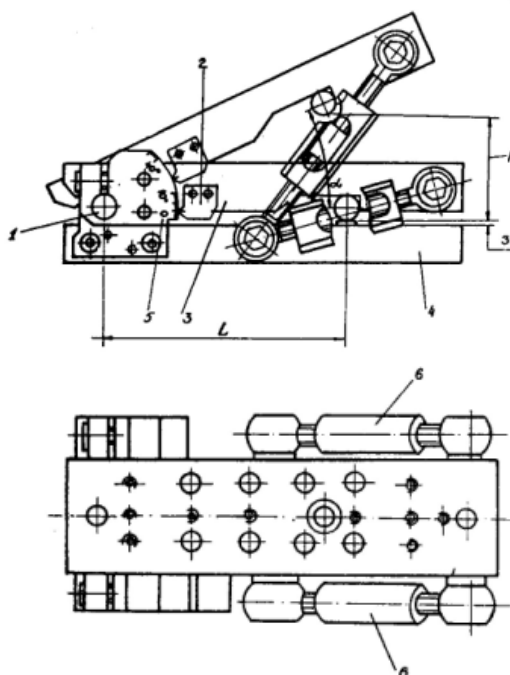


Рис. 3. Синусная подставка с одной осью поворота.

Таблица 2. Основные параметры тисков

Параметр		Типоразмер		
		1	2	3
Ширина губки,	мм	63	80	100
Расход губок,	мм	0...55	0...85	0...100
Высота губок,	мм	25	30	40
Габаритные размеры, мм:				
длина		220	250	300
ширина		63	80	100
высота		60	70	90

Фиксация под необходимым углом плит 4 и 3 после настройки осуществляется раздвижными опорами 6.

Для базирования и закрепления тисков, поворотных столов, специальных наладок или элементов УСП на верхней поверхности плиты 4 выполнены сетки координатно-фиксирующих и резьбовых отверстий.

Таблица 3. Основные параметры столов

Параметр	Типоразмер		
	1	2	3
Ширина паза для базирования тисков, мм	63m6	80m6	100m6
Диаметр шпонки для базирования тисков, мм	12h6	12h6	12h6
Ширина паза в основании стола, мм	14H7	14H7	14H7
Габаритные размеры, мм:			

длина		200	225	2400
ширина		135	165	180
высота		47	47	47
Точность угла поворота, мин		10	10	10

4. Основные параметры синусных подставок с одной осью поворота приведены в табл.

Таблица 4. Основные параметры синусных подставок с одной осью поворота

Параметр	Типоразмер		
	1	2	3
Максимальный угол поворота, ...°	45	45	45
Точность угла поворота по шкале, ...°	1	1	1
Точность угла поворота при окончательной настройке, мин	1	1	1
Диаметр координатно-фиксирующих отверстий для базирования тисков, сменных наладок, мм	10H7	10H7	10H7
Диаметр отверстий для крепления тисков, мм	9	9	9
Диаметр отверстий для крепления поворотного стола, мм	M12	M12	M12
Диаметр отверстий для крепления сменных наладок, мм	M10	M10	M10
Ширина установочной поверхности, мм	65	82	102
Габаритные размеры, мм:			
длина	230	255	275
ширина	112	130	152
высота	67	67	67

Синусная подставка с двумя осями поворота состоит из трех плит - 4, б и 5. Плиты 4 и 6 соединены осью 7, а плиты 6 и 5 - осью 1, причем оси 7 и 1 - взаимно перпендикулярны. Для грубого отсчета угла поворота на плитах 4 и 6 установлены шкалы 8 и 2. Окончательная настройка угла поворота осуществляется концевыми плоскопараллельными мерами длины по ГОСТ 9038-83. Угол поворота определяется по формулам:

$$\sin \alpha = \frac{H+2}{L}; \sin \beta = \frac{H_1+2}{L_1},$$

где H – высота от точки опоры верхней плиты до верхней опорной поверхности промежуточной плиты; L – расстояние между осью поворота и точкой опоры верхней плиты; H<sub>1</sub> – высота от точки опоры промежуточной плиты до верхней опорной поверхности нижней плиты; L<sub>1</sub> – расстояние между осью поворота и точкой опоры промежуточной плиты.

Для фиксации после настройки на необходимый угол плиты соединены раздвижными опорами 3.

Для базирования и закрепления тисков, поворотных столов, специальных наладок и элементов УСП на верхней поверхности плиты 5 выполнены сетки координатно-фиксирующих и резьбовых отверстий.

Таблица 5. Основные параметры синусных подставок с двумя осями поворота

Параметр	Типоразмер		
	1	2	3
Максимальный угол поворота, ...°	45	45	45
Точность угла поворота по шкале, ...°	1	1	1
Точность угла поворота при окончательной настройке, мин	1	1	1
Диаметр координатно-фиксирующих отверстий для базирования тисков, сменных наладок, мм	10H7	10H7	10H7
Диаметр отверстий для крепления тисков, мм	9	9	9
Диаметр отверстий для крепления поворотного стола, мм	M12	M12	M12
Диаметр отверстий для крепления сменных наладок, мм	M10	M10	M10
Ширина установочной поверхности, мм	855	100	120
Габаритные размеры, мм:			
длина	270	285	330
ширина	145	165	185
высота	85	90	90

Основные параметры синусных подставок с двумя осями поворота приведены в табл. 5 [2, 3].

#### **Выводы:**

1. КППМ в зависимости от номенклатуры деталей целесообразно комплектовать по типоразмерам в двух вариантах:

- тиски +поворотный стол+синусная подставка с двумя осями поворота;
- тиски +поворотный стол+синусная подставка с одной осью поворота+ синусная подставка с двумя осями поворота;

2. Как показывает опыт внедрения КППМ на ряде предприятий, они по своим функциональным и технологическим параметрам являются составной частью широко используемой общемашиностроительной системы переналаживаемой технологической оснастки, успешной применяемой как в условиях основного производства, так и вспомогательного. Наличие КППМ на предприятиях обеспечивает возможность опережающего планирования потребности в приспособлениях и их эффективное использование при технологическом оснащении малогабаритных заготовок.

**Список литературы:** 1. Жолткевич Н.Д., Мовшович А.Я., Горбулин В.П., др. Обратимая технологическая оснастка для ГПС. – Киев.: Техника, 1992. -216с. 2. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений в машиностроении.-М.: Машиностроение, 1971.-287с. 3. Косов Н.П. Станочные приспособления для деталей сложной формы.-М.: Машиностроение, 1975. – 232 с.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 378.22.015.31.091.313:331.101.1**

**Т.М. БОРИСОВА**, канд. пед. наук, доц., Полтавський національний педагогічний університет імені В.Г. Короленка

**СТИМУЛЮВАННЯ ТВОРЧО-ПІЗНАВАЛЬНОЇ АКТИВНОСТІ  
СТУДЕНТІВ ДО ВИРІШЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ**



### 3 КУРСУ “ОСНОВИ ЕРГОНОМІКИ”

Кредитно-модульна система навчання спонукає студентів до самоосвіти, яку все ще спрямовують викладачі, адже саме вони рекламують певну галузь знань, стимулюючи інтерес до володіння певною системою знань, умінь, навичок.

Кредитно-модульная система учебы побуждает студентов к самообразованию, которое все еще направляют преподаватели, ведь именно они рекламируют определенную отрасль знаний, стимулируя интерес к владению определенной системой знаний, умений, навыков.

Інтеграція до європейського освітнього простору започаткувала широке впровадження у вищу педагогічну освіту інтерактивних технологій, інноваційних методик навчання, нетрадиційних програм, заснованих на світовому педагогічному досвіді [1, с. 98]. Їх використання покращує якість підготовки вчителів, сприяє формуванню творчої, всебічно розвиненої особистості, що дбає про самовдосконалення та саморозвиток, збагачує свій професійний світогляд. Серед таких інновацій можна виділити проектну технологію навчання, що активізує навчально-пізнавальну діяльність студентів, сприяє підвищенню розумових зусиль, розвитку активного мислення студентів і повноправно вважається прогресивною ознакою сучасної вищої школи.

Підготовка майбутніх інженерів-педагогів спеціальності „Технологія легкої та текстильної промисловості” передбачає вивчення ряду спеціальних дисциплін, що формують комплексне уявлення про організацію технологічних процесів в умовах масового та індивідуального виробництва, зокрема: технологічне обладнання галузі, автоматизація технологічних процесів, технологія швейного виробництва, проектування швейних підприємств. Однак, формування цілісних досконалих знань про організацію виробничого процесу не можливе без врахування ергономічних показників. Так вже на другому курсі студенти Полтавського національного педагогічного університету знайомляться з основами ергономічних досліджень, вивчаючи курс “Основи ергономіки”. Ергономічний підхід до проектування виробничих процесів дозволяє зруйнувати протистояння між зростаючими потребами виробництва у автоматизації та технізації технологічних процесів та гуманізацією виробництва. А відтак, курс “Основи ергономіки” є зв’язуючою ланкою між розрахунково-графічними та аналітичними роботами й інформаційними системами графічної візуалізації та проектних технологій, що сьогодні виступають необхідним засобом роботи інженерів-технологів.

Поряд із застосуванням традиційних форм організації навчання з курсу “Основи ергономіки” (лекції, практичні та лабораторні заняття), кредитно-модульна система організації навчального процесу передбачає впровадження новітніх навчальних технологій при проектуванні індивідуальної та самостійної роботи студентів. Таким чином, навчальна дисципліна “Основи ергономіки”, що була спроектована на підставі комплексних інтеграційних процесів, включає лекції, практичні заняття, самостійну та індивідуальну навчально-дослідну роботу студентів, а також систему контрольних заходів.

*Метою даного дослідження є визначення засобів стимулювання індивідуальної роботи студента згідно вимог кредитно-модульної технології навчання у виші.*

Використання методу проектів як елемента, що доповнює систему організації індивідуальної роботи студентів у розвиненому інформаційному середовищі, дозволяє підвищити ефективність навчання, забезпечити систему дієвих зворотніх зв’язків, що сприяє розвитку особистості, самореалізації як студентів, так і педагогів. У них створюється можливість переосмислення свого власного досвіду, удосконалення професійної майстерності, подальшого поглиблення педагогічного співробітництва, спрямованого на

укріплення міжпредметних зв'язків, вироблення єдиних вимог тощо [4, с. 65]. Метод проектів є одним із способів реалізації інтерактивного навчання студентів, бо передбачає самостійне набуття ними знань шляхом особистої творчої діяльності, високу активність та достатній рівень знань, підвищений інтерес до навчання, розвиток продуктивного мислення [3, с. 154].

На сьогодні проектна технологія знаходить все більшого поширення у освітньому просторі. Проектна діяльність вимагає багато чого від особистості вчителя. Уміння користуватися проектною технологією є показником високої кваліфікації педагога, його інноваційного мислення, орієнтації на особистісний і професійний розвиток молодого покоління у процесі навчання [2, с. 196].

Успішна організація індивідуальної роботи, як і всяка нова технологія, вимагає ресурсного забезпечення. По-перше, необхідні кваліфіковані, творчо активні викладацькі кадри; по-друге, методичне та матеріальне забезпечення. Наявність відповідного потенціалу є першочерговим важливим елементом, адже методичне забезпечення переважно залежить від винахідливості, ентузіазму, неординарності викладацького колективу. Відповідно до викладачів ставляться нові вимоги. Це необхідність знань про розмаїття додаткової літератури, довідкових та періодичних видань, нових джерел інформації (електронних бібліотек, наукових сайтів в Інтернеті та ін.). Уміння надати індивідуальну кваліфіковану консультацію студенту: як знайти потрібну літературу, сайт, як відібрати необхідну інформацію серед альтернативних джерел. Фактично викладач повинен попередньо самостійно провести невелике бібліографічне дослідження з метою підвищення свого наукового потенціалу та надання кваліфікаційної консультації, а також уможливлення досконалого грамотного керівництва індивідуальною пошуковою роботою студентів.

Підбираючи завдання для творчо-пошукової індивідуальної роботи студентів викладач повинен враховувати рівень підготовленості студентів для виконання певних завдань, складність та об'ємність завдань не повинні перевищувати ліміт часу, відведеного робочими та навальними програмами на їх виконання, а крім того, завдання краще диференціювати за рівнем складності, проблематикою, передбаченою результативністю, кількістю завдань та ресурсним забезпеченням.

Робочою програмою курсу передбачено 1,5 кредит на вивчення основ ергономіки, з них 26 годин навчального часу відводиться на індивідуальну та самостійну роботу студентів. Враховуючи незначний ліміт часу всі завдання на самостійну роботу сформовані таким чином, що дозволяють поступово сформувати комплекс заходів по організації технологічного процесу в навчальних майстернях або виробничих цехах.

Всі завдання відповідають тематиці лекційних та практичних занять та дають змогу поглибити та розширити спектр ергономічних досліджень. Крім того, формування кожного наступного завдання витримує логічну послідовність у проектуванні технологічного процесу та нарощування складності у розв'язанні нових завдань.

В залежності від рівня підготовленості студентів та пізнавальної активності кожен студент має можливість вибірково вирішувати лише ті завдання, що передбачають репродуктивний спосіб вирішення, або ті, що потребують креативного підходу до розв'язання.

Якісне та правильне розв'язання усіх завдань індивідуальної та самостійної роботи дає змогу студенту очікувати на найвищий бал при оцінюванні навчальних досягнень студента викладачем. Вибіркове вирішення меншої кількості завдань з числа запропонованих у переліку індивідуальних робіт не позбавляє студента можливості мати позитивні бали, що забезпечать мінімум для одержання заліку. Не виконання індивідуальної робо-

ти дозволяє отримати лише мінімальні позитивні бали для заліку при вирішенні всіх інших видів навчальних робіт.

Для якісного виконання студентами індивідуальних завдань викладачем заздалегідь диференційовано підбрано та сформовано список рекомендованої літератури, Інтернет ресурсів, довідникових видань, а також розроблено методичні рекомендації для їх виконання.

Об'єм відібраної для самостійної роботи студентів публікацій має бути регламентованим, відповідати бюджету часу студента та методичним цілям даної форми самостійної роботи.

Вивчення студентами основ ергономічних досліджень дозволяє виробити критичний підхід до проектування технологічних процесів з врахування найбільш раціональних та менш втомлюючих операцій на робочих місцях, розробку організаційних заходів щодо поліпшення умов та режиму праці робітників підприємства, планування робочих місць таким чином, щоб підвищення продуктивності праці не викликало перевищення трудової напруги серед робітників.

Виконання індивідуальних навчально-дослідних завдань є одним з видів самостійної роботи студентів, що відображає активний тип навчання у вузі [4, с. 161]. Весь комплекс індивідуальних навчально-дослідних завдань з основ ергономіки можна об'єднати у проект, сутність якого визначається розробкою технологічної документації, креслення та планування робочих місць, формування мінімально необхідного та ергономічно доцільного інструментального та матеріального забезпечення процесу виготовлення певного виробу в умовах індивідуального виробництва в навчальних майстернях або в умовах масового виробництва у промисловості.

Зміст індивідуальних завдань сприяє ознайомленню студентів з методами ергономічного аналізу експлуатаційних систем (різного виробничо-технологічного обладнання), дослідженню діяльності виробничого колективу та окремого працівника в умовах навчально-виробничих майстерень або в умовах промислового виробництва, працездатності студентів (робітників), технологічного процесу (по виготовленню певного виробу), об'єктів праці, організації індивідуальних та колективних робочих місць, санітарно-гігієнічних умов праці у навчальних майстернях (цехах) тощо. Результати таких досліджень дають можливість реально оцінити ефективність застосування того чи іншого обладнання, інструмента, дидактичного матеріалу, методу чи засобу організації навчально-виробничого процесу, а також удосконалити матеріально-технічне забезпечення майстерні (цеху), засоби підтримки належних санітарно-гігієнічних умов праці в майстернях (цехах), регламентувати фізичні, енергетичні, розумові, зусилля на виконання певних видів навчальних робіт та режим праці і відпочинку студентів (робітників).

Кожен розділ проекту вирішує окреме навчально-дослідне завдання, що передбачено робочою програмою курсу, та виступає частиною проектної документації на розробку та впровадження технологічного процесу в дію. До змісту проекту включено такі розділи:

1. Аналіз об'єктів праці студентів за ергономічною контрольною карткою.
2. Ергономічний аналіз нормування часу у процесі виконання певного виробничого завдання.
3. Ергономізація технологічного процесу (посильність, працездатність, втома, раціональність рухів, дій, тощо) під час виконання певного виробничого завдання.
4. Планування та проектування робочого місця студента.
5. Проект раціонально організованого робочого місця.

6. Планування та обґрунтування оснащення шкільної майстерні: наявності та розташування меблів, обладнання, пристроїв, інструментів, їх відповідність послідовності технологічних операцій.

7. Аналіз естетичних умов праці: кольорового оформлення приміщення майстерні (цеху), меблів, обладнання, наочності, попереджувальних знаків; озеленення майстерні та прилеглої території.

8. Аналіз санітарно-гігієнічних умов праці.

9. Аналіз стану дидактично-методичного забезпечення навчальної майстерні, умов зберігання та розташування наочних і методичних посібників згідно ергономічних вимог або технологічної та технічної документації цеху.

Виконання цих завдань вимагає мобілізації конструктивної, розрахункової, технологічної, методичної, економічної, спеціальної, графічної та ергономічної підготовки студентів. Результатом навчально-дослідної роботи студентів має стати, проєкт – комплект документації на розробку технологічного процесу виготовлення певної кількості моделей одягу в межах однієї системи крою базової моделі та моделей-модифікацій.

Індивідуальні навчально-дослідні завдання сприяють розширенню, поглибленню і уточненню теоретичних знань, одержаних на лекціях та під час практичних занять, забезпечують вироблення навичок та умінь застосовувати знання для розв'язання практичних і теоретичних завдань, а також формують професійні якості майбутнього спеціаліста. Важливо формувати індивідуальні завдання так, щоб кожний студент був зайнятий напруженою самостійною роботою, виявляв творчість, самостійність у пошуку розв'язань завдань і вправ. Разом з тим, враховуючи індивідуальні особливості та можливості студентів, викладач, виступаючи у ролі консультанта, має допомагати тим, хто цього потребує [5, с. 135]. При впровадженні кредитно-модульної технології навчання роль викладача змінилася. Виступаючи у ролі тьютора викладач консультує, допомагає студентам вирішувати навчальні завдання, але важливо при консультуванні не вирішувати завдання за студента.

Кредитно-модульна система навчання спонукає студентів до самоосвіти, яку все ще спрямовують викладачі, адже саме вони рекламують певну галузь знань, стимулюючи інтерес до володіння певною системою знань, умінь, навичок. Викладач допомагає визначити той комплекс технологій, які необхідні для здійснення якісної професійної діяльності у певній галузі виробництва, науки, техніки.

**Список літератури:** 1. Дичківська І.М. Інноваційні педагогічні технології: [навч. посіб.] / І.М. Дичківська — К.: Академвидав, 2004. — 352 с. 2. Козуб Ю. Сучасні вимоги до особистісних та професійних якостей учителя трудового навчання / Ю. Козуб, В. Бурдун. // Інноваційні технології в професійній підготовці вчителя трудового навчання: проблеми теорії і практики: зб. наук. праць — Вип. 2. — Полт. держ. пед. ун-т імені В.Г. Короленка. — Полтава: ПДПУ, 2007. — С. 393 – 397. 3. Оршанський Л.В. Метод проєктів як інтерактивна технологія підготовки майбутнього вчителя трудового навчання / Л.В. Оршанський // Інноваційні технології в професійній підготовці вчителя трудового навчання: проблеми теорії і практики: зб. наук. праць — Вип. 2 — Полт. держ. пед. ун-т імені В.Г. Короленка. — Полтава: ПДПУ, 2007 р. — С. 152 – 157. 4. Педагогика и психология высшей школы: [учеб. пособие для студентов и аспирантов вузов] / [М.В. Буланова-Топоркова, А.В. Духавнева, Л.Д. Столяренко и др.] ; отв. ред. С.И. Самыгин. — Ростов-н/Д.: Феникс, 2002. — 544 с. 5. Слєпкань З.І. Наукові засади педагогічного процесу у вищій школі / З.І. Слєпкань. — К.: НПУ, 2000. — 210 с.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 621.785.33**

## **ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА МАССИВНЫХ ОТЛИВОК С РАБОЧИМ СЛОЕМ ИЗ СРЕДНЕХРОМИСТОГО ЧУГУНА ТИПА Nihard 4**

Исследованы особенности структурообразования среднехромистого чугуна типа Nihard 4. Предложен модификатор Reseed® inoculant, который позволяет обеспечить получение однородного уровня твердости. Для его повышения рекомендован режим термической обработки, который за счет дополнительного распада остаточного аустенита увеличивает твердость на 3-4 ед.HS. Рекомендована зависимость, позволяющая по  $H_c$  прогнозировать уровень твердости рабочего слоя.

Досліджені особливості структуроутворення середньохромистого чавуну типу Nihard 4. Запропонований модифікатор Reseed® inoculant, який дозволяє забезпечити отримання однорідного рівня твердості. Для його підвищення рекомендований режим термічної обробки, який за рахунок додаткового розпаду залишкового аустеніту збільшує твердість на 3-4 од.HS. Рекомендована залежність, що дозволяє по  $H_c$  прогнозувати рівень твердості робочого шаруючи.

**Постановка проблемы.** Современные хромоникелевые чугуны, применяемые для производства рабочего слоя массивных двухслойных отливок, - являются сложнолегированными многокомпонентными материалами. Их высокая эксплуатационная стойкость определяется обособностью выбора состава, модифицирования, варианта термической обработки и изготовления с учетом условий эксплуатации.

Для повышения качества таких материалов в последнее время за рубежом используют дополнительное легирование, преимущественно хромом. Однако химический состав, технология, параметры литья и термообработки таких изделий, обеспечивающие длительный жизненный цикл, предприятиями изготовителями не разглашаются. Поэтому важными являются исследования по изучению особенностей структурообразования таких материалов, включая первичную кристаллизацию и превращения в твердом состоянии, а также разработка неразрушающих методов контроля их качества

**Анализ последних исследований и публикаций.** Согласно проведенным исследованиям, выполненным по проспектам зарубежных фирм, установлено, что для повышения уровня свойств (особенно износостойкости) хромоникелевых чугунов в их состав дополнительно вводят повышенное количество хрома - 7-8,5%. В этом случае по данным Цыпина [1, с.5-10] возможна кристаллизация как карбидов цементитного типа  $Me_3C$ , так и - тригональных типа  $Me_7C_3$ . По химическому составу данный среднехромистый чугун близок к типу Nihard 4 (табл. 1), однако в последнем концентрация кремния, никеля, хрома и углерода имеют более широкие пределы.

Предлагается использовать неразрушающий метод контроля свойств по магнитному параметру – коэрцитивной силе ( $H_c$ ). Это позволит прогнозировать их уровень до и после термической обработки отливок. Однако в настоящее время отсутствуют сведения о его использовании для такого материала, как за рубежом, так и в Украине. Недостаточно изучено и влияние различных модификаторов на уровень свойств такого чугуна.

**Цель статьи** – повысить качество среднехромистого чугуна с содержанием 7-8,5%Cr за счет выбора рационального модификатора на основе оценки особенностей структурообразования материала. Установить зависимости, позволяющие по  $H_c$  прогнозировать уровень свойств отливок.

**Изложение основного материала.** Анализировали массивные отливки Ø670 мм и длиной бочки 1800 мм с различной концентрацией химических элементов в рабочем слое, степенью эвтектичности и количеством вводимого модификатора (табл. 2). Выполнили оценку микротвердости различных составляющих (табл. 3). Технологические параметры заливки приведены в табл. 4.

Таблица 1. Химический состав чугунов типа Nihard 4,<sup>1</sup> применяемых за рубежом

Страна	Компания	Обозначение материала	Содержание элементов, %								Основа чугуна
			C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	
Германия	ALLARD-EUROPE	ALLADUR400	2,5-3,5	1,5-2,2	н.д. <sup>2</sup>	н.д.	н.д.	8,0-10,0	4,5-6,5	н.д.	Мартенситная <sup>3</sup>
	ZIRL GUSS GES.M.B.H.	Nihard 4	2,5-3,0	1,5-2,2	0,3-0,7	н.д.	н.д.	8,0-10,0	4,5-6,5	0,5	Н.д.
США	WEATHERLY CASTING & MACHINE CO	Ni-Hard 4	2,7-3,5	до 2	до 2	н.д.	н.д.	7,0-11,0	4,9-7,0	до 1,5	Мартенситная. Допускается незначительное количество остаточного аустенита. Карбидная фаза Me <sub>7</sub> C <sub>3</sub>
	WILFLEY	Nihard 4	2,5-3,6	до 2	до 2	до 0,10	до 0,15	7,0-11,0	4,5-7,0	до 1,5	Мартенситная
	A.G.ANDERSON LTD	A532:CLI-D	2,5-3,6	до 2	до 2	н.д.	н.д.	7,0-11,0	4,5-7,0	до 1,5	Н.д.
Сингапур	SWANMET ENGINEERING PTE LTD	NH4	3,2-3,6	н.д.	0,2-0,8	н.д.	н.д.	8,0-10,0	4,0-6,0	н.д.	Мартенситная
Италия	FONDERIE GIROUD INDUSTRIE	EN-GJN-HV600	2,5-3,5	1,5-2,5	0,3-0,8	до 0,08	до 0,08	8,0-10,0	4,5-6,5	-	Н.д.
Великобритания	DUCTILE CASTING LTD	EN-GJN-HV600	2,5-3,5	1,5-2,5	0,3-0,8	до 0,08	до 0,08	8,0-10,0	4,5-6,5	-	Н.д.

Примечание: 1. Среднехромистый чугун выпускается согласно стандартов: ASTM A532 Class 1, Type D; DIN 1695 (GX300CrNiSi9.5.2); EN12513 (EN-GJN-HV600, EN-JN2049); BS4844 Pt Types 2E; 2. Н.д. – нет данных; 3. По данным немецкой вальцелитейной фирмы WALZEN IRLE GmbH наилучший уровень свойств и минимальный их спад по глубине обеспечивается при наличии мартенситной матрицы, упрочненной спецкарбидом хрома - Me<sub>7</sub>C<sub>3</sub>. Указан тип чугуна – Nihard 4, однако химический состав отсутствует.

Таблица 2. Химический состав рабочего слоя среднехромистых валков ЛПХ8Ндц

Условный № валка	Содержание элементов, %										Масса металла, кг	Степень эвтектичности, S <sub>s</sub>	Модифицирование
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	V			
1	3,23	1,56	0,57	0,043	0,009	8,10	4,20	0,22		0,13	2250	1,06	В ковш 3 кг Reseed + флюс
2	3,22	1,59	0,63	0,054	0,021	8,44	3,90	0,24	0,06	0,10	2400	1,07	В ковш 4 кг Reseed + 2 кг буры
3	3,14	1,59	0,55	0,04	0,014	8,12	3,73	0,26	0,067	0,12	2160	1,03	В ковш 4 кг Reseed + 3 кг буры
4	3,24	1,57	0,58	0,051	0,022	7,54	3,80	0,22		0,11	2120	1,05	5 кг Superseed + флюс + 2 кг буры
5	3,24	1,70	0,58	0,051	0,020	7,73	3,80	0,22		0,11	2180	1,07	3 кг Superseed + флюс

Таблица 3. Микротвердость структурных составляющих рабочего слоя исследуемых валков ЛПХ8Ндц

Степень эвтек-	Микротвердость					Карбиды	Примечание
	феррит	аустенит	троостит	сорбит	мартенсит		

тично-сти						$Me_7C_3$ ( $Me_{23}C_6$ )	$Me_3C$	
$\frac{1,03-1,06}{1,05}$	$\frac{138-190}{161}$	$\frac{175-210}{182}$	$\frac{300-392}{338}$	$\frac{221-289}{247}$	-	-	$\frac{607-845}{723}$	Характерны темные границы
$\frac{1,7-1,7}{1,7}$	-	-	$\frac{321-400}{392}$	$\frac{203-252}{236}$	$\frac{488-607}{569}$	$\frac{1013-1101}{1057}$	$\frac{705-893}{800}$	Частичный распад аустенита с формированием бесструктурной оторочки

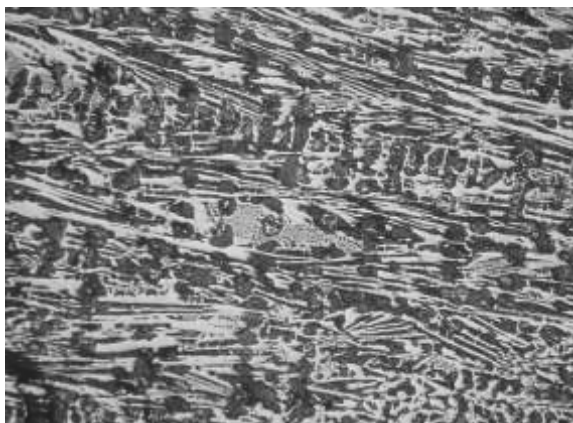
Примечание. Микротвердость измерена при нагрузке 50 г, в числителе приведен разброс, в знаменателе среднее значение.

Таблица 4. Технологические параметры заливки исследуемых двухслойных валков исполнения ЛПХ8Ндц

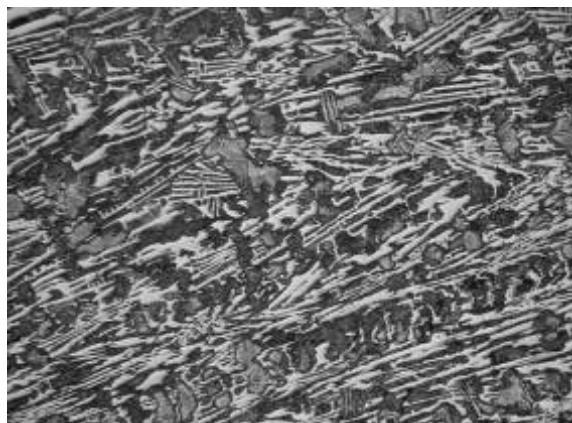
Условный № валка	Толщина покрытия на кокиль, мм	Температура, °С		Выдержка, мин.	Примечание
		кокиля	заливки		
1	3,3-3,4	150	1420	6,9	Промывка при температуре 1310 °С
2	3,5-3,6	200	1415	7	Промывка при температуре 1325 °С
3	3,4-3,5	142	1420	7	Промывка при температуре 1315 °С
4	3,4-3,5	156	1400	6,9	Промывка при температуре 1310 °С
5	3,4-3,5	178	1420	7,1	Промывка при температуре 1320 °С

Микроструктура исследуемых чугунов имеет промежуточное строение между хромоникелевыми и высокохромистыми. Карбидная фаза представлена как колониями ледебурита (рис. 1, а), так и грубым конгломератом карбидных фаз (см. рис. 1, б).

Наиболее высокие значения прочностных характеристик и  $H_c$  соответствуют среднехромистым валкам по сравнению с хромоникелевыми, у которых доля темнотравящейся фазы минимальна. Для среднехромистых валков характерен наиболее полный распад остаточного аустенита уже в процессе охлаждения после литья, а также неоднородность матричной фазы (рис. 2).

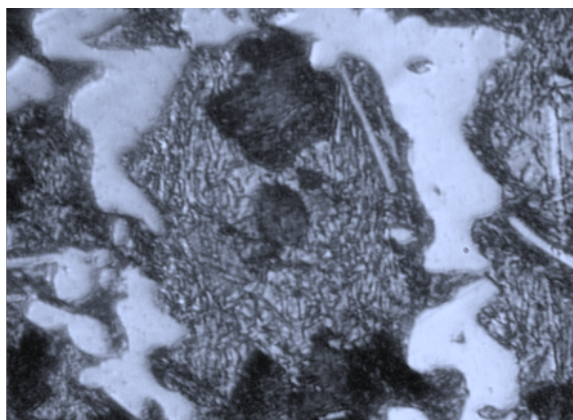


а)

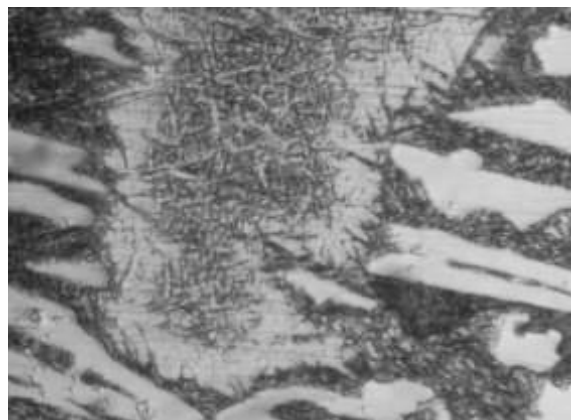


б)

Рис. 1. Микроструктура рабочего слоя валков из среднехромистого чугуна: а – колонии ледобурита пластинчатого строения; б – грубый конгломерат фаз. Травление 4%-ным раствором  $\text{HNO}_3$ ,  $\times 100$



а)



б)

Рис. 2. Микроструктура рабочего слоя валков из среднехромистого чугуна с тонкоигольчатой структурой: а – участки, в которых превращение остаточного аустенита прошло наиболее полно и по структуре близко к матричной фазе хромоникелевого чугуна; б – неоднородные участки, характерные для высокохромистых сплавов. Травление 4%-ным раствором  $\text{HNO}_3$ ,  $\times 1000$

Присутствуют как участки близкие по своей структуре к матричной фазе хромоникелевых валков (см.рис. 2,а), так и неоднородные участки, характерные для матричной фазы высокохромистых валков (см.рис. 2,б).

Микротвердость таких неоднородных участков – по центру зерна Н-50-289. Встречается два типа структур, прилегающих к границе зерна. Это участки с повышенной травимостью и микротвердостью Н-50-260 и слаботравящиеся традиционными реактивами - с микротвердостью Н-50-338, что соответствует аустениту.

Отличительной особенностью матрицы по сравнению с хромоникелевыми сплавами и высокохромистыми является повышенная засоренность включениями темного цвета, а также большее разнообразие идентифицируемых по микротвердости, строению и данным рентгеноструктурного анализа (табл. 5) структурных составляющих – феррита, остаточного аустенита, троостита, сорбита, мартенсита. Присутствуют как карбиды цементитного типа  $\text{Me}_3\text{C}$ , так и спецкарбиды  $\text{Me}_7\text{C}_3$ ,  $\text{Me}_{23}\text{C}_6$ . При пониженной концентрации хрома (до 5-6%) формируется эвтектика ледобуритного типа, где ведущей фазой является легированный цементит. Микротвердость карбидов, рядом с участками повышенной травимости (см.рис. 2,а) составляет Н-50-705-893.



При повышенной концентрации хрома (более 7-8%) формируется аустенито-хромистокарбидная эвтектика, где матричной фазой является аустенит, а разветвленной - тригональный карбид  $Me_7C_3$  с микротвердостью Н-50-1013-1101 (см.рис. 2,б).

**Известно [2], что для сплава близкого по составу к изучаемому среднехромистому (отличается повышенным содержанием никеля – до 6%), на тип формируемой эвтектики существенно влияет содержание кремния.**

Таблица 5. Рентгеноструктурный анализ рабочего слоя среднехромистого валька

2 $\Theta$	I/I	d, Å	Фазы	2 $\Theta$	I	d, Å	Фазы
12,1	оч. сл.	7,314	Н.и.	53,0	ср.	1,728	$Cr_7C_3$
30,0	сл.	2,978	Н.и.	54,8	сл.	1,675	$Cr_{23}C_6$
35,6	оч. сл.	2,522	Н.и.	58,3	оч. сл.	1,583	$Cr_{23}C_6$
37,9	ср.	2,376	$Cr_{23}C_6$ ; $Fe_3C$	62,0	оч. сл.	1,497	Н.и.
39,9	ср.	2,259	$Cr_7C_3$	65,0	ср.	1,435	$\alpha$ -Fe
41,0	оч. сл.	2,201	$Cr_{23}C_6$	66,8	оч. сл.	1,400	Н.и.
43,1	ср.	2,099	$\gamma$ -Fe; $Fe_3C$	72,2	оч. сл.	1,308	$\gamma$ -Fe
45,0	оч. сл.	2,014	$\alpha$ -Fe; $Fe_3C$	74,6	оч. сл.	1,272	$Cr_{23}C_6$
46,8	оч. сл.	1,941	Н.и.	78,4	оч. сл.	1,222	$Cr_{23}C_6$
48,8	сл.	1,866	$Cr_{23}C_6$ ; $Cr_7C_3$	82,6	ср.	1,168	$\alpha$ -Fe; $Cr_{23}C_6$
49,4	сл.	1,845	$Fe_3C$	83,8	ср.	1,154	$Cr_7C_3$
50,1	оч. сл.	1,821	$\gamma$ -Fe	88,9	оч. сл.	1,101	$\gamma$ -Fe; $Cr_{23}C_6$
52,1	оч. сл.	1,756	$Cr_7C_3$	99,2	ср.	1,056	$\gamma$ -Fe

Примечание. Н.и. - не удалось идентифицировать; I/I – относительная интенсивность дифракционного максимума; d – межплоскостное расстояние, ангстрем;  $\Theta$  – угол скольжения

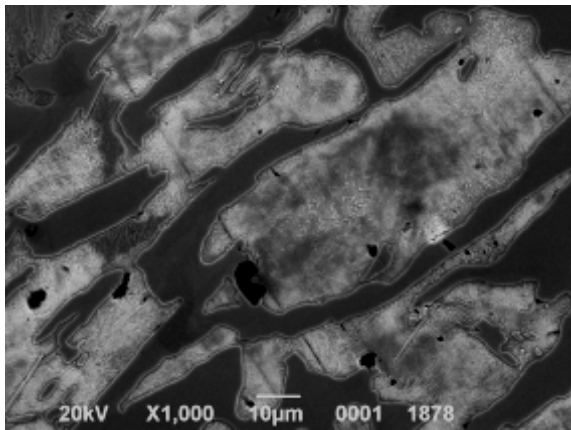
Так, при содержании 0,3-1,2%Si зафиксирована sdвоенная структура эвтектики – ведущей фазой является спецкарбид  $Me_7C_3$ , окруженный карбидом цементитного типа  $Me_3C$ . Структура дополнительно содержит ледебурит ( $Me_3C$  и аустенит). При содержании 1,6%Si эвтектика состоит только из спецкарбида  $Me_7C_3$ , а в структуре отмечено незначительное количество ледебурита. Повышение содержания кремния до 2,3% приводит к формированию эвтектики на основе спецкарбида и полному отсутствию ледебурита в структуре чугуна.

Для оценки однородности распределения компонентов по структурным составляющим среднехромистого чугуна выполнили микрорентгено-спектральные исследования (рис. 3).

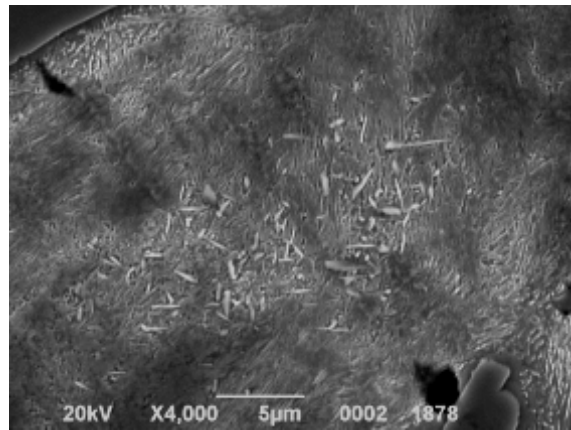
В центре зерна (см. рис. 3, б), с микротвердостью Н-50-488-607 (среднее Н-50-555), содержится (рис. 4, а): 4,14%Cr, 0,44%Mn, 4,47%Ni, 1,89%Si. Также присутствует незначительное количество оксидов (рис. 5). Данная зона обеднена углеродом, по сравнению с расположенными рядом.

На расстоянии 20 мкм в более темной и дисперсной зоне зерна содержится (см.рис. 6.31,б): 3,31%Cr, 0,59%Mn, 4,41%Ni, 2,09%Si. Концентрация кислорода в данной зоне по сравнению с центром выше – на 20%, что свидетельствует о том, что темный цвет структурной составляющей обусловлен её составом. Концентрация углерода в данной зоне также повышена на 23,5% по сравнению с центром. Микротвердость составляет Н-50-203-392 (среднее Н-50-310), что соответствует сорбиту и трооститу.

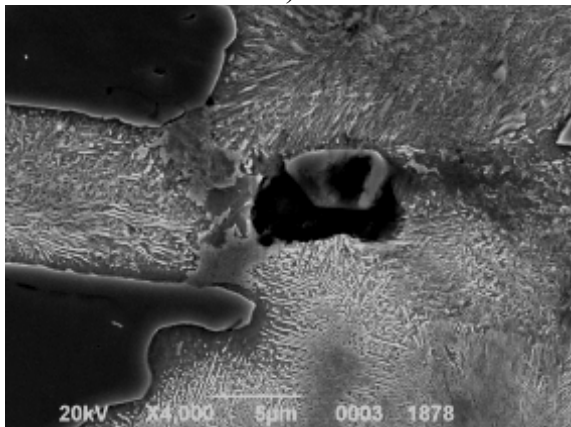
На расстоянии 40 мкм от центра зерна, у его края, замерить достоверно микротвердость не удалось, однако качественно определено, что её уровень близок к прилегающей зоне зерна (для зерен с выраженной неоднородностью данные приведены выше). Однако для некоторых зерен, в том числе и для края, микротвердость составляет Н-50-175-180 (среднее Н-50-178), что соответствует ферриту.



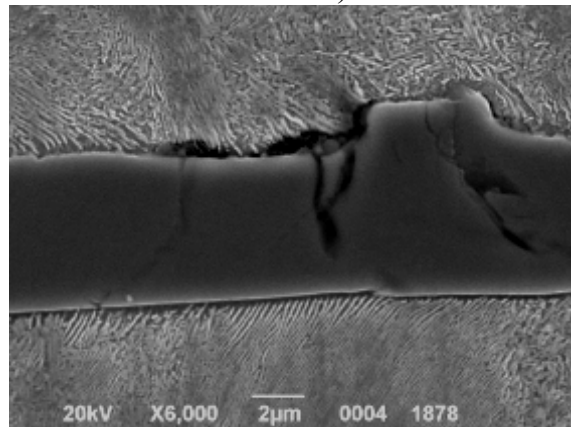
а)



б)



в)



г)

**Рис. 3. Микроструктура среднехромистого чугуна: а – общий вид зерен матричной фазы и карбидов; б – матричная фаза и выделения по центру зерна; в - включение темного цвета - графит; г – микротрещины в карбидной фазе. Травление 4%-ным раствором  $HNO_3$**

В исследуемой зоне содержится (см.рис. 4,в): 2,36%Cr, 0,49%Mn, 4,73%Ni, 0,18%P, 2,58%Si. Концентрация кислорода практически не изменяется и составляет 2,16%. Из этого следует, что металл плохо раскислен.

В карбидной фазе, в зоне с микротвердостью Н-50-1013-1101 содержится: 16,44%Cr, 0,84%Mn, 0,47%Ni, 1,08%Mo, 0,23%S, что соответствует карбиду типа  $Me_7C_3$ . Наличие примеси серы (до 0,23%) связано с включениями MnS в зонах, прилегающих к карбидной фазе. В карбидной фазе, расположенной на расстоянии 2-3 мм от анализируемого зерна содержится: 8,60%Cr, 0,70%Mn, 1,42%Ni, 0,13%V, что соответствует карбиду цементитного типа.

Оценка микроструктуры чугуна позволила выявить большое количество включений с микротвердостью Н-50-203-252. Данные включения представляют собой сложные соединения на базе сульфида марганца и оксидов железа (см.рис. 2).

Для среднехромистого чугуна повышение количества вводимого модификатора Re-  
seed<sup>®</sup> inoculant (RS) совместно с бурой понижает твердость и  $H_c$ :

$$HS = 86,5 - 2,5RS \quad (1)$$

$$H_c = 57,1 - 9,8RS \quad (2)$$

$$HS = 68,78 + 0,39H_c \quad (3)$$

В то же время модифицирование только Re-  
seed<sup>®</sup> inoculant позволяет повысить твердость до 79HS при равномерной её однородности по бочке вала.

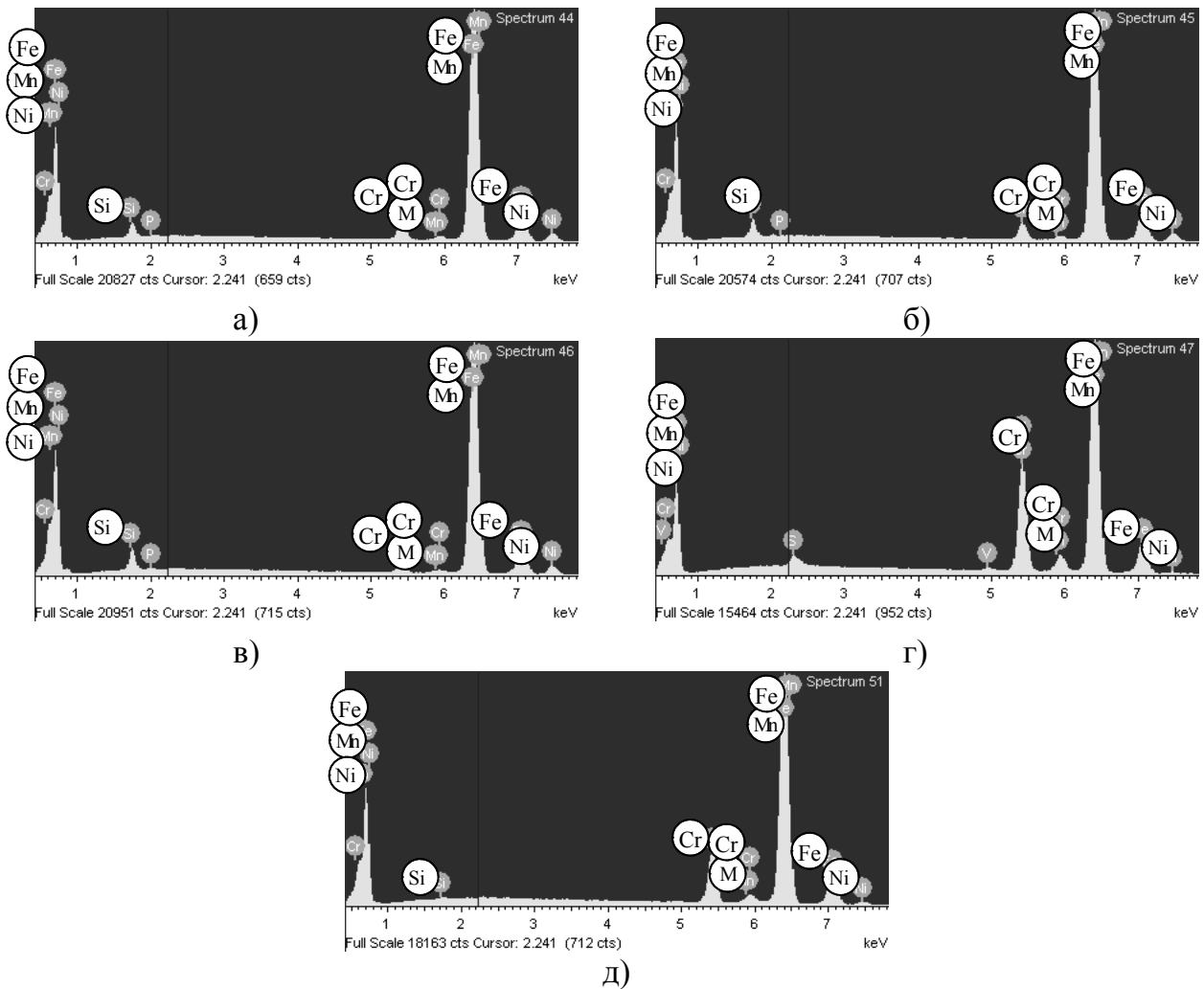


Рис. 4. Распределение элементов по телу зерна в матричной и карбидной фазе: а – в зоне выделений по центру зерна; б – на расстоянии 20 мкм в более темной зоне зерна; в – на расстоянии 40 мкм у края зерна; г - карбид цементитного типа; д – карбид цементитного типа на расстоянии 2-3 мм от ранее анализируемой зоны

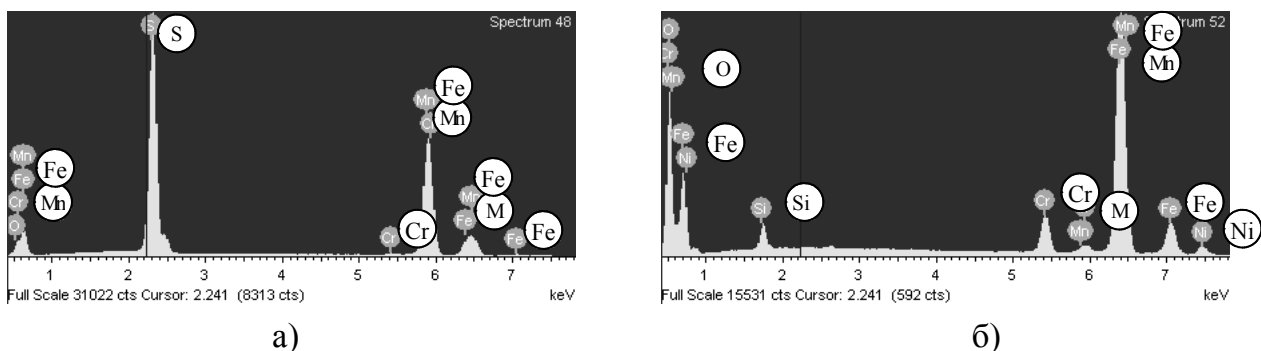


Рис. 5. Концентрация элементов во включениях: а – сульфид марганца; б – оксид железа

Модифицирование металла Superseed<sup>®</sup> inoculant совместно с бурой также повышает твердость до 79HS, однако по длине бочки она неоднородна 76-79HS. Введение только Superseed<sup>®</sup> inoculant снижает твердость до 72HS. Модифицирование среднехромистого чугуна Reseed<sup>®</sup> inoculant способствует повышению твердости и увеличивает долю остаточного аустенита до 28-31%, по сравнению с введением Superseed<sup>®</sup> inoculant – ( $A_{ост} = 12-21\%$ ). Это свидетельствует о преимущественном формировании спецкарбида хрома при введении Reseed<sup>®</sup> inoculant.

Повышенное содержание остаточного аустенита позволяет проведением отжига при  $450 \pm 10^\circ\text{C}$  дополнительно повысить твердость до 81HS при снижении  $H_c$  на 32-51%.

После циклической термической обработки при  $450 \pm 10^\circ\text{C}$  твердость среднехромистых валков, как показали исследования, можно повысить на 3-4 ед. HS и снизить  $H_c$  в 1,8-2 раза за счет распада остаточного аустенита и снижения напряжений уже после первой ступени обработки.

### **Выводы**

Исследованы особенности структурообразования среднехромистого чугуна типа Ni-hard 4. Показано, что при пониженной концентрации хрома (до 5-6%) формируется эвтектика ледебуритного типа, где ведущей фазой является легированный цементит. При повышенной концентрации хрома (более 7-8%) формируется аустенито-хромистокарбидная эвтектика, где матричной фазой является аустенит, а разветвленной - тригональный карбид  $Me_7C_3$ .

Предложен модификатор Reseed<sup>®</sup> inoculant, который позволяет обеспечить получение однородного уровня твердости. Для его повышения рекомендован режим термической обработки, который за счет дополнительного распада остаточного аустенита увеличивает твердость на 3-4 ед.HS. Рекомендована зависимость, позволяющая по  $H_c$  прогнозировать уровень твердости рабочего слоя.

**Список литературы:** 1. Цыпин И.И. Белые износостойкие чугуны. /И.И. Цыпин. - М: Металлургия, 1983. - 176 с. 2. Будагьянц Н.А. Литые прокатные валки. / Н.А. Будагьянц, В.Е. Карский – М: Металлургия, 1983. – 175 с.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 621**

*А.С. ГОРДЕЕВ*, докт. техн. наук, проф., УИПА, г. Харьков

*А.Г.БАСОВА*, аспирант, УИПА, г. Харьков

### **ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ПОЛИГРАФИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ МЕТОДОМ ГАЗОПЛАЗМЕННОГО НАНЕСЕНИЯ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Показано, що для відновлення деталей типу поліграфічний вал, друкарський циліндр, підшипник кочення в друкарській секції доцільним є спосіб газоплазмового нанесення порошкових матеріалів з одночасним їх оплавленням, оскільки він дозволяє отримати тверді, зносостійкі поверхні шари з різних матеріалів.

Показано, что для восстановления деталей типа полиграфический вал, печатный цилиндр, подшипник качения в печатной секции целесообразным является способ газоплазменного нанесения порошковых материалов с одновременным их оплавлением, т.к. он позволяет получить твердые, износостойкие поверхностные слои из различных материалов.

**Введение.** Качество печатной продукции зависит от решения сложных технических, экономических и организационных задач. Технической основой обеспечения качества любой продукции, в том числе и полиграфической, является необходимая точность работы оборудования, качества сырья и полуфабрикатов, квалификация обслуживающего персонала, организация производства, включая и организацию контроля производственных процессов и готовой продукции. В связи с этим по уровню качества продукции можно судить об уровне почти всех аспектов производственного процесса.

На качество печати большое влияние оказывают динамические нагрузки. При высоких динамических и вибрационных нагрузках в ротационной печатной машине возни-

кают такие дефекты печати, как полошение, дробление изображения, кроме того, на печатных машинах с высокими динамическими нагрузками часто происходят обрывы бумажного полотна. Динамические нагрузки вызывают высокий уровень вибрации, который передается на системы галерей и лестниц, фундамент, строительные перекрытия и влияют на обслуживающий машину персонал.

Основными факторами, которые определяют динамические и вибрационные нагрузки в печатной машине, является несбалансированность офсетных и формных цилиндров, вибрация зубчатых передач, пространственные отклонения посадочных отверстий. Поэтому точность изготовления печатных секций приобретает особо важное значение. Однако их изготовление и ремонт при существующих технологиях – очень трудоемкий и сложный процесс, требующий больших затрат труда и средств.

Эффективное повышение производительности труда при ремонте цилиндров с использованием существующих технологических процессов практически невозможно. Необходимы качественно новые технологические процессы. К ним прежде всего следует отнести применение газотермического нанесения покрытий, позволяющее получать высокую точность и чистоту поверхности цилиндров без механической обработки. Вопросам технологии нанесения покрытий на детали печатной секции полиграфических машин, надежности их работы посвящена данная статья.

Отдельные аспекты повышения качества восстановления деталей рассматривались в работах отечественных и зарубежных ученых. Среди них, прежде всего, можно выделить работы Молодык Н.В., Зенкин А.С., Шестаков А.И., Катц Н.В., Беленов А.С., Питер Ф., Пузряков А.Ф., Беграмбеков Л.Б., Балдаев Л.Х., Карабасов Ю.С., Хасуи А., Моригаки О., Кудинов В.В., Борисов Ю.С., Харламов Ю.А., Кардонина Н.И., Лялякин В.П. и др. Однако научные труды, посвященные восстановлению и защите деталей в полиграфической промышленности от износа и коррозии методом газотермического напыления покрытий практически отсутствуют.

Состояние многих полиграфических предприятий, введенных в эксплуатацию несколько десятилетий назад таково, что в соответствии с существующими нормативами требуется замена многих дорогостоящих узлов и агрегатов. Невозможность широкой модернизации полиграфического оборудования вследствие его высокой текущей стоимости и отсутствия необходимого объема средств делает ключевыми вопросы его ремонта и восстановления изношенных узлов. Даже в случаях эксплуатации нового оборудования вопросы ремонта будут актуальны, поскольку повреждение ответственных деталей возможно уже на стадии поставки оборудования (например, поставка бракованных деталей, коррозия при транспортировке и хранении и т.д.), а специфика энергетического производства требует как можно более быстрого решения возникающих проблем.

По запасу усталостной прочности многие дорогостоящие детали (полиграфические валы, печатные цилиндры, зубчатые колеса, подшипники качения и др.) отвечают требованиям надежности и, при условии восстановления начальных размеров, вполне работоспособны. Выход из строя этих изделий обычно связан с износом контактных поверхностей (или нарушением размеров вследствие неквалифицированной механической обработки новых деталей), отличающихся простой геометрией и легко восстанавливаемых газотермическим (плазменным и газоплазменным) напылением. Соотношение стоимости новой детали и затрат на восстановление изношенной делают такой ремонт целесообразным (особенно учитывая затраты времени на изготовление и транспортировку крупных деталей). Плазменное напыление на сегодняшний момент представляет собой наиболее предпочтительный и уже доступный способ проведения ремонтно-восстановительных работ по сравнению с другими методами. К достоинствам данного метода можно отнести: сравнительно короткое время ремонтно-восстановительных работ; возможность про-

изводить напыление непосредственно на месте эксплуатации изделия (современные установки плазменного напыления достаточно компактны); отсутствие коробления деталей; возможность напыления широкого спектра материалов и т.д. [1, 4].

### **Традиционные пути решения задачи восстановления.**

В производственных условиях разработаны и реализованы десятки различных способов восстановления деталей. Выбор наиболее приемлемого способа состоит в техническом, экономическом и организационном анализе требований к восстановленным деталям с учетом условий работы их в сопряжениях, производственной программы, оснащения предприятий, обеспеченности материалами, энергией, рабочей силой и других конкретных мероприятий [4].

Различают такие способы восстановления деталей [4]:

1. *Сварка*: ручная дуговая, автоматическая и механизированная дуговая, аргодуговая, газовая, контактная, трением, термитная, электрошлаковая, электронно-лучевая, ультразвуковая, высокочастотная, магнитно-импульсная, взрывом, давлением, диффузионная в вакууме, кузнечная. Применяется для заварки трещин, обломов, приварки накладок, вставок, заплат, наплавки износостойких материалов, сварки тонколистового материала, сварки и наплавки алюминия и коррозионно-стойкой стали, стыковой сварки деталей и их элементов разной конфигурации, сварке крупногабаритных и массивных деталей, сварки ответственных деталей с высокой точностью и др.

2. *Наплавка*: дуговая под флюсом, дуговая в углекислом газе, дуговая с газоплазменной защитой, вибродуговая, дуговая порошковой проволокой или лентой, дуговая в среде аргона, контактная, газовая, плазменная, многоэлектродная под флюсом, лежачим электродом, электроимпульсная, электроискровая, электрошлаковая, жидким металлом, с одновременным деформированием, с одновременным резанием, лазерная, высокочастотная, высокочастотная в огнеупорной среде. Применяется для наплавки стальных, алюминиевых и чугуновых деталей, наплавки износостойких слоев на деталях, работающих в условиях интенсивного абразивного изнашивания, наплавки деталей со значительными износами (не менее 3 мм.), наплавки деталей преимущественно с наружным шлицевым профилем, наплавки и обработки износостойких материалов в нагретом состоянии и др.

3. *Нанесение газотермических покрытий*: плазменное порошковыми материалами без оплавления (на ацетилене или пропан-бутане), плазменное порошковыми материалами с оплавлением (на ацетилене или пропан-бутане), плазменное порошковых материалов, плазменное проволокой сплошного сечения, ионно-плазменное, детонационное, дуговое, высокочастотное. Применяется для обработки наружных и внутренних цилиндрических поверхностей, нанесения износостойких и защитных покрытий с особыми свойствами.

4. *Холодное пластическое деформирование*: раздача, раздача с одновременной вытяжкой, вытяжка, раскатка, дорнование и калибровка, протягивание, осадка, правка, накатка, обжим, чеканка. Применяется для восстановления наружных и внутренних поверхностей деталей, восстановления формы деталей, упрочнения сварных швов.

5. *Горячее пластическое деформирование*: давление в закрытом штампе, гидротермическая раздача, термоциклирование, термопластический обжим, накатка, ротационное деформирование, обжим, правка, вытяжка, осадка, раздача, выдавливание, оттяжка, термомеханическая обработка. Применяется для восстановления формы и элементов деталей за счет перераспределения металла из нерабочих поверхностей на рабочие для компенсации износа, зубчатых профилей шестерен и звездочек, зубчатых и шлицевых поверхностей, внутренних поверхностей полых деталей.

6. *Нанесение полимерных материалов*: напылением: газоплазменным, в электростатическом поле, в псевдооживленном слое центробежным наматыванием: шпателем, кистью, валиком, литьем: под давлением, опрессовкой, намазыванием жидких прокладок, герметиков. Применяется для восстановления формы поверхностей облицовок и оперений, восстановление антифрикционных, электроизоляционных и декоративных покрытий, восстановления посадочных поверхностей неподвижных сопряжений, заделки трещин, пробоин, антифрикционных, электроизоляционных и декоративных покрытий, герметичности соединений, изготовления деталей.

7. *Проведение химико-термических процессов*: цементация и нитроцементация, повторное азотирование, диффузионное хромирование в вакууме и парогазовое, сульфохромирование, диффузионное цинкование, диффузионное борирование. Применяется для восстановления поверхностей деталей с износом, не превышающим 0,05 мм., поверхностного упрочнения, восстановления деталей из медных сплавов с износом, не превышающим 0,8 мм.

8. *Электромеханическая обработка*: высаживание и выглаживание. Применяется для восстановления поверхностей неподвижных сопряжений с износом до 0,2 мм.

9. *Электрофизическая обработка*: электроконтактная подводная, электроабразивная, анодно-механическая, электроэрозионная. Применяется для обработки наплавленных поверхностей с высокой твердостью, удаления остатков обломанных инструментов.

10. *Электрохимическая обработка*: абразивным инструментом с принудительной подачей электролита, металлическим инструментом с принудительной подачей электролита. Применяется для обработки наплавленных поверхностей с высокой твердостью.

11. *Пайка*: легкоплавкими припоями, тугоплавкими припоями, пайка-сварка. Применяется для восстановления герметичности соединений и трубопроводов, восстановления инструмента.

12. *Термическая обработка*: отпуск, нормализация, отжиг, закалка, улучшение. Применяется для восстановления физико-механических характеристик и структуры материала, упрочнения.

В нашем исследовании мы рассматривали машину флексографской печати марки ПФРП-84. Данная печатная машина состоит из печатной секции, включающей в себя станцию с приводом, печатные аппараты, калориферы промежуточной сушки, станцию подачи краски; секции рулонной зарядки и приемки, секции сушки, гидропривода и электрооборудования. Печатный аппарат предназначен для нанесения изображения на обрабатываемый материал.

К основным деталям, подвергающимся статическим динамическим нагрузкам относятся полиграфические валы, печатные цилиндры, подшипники качения в печатной секции. Проанализировав технические, экономические и организационные требования к восстанавливаемым деталям наиболее приемлемый способ является газоплазменное нанесение порошковых материалов.

## **2. Газоплазменное нанесение порошковых материалов.**

Основа процесса газоплазменного нанесения – пластификация порошка в высокотемпературном источнике тепла (ацетиленокислородном пламени) и нанесении его газовыми потоками на предварительно подготовленную изношенную поверхность [1].

Преимущества газоплазменного нанесения состоят в высокой производительности процесса, локальности обработки, незначительном влиянии на подложку, возможности нанесения покрытий на изделия больших размеров, отсутствии ограничений на сочетания материалов покрытия и подложки, что позволяет охватить большую номенклатуру восстановления изношенных деталей.

В зависимости от назначения и материала детали, условий ее эксплуатации, контактов сопрягаемых поверхностей при восстановлении деталей используют следующие методы газоплазменного нанесения покрытий [3]:

1 – газоплазменное напыление порошка без последующего оплавления; используется для восстановления деталей с износом до 2,0 мм. на сторону без деформации, искажения или изменения структуры основного материала, не подвергающихся в процессе эксплуатации ударам, знакопеременным нагрузкам, большому нагреву;

2 – газоплазменное напыление с одновременным оплавлением; используется для восстановления деталей с местным износом до 3—5 мм., работающих при знакопеременных и ударных нагрузках, изготовленных из серого чугуна, конструкционных, коррозионно-стойких сталей и др.

3 – газоплазменное напыление с последующим оплавлением; дает возможность восстанавливать детали типа вала с износом до 2,5 мм. на сторону; восстановленные детали устойчивы против коррозии, абразивного изнашивания, действия высоких температур.

Технологический процесс газоплазменного нанесения, в основном, состоит из трех этапов [4]:

- нагрева поверхности детали до 200-250 °С;

- нанесения подслоя, который дает основу, необходимую для наложения основных слоев;

- нанесения основных слоев, позволяющих получить покрытия с необходимыми физико-механическими свойствами.

К основным факторам, влияющим на прочность сцепления покрытия с основой, относятся: способ подготовки поверхности и используемый при этом абразивный материал. Параметры струйной обработки поверхности, время выдержки после обработки, наличие предварительного подогрева, применение подслоя и использование терморреагирующих порошков, способ распыления, эффективная мощность пламени, параметры процесса распыления, состав материала покрытия (наличие поверхностно-активных добавок в покрытии зависит от применяемого оборудования и от присадочных материалов) [2].

**Заключение.** Таким образом, для восстановления деталей типа полиграфический вал, печатный цилиндр, подшипник качения в печатной секции целесообразным является способ газоплазменного нанесения порошковых материалов с одновременным их оплавлением, т.к. он позволяет получить, твердые, износостойкие поверхностные слои из различных материалов.

**Список литературы:** 1. Кудинов В.В. Плазменные покрытия. – М.: Наука, 1977. – 184 с. 2. Борисов Ю.С., Харламов Ю.А., Сидоренко Ю.А., Ардамовская Е.Н. Газотермические покрытия из порошковых материалов. – Киев: Наук. Думка, 1987. – 544 с. 3. Пантелеенко Ф.И., Ляляктн В.П., Иванов В.П., Константинов М. Восстановление деталей машин. Справочник. – М.: Машиностроение, 2003. – 672 с. 4. Молодык Н.В., Зенкин А.С. Восстановление деталей машин. Справочник. – М.: Машиностроение, 1989. – 480 с.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 377.3 :530.1**

**О. В. ДУБІНІНА**, аспірантка, Інститут професійно-технічної освіти НАПН України, м. Київ

**ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПЕДАГОГІЧНА МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ**



## АВТОСЛЮСАРІВ В ЦЕНТРАХ ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ

У статті подано авторське визначення «професійної компетентності майбутніх автослюсарів»; розроблено і теоретично обґрунтовано модель формування професійної компетентності майбутніх автослюсарів в центрах професійно-технічної освіти.

В статті дається авторське визначення «професійної компетентності майбутніх автослюсарів»; розроблено і теоретично обґрунтовано модель формування професійної компетентності майбутніх автослюсарів в центрах професійно-технічної освіти.

**Актуальність теми:** Політичні і соціально - економічні перетворення на сучасному етапі розбудови Української держави зумовили виникнення нових завдань удосконалення системи освіти в цілому і професійно-технічної, зокрема це пояснюється тим, що саме цій ланці належить провідна роль у забезпеченні ринку праці кваліфікованими робітниками. І тому цілком закономірно, що стратегію розвитку вітчизняної професійно-технічної освіти окреслено у низці державних документів, зокрема: у Законі України «Про професійно-технічну освіту» (від 10 лютого 1998 р.) та у новій його редакції (від 11.09.2003р.); Законі України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України з питань професійно-технічної освіти» (від 11.09.2003 р.); Постанові Кабінету Міністрів України .) «Про затвердження державного стандарту професійно-технічної освіти» (від 17.08.2002 р.).

Однією із пріоритетних тенденцій формування професійної підготовки майбутніх автослюсарів. Відповідно до вимог Болонського процесу, є орієнтація на надбання ними професійної компетентності у процесі навчання. Тому перед професійно-технічними навчальними центрами гостро постає питання забезпечення оптимальних умов формування професійної компетентності майбутніх автослюсарів. За цих умов виникає проблема розробки, експериментальної перевірки та апробації моделі підготовки кваліфікованих робітників — автослюсарів.

Відповідно до цього формування професійної компетентності майбутніх автослюсарів ми розглядаємо як процес оволодіння системними знаннями зі спеціалізованих дисциплін, з поміж яких особливе місце посідає будова експлуатація та ремонт автомобіля. Окрім цього формування професійної компетентності майбутніх автослюсарів, потребує оволодіння знаннями дисциплін природничо-математичного циклу (фізика, математика, хімія, біологія, інформатика).

**Аналіз досліджень з проблеми:** Компетентність як наукова категорія тлумачиться вітчизняними та зарубіжними вченими в аспектах: філософському (І.А.Зязюн, В.П.Андрущенко, В.Г.Кремень, П.Ю.Саух, Б.М.Бім-Бад, Б.С.Гершунський, С.І.Гессен); психологічному основу досліджень складають ідеї особистісно – діяльного підходу (К.А. Абульханової-Славської, Б.Г. Ананьєва, О.В. Петровського, С.Л. Рубінштейна); педагогічному (Ю.В. Варданяна, В.І. Загвязінського, І.А. Зязюна, І.Ф.Ісаєва, Н.В. Кузьміної, А.К. Маркової, М.Д. Нікандорова, О.М. Новикова, Г.М. Подчалімова, В.О. Сластьоніна, Т. І. Шахматова Г.К. Маркової, Дж. Равена, Б. Оскарссона, С. Шо, В. Хутмахера, Г. Халаж); теорії навчальних задач (Г.Є. Балла, Г.О. Машбиця); професійної освіти (Олександрової Н.М., Лузана П.Г., Манька В.М.). аспект нашого дослідження - компетентнісний підхід до формування професійної готовності майбутніх автослюсарів.

**Мета і завдання статті:** полягає в обґрунтуванні педагогічної доцільності введення в науковий обіг поняття «професійна компетентність автослюсаря», розробці теоретико-

прикладну модель формування професійної компетентності майбутніх автослюсарів у центрах професійно-технічної освіти, розкриті суті її складових.

### **Основний зміст матеріалу дослідження.**

У визначенні поняття «професійна компетентність автослюсаря» ми виходили з розуміння і тлумачення вченими базових понять «компетенція» і «компетентність». *Компетенція* (лат. *competens* - відповідний, здібний) означає коло повноважень будь-якої посадової особи чи органу; володіння знаннями, досвідом у певній галузі.

*Компетентність* – це здатність особистості діяти, відповідати певним стандартам, виявляти окремі навички, демонструвати спеціальний рівень знання. [11, с.243], (The Oxford Russian Dictionary) – достатні вміння, адекватну кваліфікацію, [14, с.270] (Dictionar-ies Pedagogiques) – компетентний, уповноважений [9], (німецький словник) – здатність до дій, як уміння використовувати знання у практичній діяльності. [16, с.517]

Аналізуючи поняття «компетентність» ми дійшли висновку, що вітчизняні і зарубіжні вчені під компетентністю розуміють здатність людини застосовувати свої знання (О.В.Пометун, Г. Халлаш); здатність, що ґрунтується на досвіді або знаннях, які людина розвинула завдяки практиці або освіті (Н.В.Кузьміна, Дж. Куллахон); навички і уміння, які особистість може використовувати в різних ситуаціях і контекстах та опановуючи нові ситуації ( Г.В.Васянович, Ж. Перре). [7, с.107-108]

Наукову категорію «*професійна компетентність*» Р. Х. Гільмієва, розглядає, як здатність людини, в основу якої покладено її досвід та знання, вміння ефективно розв'язувати задачі, які відносяться до сфери її професійної діяльності. В.Віденський вважав, що «професійна компетентність» сукупність знань, вмінь, що визначають: результативність праці, обсяг навичок виконання завдань професійної діяльності, комплекс знань і професійно значущих якостей особистості, напрям професіоналізації, єдність теоретичної і практичної готовності до праці.

Низка дослідників поняття «професійна компетентність» тісно пов'язують з поняттям «соціальна компетентність», під яким В. В. Камаєва, Н. В. Кузьміна, Л. М. Мітіна, С. С. Рачева та ін. розуміють спеціальні знання та вміння, необхідні для здійснення певної професійної діяльності. Н. В. Дементьєва тлумачить професійну компетентність як глибоку обізнаність фахівця щодо умов та технології вирішення виникаючих проблем, вміння професійно грамотно реалізовувати свої знання на практиці. Професійна компетентність визначає ступінь знань фахівця зі своєї професійної діяльності, яка може бути обмежена низкою спеціальних питань.

Синтезуючи результати вивчення вітчизняної та зарубіжної літератури з заявленої теми, *професійну компетентність майбутнього автослюсаря ми розглядаємо як процес оволодіння системними знаннями зі спеціалізованих дисциплін, з поміж яких провідне місце посідає будова експлуатація та ремонт автомобіля.* Слід наголосити, що формування професійної компетентності майбутніх автослюсарів базується на оволодінні знань предметів природничо-математичного циклу (фізика, математика, хімія, біологія, інформатика). У зв'язку з цим виникла об'єктивна потреба у розробці теоретико-прикладної моделі формування професійної компетентності майбутніх автослюсарів в центрах професійно-технічної освіти. Результати аналізу наукових праць з проблем моделювання педагогічних процесів та систем А. Н. Дахіна, Г. В. Суходольського, В. А. Штофта, В. К. Шаповалова уможливили розробку моделі формування професійної компетентності майбутніх автослюсарів. [1]

При цьому під *моделлю формування професійної компетентності майбутніх автослюсарів* ми розуміємо виявлення і теоретичне опис та теоретичне обґрунтування струк-

турних компонентів процесу, об'єктивних взаємозв'язків між ними, логіки його здійснення (рис. 1.).



Рис. 1. Структурна модель формування професійної компетентності майбутнього автослюсаря в центрах професійно-технічної освіти

формування професійної компетентності автослюсарів;

- упровадження інтегрованого і інтерактивного підходів навчання у процесі вивчення спеціально технічних та природничо-математичних дисциплін;
- упровадження професійно-орієнтованої технології навчання, яка забезпечує формування у майбутніх автослюсарів значимих для їхньої діяльності знань, умінь, навичок, а також якостей особистості, що дозволяють виконувати функціональні обов'язки за призначенням.

За результатами наукового пошуку виділено структурні компоненти процесу формування професійної компетентності автослюсарів у центрах професійно-технічної осві-

Основною ідеєю процесу формування професійної компетентності є забезпечення організаційно-педагогічних умов на етапі вивчення спеціалізованих [1] та природничо-математичних дисциплін на засадах їхньої інтеграції. [6]

Зміст моделі підпорядкований провідній, стратегічній ідеї—замовлення ринку праці на професійно компетентних автослюсарів, які добре володіють базовими знаннями спеціально технічних і природничо-математичних дисциплін відповідно до науково-технічного прогресу світової практики.

Наступною складовою моделі є педагогічні умови формування професійної компетентності автослюсарів. Під педагогічними умовами формування професійної компетентності майбутніх автослюсарів ми розуміємо обставини, за яких буде забезпечено ефективний розвиток професійної компетентності робітників у процесі навчання природничо-математичних дисциплін, а саме:

- мотиваційне забезпечення навчального процесу щодо

ти: мотиваційно-цільовий, організаційно-змістовний, процесуально-діяльний, контрольно-результативний. Розглянемо їх зміст.

*Мотиваційно-цільовий компонент* характеризує прагнення учнів до вивчення фізики як основи інтегруючої з професійним направленням будови, експлуатації та ремонту автомобіля.

*Організаційно-змістовний компонент* передбачає оволодіння учнями теоретичних знань основних понять та законів фізики, які відображені в основному змісті предмета «Будова експлуатація та ремонт автомобіля».

*Процесуально-діяльний компонент* відображає володіння учнями знаннями та вміннями самостійно розв'язувати типові задачі й виконує математичні дії. Водночас учень самостійно монтує учень самостійно монтує необхідне обладнання, виконує самостійно роботу, правильно і акуратно виконує записи, самостійно заповнює таблицю, самостійно робить висновки; розв'язує нестандартні задачі, обґрунтовує обраний спосіб розв'язку; робить аналіз результатів, розраховує похибку вимірювання.

Сутність *контрольно-результативного компоненту* визначається активізацією формування системи знань та вмінь орієнтуватися в потоці інформації, відборі та оцінюванні головної і другорядної інформації. Зміст цього компонента полягає у здійсненні контролю за формуванням професійної компетентності (за допомогою анкет, текстових контрольних робіт, тематичного оцінювання тощо).

На основі теоретичного аналізу виокремлено критерії: розвивально-проективний, когнітивний, стимулюючо-спонукальний, комунікативно-організаційний, рефлексивно-творчий.

*Розвивально-проективний компонент* забезпечує єдність раціонально дібраного й дидактично опрацьованого змісту навчального матеріалу, чіткої системи застосування форм і методів навчання з урахуванням наявного стану сформованості професійної компетентності майбутніх автослюсарів.

*Когнітивний компонент* являє собою систему засвоєння учнями у процесі навчання природничо-математичних дисциплін, зокрема фізики знань теоретичного та практичного значення (аналіз, порівняння, синтез, узагальнення, прогнозування професійно-виробничих ситуацій). В основу *комунікативно-організаційний компоненту* покладено семантичний компонент, який включає наявність електронних та паперових носіїв інформації з вивчаємих тем, педагогічно-програмні комплекси. Метою даного компонента є формування професійної компетентності майбутніх автослюсарів у центрах професійно-технічної освіти, спрямованої на встановлення зв'язків з окремими частинами змістового матеріалу з природничо-математичних дисциплін, зокрема фізики. *Стимулюючо-спонукальний компонент* стимулює навчальну та пізнавальну діяльність учнів при вивченні природничо-математичних дисциплін, знаходження раціональних способів вирішення завдань. *Рефлексивно-творчий компонент* передбачає оволодіння учнями знаннями про новітні технології у професійній діяльності автослюсарів, набуття навичок самостійної роботи у практичній діяльності, вміння самостійно осмислювати та застосовувати набуті знання на практиці.

Упровадження моделі формування професійної компетентності майбутніх автослюсарів у центрах професійно-технічної освіти передбачає здійснення між предметних зв'язків з викладання предмету фізика та будова експлуатація та ремонт автомобіля. На нашу думку у процесі навчання природничо-математичних дисциплін, зокрема фізики закладається фундамент для подальшого засвоєння спеціально технічних дисциплін з професії автослюсар, найголовнішою серед яких є будова експлуатація та ремонт автомобіля.

Визначено методи та засоби навчання. Під час проведення експерименту використовували бесіду, лекції-презентації, дискусія, диспути, метод проектів, інтерактивний метод навчання, лабораторно-практичні заняття, семінари, та інше. Серед засобів навчання слід виділити: словесний (навчальні посібники, підручники, мова, глосарії; мультимедійні технології; комп'ютерні програми; наочні (схеми, таблиці, опорні конспекти, інструкційні картки).

У процесі формування професійної компетентності автослюсарів можна виокремити чотири основні етапи сформованості професійної компетентності автослюсарів: *інформаційно-теоретичний, практичний (в лабораторних умовах), практичний (в умовах виробництва), творчий*.

На *інформаційно-теоретичному етапі* основною метою було виділено формування професійної орієнтації та мотивації, формування професійного образу автослюсаря. Основною формою реалізації інтегрованого навчання у професійно-технічному навчальному закладі на даному етапі ми пропонуємо виділити лекції з використанням опорних конспектів, глосарія-довідника, а також літератури щодо розвитку історії автомобіля.

На *практичному етапі (в лабораторних умовах)* відбувається цілеспрямоване формування професійної компетентності майбутніх автослюсарів (професійні знання, вміння, навички, прийоми самоосвіти в процесі вивчення спеціалізованих та природничо-математичних дисциплін). Форми і методи педагогічної технології: семінарсько-практичні, лабораторні, лабораторно-практичні роботи з будови експлуатації та ремонту автомобіля, а також вивчення фізики з професійною спрямованістю.

На *практичному етапі (в умовах виробництва)* відбувається формування вмінь застосовувати набуті знання, вміння та навички з спеціально технічних та природничо-математичних дисциплін в професійній діяльності.

*Творчий етап* – передбачає створення умов для ґрунтовного, глибокого і усвідомленого оволодіння професією особою завдяки набутим раніше знанням у процесі інформаційно-теоретичного та практичного етапів.

Для визначення ефективності функціонування розробленої моделі формування професійної компетентності автослюсарів у процесі навчання ми використали існуючі рівні навчальних досягнень учнів (початковий, достатній, середній, високий) і дали їм специфічне змістове наповнення з позиції надбання ними професійної компетентності.

*Початковий* – усвідомлення майбутнім робітником суспільної значущості обраної професії, прояв інтересу до всіх складових професійної компетентності та їх використання, наявність потреб у формуванні професійної компетентності;

*Достатній* – знання про сутність професійної компетентності усвідомлення її значущості до професійної підготовки майбутнього автослюсаря, володіння системою знань достатньою для формування професійної компетентності.

*Середній* – сукупність професійних умінь (комунікативних, організаційних, конструктивних, проєктивних), вміння застосовувати у практичній діяльності нові матеріали, інноваційні методи праці, нові технології).

*Високий* – творча діяльність до вирішення практичних задач, вміння самостійно обирати спосіб вирішення задач, застосування нестандартних методів у професійній діяльності, вміння знаходити вихід у випадку виникнення складних ситуацій, прогнозування наслідків своїх дій, прагнення до самовираження, адекватна оцінка власної професійної діяльності.

І як очікуваний результат формування професійної компетентності - це вміння майбутніми автослюсарями застосовувати набуті знання, уміння та навички у практичній діяльності на високому рівні.

Запропонована модель являє собою ефективний інструментарій щодо підготовки майбутніх автослюсарів, є постійно розвиваючою і може доповнюватися новими компонентами.

**Висновок:** під моделлю формування професійної компетентності майбутніх автослюсарів слід розуміти окреслення та теоретичне обґрунтування структурних компонентів процесу формування їхньої професійної компетентності, розкриття їх сутності та взаємозв'язків, забезпечення відповідних організаційно-педагогічних умов її функціонування, визначення критеріїв оцінювання результативності функціонування.

**Список літератури:** 1. Болотов В.А. Компетентностная модель: от идеи к образовательной программе / В.А.Болотов, В.В.Серикова // Перемены. – 2004. – № 2. – С.130-139. 2. Вербицкий А.А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход. – М.: Высшая школа, 1991. – 208 с. 3. Зимняя И.А. Ключевые компетентности как результативно-целевая основа компетентностного подхода в образовании. Авторская версия. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004. – 42с. 4. Кузьмина Н.В., Реан А.А. Профессионализм педагогической деятельности. – С.-Пб.: С.-ПГУ., 1993. – 63 с. 5. Суходольский Г.В., Структурно-алгоритмический анализ и синтез деятельности. – Л.: ЛГУ, 1976. – 120 с. 6. Суходольский Г.В., Структурно-алгоритмический анализ и синтез деятельности. – Л.: ЛГУ, 1976. – 120 с. 7. Ред.. Л.В.Сохонь та ін. життєва компетентність особистості: науково-метод. Посібник.-К.: Богдана.2003.-520с. 8. Штоф В.А. Моделирование и философия. – М.-Л.: Наука, 1966.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 006.015.5:663.05**

**В.В. ЄВЛАШ**, докт. техн. наук, проф., ХДУХТ, г. Харьков

**Л.О. ЧУЙКО**, канд. техн. наук, доц., ХДУХТ, г. Харьков

**В.О. АКМЕН**, ст. викладач, ХДУХТ, г. Харьков

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ТОВАРОЗНАВЧИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ДІЄТИЧНИХ ДОБАВОК АНТИАНЕІУПЧНОГО СПРЯМУВАННЯ ПРИ ЗБЕРІГАННІ**

Авторами статті проведено дослідження товарознавчих показників якості дієтичних добавок «Фітогем», «Калгем», «Редгем» та встановлено, що при зберіганні у комбінованій полімерній тарі з металізованим покриттям протягом 12 місяців органолептичні показники, співвідношення форм гемоглобіну та мікробіологічні показники добавок суттєво не змінюються.

Авторами статті проведені дослідження товарознавчих показників якості дієтичних добавок «Фітогем», «Калгем», «Редгем» і встановлено, що при зберіганні в комбінованій полімерній тарі з металізованим покриттям протягом 12 місяців органолептичні показники, співвідношення форм гемоглобіну та мікробіологічні показники добавок суттєво не змінюються.

Залізодефіцитний стан (анемія, малокров'я) є проблемою майже для однієї треті частини населення планети. У цих людей, в одиниці крові, спостерігається зниження вмісту еритроцитів, а відповідно і гемоглобіну. Основною причиною є незбалансованість надходження та виведення заліза організмом [1, 2]. Для рішення даної проблеми розроблено ряд залізовмісних дієтичних добавок для збагачення раціону харчування людини легкозасвоюваним залізом.

Така важлива вторинна сировина, як харчова кров є одним з важливих джерел легкозасвоюваного гемового заліза, тому застосування її при виготовленні залізовмісних добавок є актуальним. [3, 4].

Однак харчова кров, продукт, який легко піддається мікробному псуванню [5]. Тому для збільшення термінів зберігання, та зручності введення в харчові продукти, ряд добавок антианемічного спрямування з харчової крові являють собою подрібнені сухі концентрати, порошки, гранули чи драже [5, 6].

На кафедрі мікробіології та гігієни харчування ХДУХТ розроблено дієтичні добавки «Калгем», «Фітогем», «Редгем» антианемічного спрямування, що являють собою дрібнодисперсні порошки на основі харчової крові і рослинної сировини, які мають певні товарознавчі показники якості: сипучу консистенцію; задане співвідношення форм гемоглобіну, яке обумовлює колір добавок; певну кількість гемового заліза, що забезпечує лікувально-профілактичну дію та біологічну цінність дієтичних добавок; відповідні норми мікробіологічні показники. Але зазначені показники при зберіганні можуть набувати певних змін [7].

Тому метою роботи було дослідження товарознавчих показників якості дієтичних добавок антианемічного спрямування «Редгем», «Калгем» та «Фітогем» при зберіганні.

Досліджували наступні показники якості добавок:

органолептичні;  
співвідношення форм гемоглобіну;  
мікробіологічні.

Тару для зберігання дієтичних добавок «Редгем», «Фітогем» та «Калгем» було обрано за умови забезпечення захисту від проникнення кисню повітря, світла та вологи із оточуючого середовища. Ці властивості притаманні комбінованій полімерній тарі з покриттям металізованою плівкою. [4].

Попередніми дослідженнями встановлено умови зберігання: відносна вологість повітря  $\phi < (0,5 \dots 0,7)$ , температура  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ . Дослідження проводили протягом 12 місяців.

Визначено органолептичні показники якості дієтичних добавок у процесі зберігання, результати наведено у таблиці 1.

Як видно з таблиці 1, через 12 місяців зберігання колір добавок «Калгем», «Редгем» став більш темним. Інші органолептичні показники залишилися без істотних змін.

Одним з основних товарознавчих показників якості є задане співвідношення форм гемоглобіну (двовалентного та тривалентного заліза), так як це формує колір дієтичних добавок та впливає на їх біологічну цінність. Показник досліджували спектрофотометричним методом, використовуючи коефіцієнти екстрінції та спеціальну програму [8].

Результати дослідження через 6 місяців та 12 місяців зберігання наведено у таблиці 2.

Таблиця 1. Органолептичні показники якості дієтичних добавок «Редгем», «Калгем», «Фітогем» у процесі зберігання

Дієтичні добавки	Характеристика органолептичних показників			
	Консистенція	Смак	Запах	Колір
після виготовлення (контроль)				
«Фітогем»	однорідна, порошкоподібна, дрібнодисперсна, без ознак комкування	нейтральний, з присмаком кропиви	властивий сухому продукту з крові з ароматом кропиви	темно коричневий з зеленуватим відтінком
«Калгем»	однорідна, порошкоподібна, дрібнодисперсна, без ознак комкування	нейтральний, з присмаком календули	властивий сухому продукту з крові з ароматом календули	світло-шоколадний

«Редгем»	однорідна, порошкоподібна, дрібнодисперсна, без ознак комкування	нейтральний, з присмаком шипшини	властивий сухому продукту з крові з ароматом плодів шипшини	шоколадний
Дієтичні добавки		Характеристика органолептичних показників		
		Консистенція	Смак	Запах
«Фітогем»	однорідна, порошкоподібна, дрібнодисперсна, без ознак комкування	нейтральний, з присмаком кропиви	властивий сухому продукту з крові з ароматом кропиви	темно коричневий з зеленуватим відтінком
«Калгем»	однорідна, порошкоподібна, дрібнодисперсна, без ознак комкування	нейтральний, з присмаком календули	властивий сухому продукту з крові з ароматом календули	світло-шоколадний
«Редгем»	однорідна, порошкоподібна, дрібнодисперсна, без ознак комкування	нейтральний, з присмаком шипшини	властивий сухому продукту з крові з ароматом плодів шипшини	шоколадний
12 місяців зберігання				
«Фітогем»	однорідна, порошкоподібна, дрібнодисперсна, без ознак комкування	нейтральний, з присмаком кропиви	властивий сухому продукту з крові з ароматом кропиви	темно коричневий з зеленуватим відтінком
«Калгем»	однорідна, порошкоподібна, дрібнодисперсна, без ознак комкування	нейтральний, з присмаком календули	властивий сухому продукту з крові з ароматом календули	шоколадний
«Редгем»	однорідна, порошкоподібна, дрібнодисперсна, без ознак комкування	нейтральний, з присмаком шипшини	властивий сухому продукту з крові з ароматом плодів шипшини	темно шоколадний

Як видно з таблиці 2, співвідношення форм гемоглобіну у всіх дієтичних добавках протягом 6 місяців зберігання практично не відрізняється від таких у контролі. Через 12 місяців зміни більш помітні, але знаходяться у межах заданої похибки. Це свідчить про мінімальний вплив строків і способів зберігання на якість порошоків за даним показником.

Важливими характеристиками продуктів харчування є забезпечення мікробіологічної безпеки та стійкості протягом гарантованих строків зберігання. [9]. Досліджено мікробіологічні показники якості, результати наведено у таблиці 3.

Таблиця 2 - Співвідношення форм гемоглобіну у дієтичних добавках «Редгем», «Калгем», «Фітогем» при зберіганні

Зразки дієтичних добавок	Співвідношення форм гемоглобіну, %		
	Fe <sup>2+</sup>		Fe <sup>3+</sup>
	(HbO <sub>2</sub> ), %	(Hb), %	(MetHb) %
після виготовлення (контроль)			
«Фітогем»	8± 1	41 ±4	51 ±4
«Калгем»	3± 1	49 ±4	48 ±4
«Редгем»	2± 1	44 ±2	54±3
6 місяців зберігання			



«Фітогем»	2±1	46 ±4	52 ±4
«Калгем»	1± 1	49 ±4	50 ±4
«Редгем»	0±1	46 ±2	54±3
12 місяців зберігання			
«Фітогем»	0	40 ±4	55 ±4
«Калгем»	0	45±4	50 ±4
«Редгем»	0	38 ±2	62±3

Як видно з таблиці 3, БГКП, патогенні мікроорганізми, сульфитредукуючі кластрідії та стафілакок не досліджені в жодному із зразків дієтичних добавок «Фітогем», «Калгем», «Редгем» протягом 12 місяців зберігання, а показники КМАФАМ, кількість дріжджів та пліснявих грибів наприкінці зберігання не перевищують нормативів для продуктів із крові та рослинної сировини, що діють на території України.

Таблиця 3 - Мікробіологічні показники якості дієтичних добавок «Редгем», «Калгем», «Фітогем» через 12 місяців зберігання

Найменування показника	Норма	Найменування дієтичної добавки		
		«Фітогем»	«Калгем»	«Редгем»
КМАФАМ / КУО, в 1г, не більше	$5 \times 10^3$	$8,0 \times 10^2$	$2,5 \times 10^3$	$4,0 \times 10^2$
Маса продукту (г), в якій не допускається: БГКП (коліформи), в 0.1г	не допускається в 0,1г	не виявлено	не виявлено	не виявлено
Staph. aureus, в 1 г	не допускається в 0,1 г	не виявлено	не виявлено	не виявлено
Патогенні мікроорганізми, у тому числі Сальмонели	не допускається в 25 г	не виявлено	не виявлено	не виявлено
Дріжджі та плісняві гриби, не більше	$10^2$	$1.7 \times 10$	$3.8 \times 10$	$4.0 \times 10$
Сульфитредукуючі кластрідії, в 1г	не допускаються	не виявлено	не виявлено	не виявлено

Висновки: В результаті проведених досліджень товарознавчих показників якості дієтичних добавок Фітогем», «Калгем», «Редгем» встановлено, що при їх зберіганні у комбінованій полімерній тарі з металізованим покриттям протягом 12 місяців органолептичні показники, співвідношення форм гемоглобіну та мікробіологічні показники якості суттєво не змінюються. Це обумовило обрання визначеного строку за гарантований термін зберігання.

**Список літератури:** 1. Петров В. Н. Физиология и патология обмена железа / В. Н. Петров. - Львов : Наука, 1982. - 224 с; 2. Краснова А. Роль железа в жизнедеятельности человека / Л. Краснова. - Материнство. - 1998. - апрель - С. 34-40; 3. Пожарийская Л. С. Кровь убойных животных и ее переработка / Л. С. Пожарийская, С. Г. Либерман, В. М. Горбатов. – М. Пищ. пром-сть, 1971. – 424 е.; 4. Евлаш В.В. Научное обоснование технологии диетической добавки и пищевых продуктов антианемической направленности со стабилизированным гемовым железом : дисс... д-р. техн. наук: 05.18.16. / В.В. Евлаш. - Харьков, 2009. - 381с; 5. Скуратовская О. Д. Контроль качества продукции физико-химическими методами / О. Д. Скуратовская. - М. : ДеЛи принт,

2001. С. 56-57.; 6. Качественные характеристики биологически активных добавок из модифицированной боенской крови / [И. В. Лерина, В. В. Евлаш, Е. Д. Розанова и др.] // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі : зб. наук, праць у 2-х ч. / ХДУХТ Харк. держ. ун-т харч. та торг. - Х., 2003 - 4.1. - С 414-418.; 7. Гинзбург Л.С. Массовлагообменные характерне гики пищевых продуктов / А.С. Гинзбург, И.С. Савина. - М. : Лёгкая пром-ть, 1982. - 277с.; 8. A. Zwart, A. Buursma, E.J. van Kampen, B. Oeseburg, P.H.W. van der Ploeg, W.G. Zijlstra A Milti - wavelength spectrophotometric Method for the simultaneous determination of five Hemoglobin derivatives // J.Clin.Chem.Clin.Biohem, 1981. – 19, N7. – P. 457–463. 9. Медико-биологические гребования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов № 5061. - М. : Изд-во стандартов, 1990. - 186 с.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 687.01: 658.56**

**В.В. ЗАЛКІНД**, канд. техн. наук, ст. викл., УПА, м. Харків

**М.Л. РЯБЧИКОВ**, докт. техн. наук, проф., УПА, м. Харків

## **ПРИНЦИПИ ФОРМУВАННЯ КЛАСИФІКАТОРА КОНСТРУКЦІЙ ОДЯГУ З МЕТОЮ ВИКОРИСТАННЯ В СУЧАСНИХ САПР**

Обґрунтована доцільність модульного проектування одягу в умовах сучасного промислового виробництва. Розглянута можливість використання структури загального класифікатора продукції для найменування та пошуку необхідних модулів. Запропонований класифікатор плечового одягу, який враховує принципи побудови конструкцій в сучасних САПР.

Доказана целесообразность модульного проектирования одежды в условиях современного промышленного производства. Рассмотрена возможность использования структуры общего классификатора продукции для наименования и поиска необходимых модулей. Предложен классификатор плечевой одежды, который учитывает принципы построения конструкций одежды в современных САПР.

### **Вступ**

Згідно з фактом вступу України до Світової організації торгівлі проблема конкурентоспроможності швейних виробів стає особливо гостро. Перш за все, це обумовлене таким нормами СОТ, як відкритість бізнесу і для експорту, і для імпорту. Тому, одним з вирішальних факторів успіху при виробництві одягу стає швидка реакція на запити ринку.

До речі, європейські виробники одягу знайшли порятунок в такій бізнес – формулі, як “швидка мода” (fast fashion), сегмент якої достатньо активно розвивається. Існували прогнози [1], згідно з якими у 2010р. її частка в виробництві одягу складатиме 25%. Криза дещо змінила ці показники, але актуальність “швидкої моди” тільки зростає.

Стратегія “швидкої моди” достатньо проста – продаж одягу на піку моди по доступним цінам. Для цього, так звані “мисливці за модою” відстежують останні тенденції на показах моди. По закінченні показу вони відправляють цікаві ідеї по факсу в офіс, де миттєво починається побудова конструкції виробу. Виробництво одягу розташовується в максимальній близькості від споживачів. Через кілька тижнів колекція буде в продажу, а конкуренти з Китаю не встигають за такий відрізок часу доставляти товар.

Цей вид бізнесу дозволяє значно знизити собівартість продукції. По-перше, це значна економія коштів на складських приміщеннях. За рахунок швидкої зміни асортименту одяг з виробництва прямує в магазини.

По-друге, часто використовується надомний труд, що також дає можливість виробляти одяг малими партіями. Це викликає здивування - в Європі робоча сила не така вже і дешева. Але існування таких відомих та успішних компаній, як Zara, H&M, Mango та ін, які є прихильницями “швидкої моди”, змушують замислитись над можливістю використання цієї бізнес-формули у вітчизняному виробництві.

Питання викликають етичні моменти, а саме авторське право, але це окрема сфера діяльності.

Вочевидь, що існування “швидкої моди” неможливе, якщо кожен нову модель вважати неповторною та розробляти з “нуля”. Тим паче, що достатня кількість моделей одягу не має принципової різниці в конструкції основних деталей та відрізняється одна від іншої модельними особливостями, а саме формою та розмірами борта, застібок, декоративними елементами та ін. [2].

Тому сучасне виробництво одягу базується на модульному проектуванні, результатом якого стає створення моделей одягу за рахунок комбінації стандартних деталей та силуетів. Це так званий комбінаторний синтез модулів.

### **Аналіз останніх досліджень**

Принципам модульного проектування присвячена достатня кількість наукових досліджень, найбільш актуальним з яких слід вважати дослідження професора Хмельницького національного університету Славінської А.Л. [3]. Були визначені принципи модульного проектування, основні блоки проектних робіт, розглянуті топологічні перетворення системи “одяг” в процесах проектування.

Аналіз САПР одягу провідних виробників світу [4] довів, що більшість сучасних САПР підтримують блоково-модульний принцип проектування. Таким чином, існує можливість створювати та збирати різноманітні модулі побудови базових конструкцій, окремих частин одягу, деталей.

Але по мірі зростання бази даних, яка містить ці модулі, виникає питання відповідної класифікації. Саме швидкість знаходження необхідного модуля може суттєво вплинути на кінцевий результат.

Тому, стає необхідним вміти самостійно визначати “основні ознаки зовнішнього вигляду виробу (ОЗВ), до яких, як правило, відносяться різновиди виробів асортиментної групи, вид матеріалу, силует, крій, типові членування основних деталей” [5].

Результат аналізу конструкції одягу доцільно представляти у вигляді класифікатора продукції. Існують різні класифікатори швейних виробів [2,5]. Але жодне з них не розроблялось з метою пошуку необхідних модулів в сучасних САПР одягу.

### **Постановка проблеми**

Таким чином, завдання дослідження полягає в розробці принципів формування класифікатора швейних виробів, здатного прискорити пошук необхідних модулів побудови конструкцій одягу в сучасних САПР одягу, підтримуючих блоково-модульний принцип проектування.

### **Результати дослідження та їх обговорення**

В якості приклада розглянемо структуру загального класифікатора продукції, в якому для швейної промисловості виділений клас № 85 (рис. 1) [6].

Розподіл інформації про швейних виробів здійснюється послідовно. Два перших розряди – клас (85), 3-й розряд - підклас (верхній одяг, білизна, головний убір...), 4-й розряд – група виробів, східних по призначенню (пальто, сукня...), 5-й - підгрупа по складу сировини (бавовна, шовк...), 6-й – вид одягу по статевій ознаці (жіночий, чоловічий), з 7 по 10-й розряди – внутрішня класифікація.

1-2    3    4    5    6    7-10

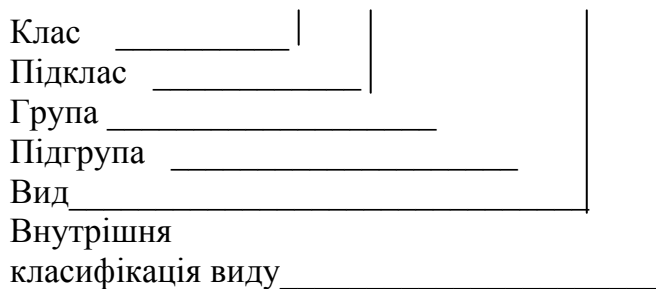


Рис. 1. Десятинна класифікація швейних виробів згідно ЗКП

Сама структура такого класифікатора дозволяє представляти інформацію про швейний виріб за допомогою десятичного цифрового позначення, де кожна ознака має відповідне значення.

Не треба пояснювати, що використання подібного коду в якості назви швейного виробу і відповідно файлу дозволяють з легкістю робити пошук необхідних модулів будь-якого рівня. Існує можливість упорядкування інформації, аналізу і для цього не обов'язкова наявність спеціальної пошукової системи. Достатньо стандартних дій по пошуку файлів в Microsoft Windows.

Наприклад, необхідно побудувати жіночий жакет с рукавом крою реглан. Використовуючи десятичну класифікацію швейних виробів, можливо знайти не тільки модуль побудови рукава реглан, але і усі побудовані раніше вироби з таким рукавом. В залежності від проектної ситуації, швейні вироби сортируються по одній чи декільком ознак. Наприклад, той же жакет з рукавом реглан, але з конкретної тканини та для певної вікової групи і т.п.

Таким чином класифікатор швейних виробів, запропонований для САПР одягу, повинен враховувати усі ознаки зовнішнього вигляду виробу, які доцільно виділяти у окремі модулі. Крім того, необхідно враховувати порядок створення конструкцій одягу в сучасних САПР, підтримуючих блоково-модульний принцип проектування [7].

Результатом став класифікатор плечового одягу (рис.2), де відсутність ознаки позначається як 0, інші значення наведені в табл. 1.

Аналіз показав, що запропонований класифікатор відповідає вказаним умовам, а саме класифікаційні ознаки підтримують традиційний порядок побудови конструкцій одягу:

ОК - ТК – БК,

де:

ОК (основа конструкції) - модуль побудови конструкції одягу на основі статури людини, який залежить від методики конструювання та статево-вікових ознак;

ТК (типова конструкція) - модуль, який обумовлює типове членування, а саме конструкція пілочки, спинки, рукава та коміру;

БК (базова конструкція) - модуль, який відповідає за формоутворення, а саме вид і силует одягу.

Таблиця 1. Класифікатор плечового одягу

Код	Класифікаційна ознака	Код	Класифікаційна ознака
<b>1. Методика конструювання</b>		<b>6. Конструкція коміру</b>	
1	ЄМКО РЕВ	1	Стійка
2	ЦНДІШП	2	Сорочковий
3	М. Мюллер і син	3	Піджачний з відрізною стойкою
4	ЦДТШЛ	4	Піджачний з невідрізною стойкою
5	ЦРМА	5	Шаль
6-10	Резерв	6	Апаш

<b>2. Статеві-вікові ознаки</b>		7-10	Капюшон
1	Жінки мол. вік гр.	<b>7. Вид одягу</b>	
2	Жінки сер. вік. гр.	1	Пальто
3	Жінки старш. вік. гр.	2	Напівпальто
4	Чоловіки мол. вік гр.	3	Плащ
5	Чоловіки сер. вік. гр.	4	Куртка
6	Чоловіки старш. вік. гр.	5	Піджак
7-10	Резерв	6	Сукня
<b>3. Конструкція пілочки</b>		7	Сарафан
1	Цільна	8-10	Резерв
2	З нагрудною виточкою	<b>8. Силует</b>	
3	З відрізним бочком	1	Щільно прилеглий
4	З рельєфами	2	Прилеглий
5	З кокеткою	3	Напівприлеглий
6	Відрізна по лінії талії	4	Прямий
7-10	Резерв	5	Розширений
<b>4. Конструкція спинки</b>		6-10	Резерв
1	Цільна	<b>9. Тканина</b>	
2	З середнім швом	1	Вовна
3	З середнім швом та шлицею	2	Бавовна
4	З відрізним бочком	3	Льон
5	З рельєфами	4	Шовк
6	З кокеткою	5	Трикотаж
7	Відрізна по лінії талії	6-10	Резерв
8-10	Резерв	<b>10. Підкладка</b>	
<b>5. Конструкція рукава</b>		1	Пришивна, з середнім швом і бічними зрізами
1	Вшивний одношовний		
2	Вшивний двушовний	2	Пришивна, без швів
3	Сорочковий	3	Відлітна, з середнім швом і бічними зрізами
4	Суцільновикросений		
5	Реглан	4	Відлітна, без швів
6	Буф	5-10	Резерв
7-10	Резерв		

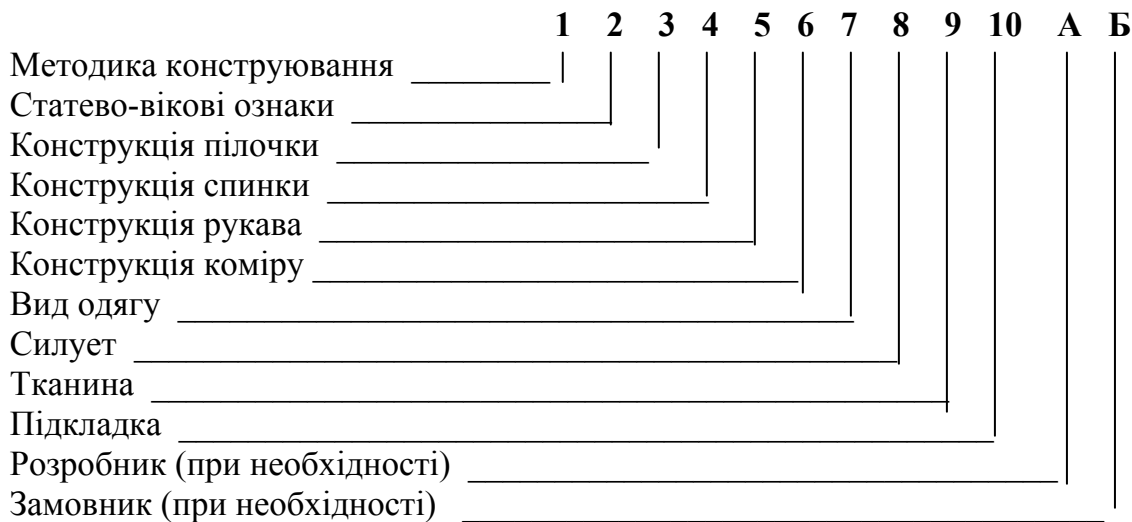


Рис. 2 Класифікатор плечового одягу

### Висновки

Запропонований класифікатор конструкцій плечового одягу, який враховує принципи створення конструкцій одягу в САПР, підтримуючих блоково-модульний принцип проектування. Це дозволяє підвищити якість проектування за рахунок збільшення швидкості та можливості порівняльного аналізу з побудованими раніше конструкціями.

**Список літератури:** 1.Тенденция: Fast Fashion // Fashion Бизнес. – 2006. -№1. – С. 10-11. 2. Коблякова Е.В. Конструирование одежды с элементами САПР: Учеб. для вузов / Е.В. Коблякова, Г.С. Ивлева, В.Е. Романов и др. -4-е изд., перераб. и доп. - М.: Легпромбытиздат, 1988. - 464 с. 3. Славінська А.Л. Основи модульного проектування одягу: Монографія/ А.Л.Славінська. - Хмельницький: ХНУ, 2007. -167 с. 4. М.Б. Колосніченко, В.Ю. Щербань, К.Л. Процик. Комп'ютерне проектування одягу: Навчальний посібник/ Колосніченко М.Б., Щербань В.Ю., Процик К.Л. –К.: Освіта України, 2010. -236 с. 5. Славінська А.Л. Методи типового проектування одягу: Навчальний посібник / А.Л.Славінська. - Хмельницький: ХНУ, 2007. -159 с. 6. Высшие классификационные группировки общесоюзного классификатора промышленной и сельскохозяйственной продукции. М., 1975. 7. Залкінд В.В. Особливості розробки конструкцій одягу з урахуванням можливостей сучасних САПР // Вісник КНУТД. – 2010. № 1. – С. 99-103.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 378.22.015.31.091.313:331.101.1**

**В.А. ЗАЛОГА**, д-р техн. наук, Сумский государственный университет **А.В. ИВЧЕНКО**, Сумский государственный университет

**О.Д. ДЫННИК**, Сумский государственный университет

### **СИСТЕМА ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩАЯ НА КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Разработанная система факторов, влияющих на качество литейного производства, позволяет упростить отечественным машиностроительным предприятиям процедуру принятия решений по поиску оптимального решения, связанного как с обеспечением и/или повышением качества любого процесса в производственной системе, в данном случае заготовительного, так и конкурентоспособности предприятия в целом.

Розроблена система чинників, що впливають на якість ливарного виробництва, яка дозволяє спростити вітчизняним машинобудівним підприємствам процедуру ухвалення рішень по пошуку оптимального рішення, пов'язаного як із забезпеченням і/або підвищенням якості будь-якого процесу у виробничій системі, в даному випадку заготовчого, так і конкурентоспроможності підприємства в цілому.

Одним из принципов современной работы любой организации является соблюдение условий управления качеством выпускаемой продукции на всех этапах ее жизненного

цикла, в том числе и в заготовительном производстве. Известно, что от качества заготовки и работы заготовительного производства зависит ресурс и надежность промышленной продукции, а также конкурентоспособность всего предприятия. Так, например, деталью, которая в значительной степени лимитирует ресурс двигателя внутреннего сгорания и его работоспособность является гильза блоков цилиндров, в подавляющем большинстве изготавливаемой из серого чугуна методом центробежного литья. Этот метод литья позволяет сочетать высокую износостойкость и сравнительно низкую себестоимость изготовления данной продукции. В то же время известно, что литейное производство, в силу ряда специфических условий, характеризуется большим (в относительных единицах) числом бракованных изделий.

В ходе проведенного анализа литературных источников [1, 2 и др.], а также полученной информации о качестве работ литейных производств промышленных предприятий Сумской области установлено, что трудность борьбы с браком на том или ином производстве объясняется, прежде всего, воздействием на формирование качества отливок многочисленных и часто неуправляемых факторов, а также отсутствием, как правило, рекомендаций по их устранению. Поэтому возникла научно-прикладная задача, связанная с разработкой нормативного обеспечения управления качеством литейного производства на основе управления рисками возникновения дефектов в заготовках, их систематизации и формировании банка данных типичных мероприятий по их устранению. Опыт передовых зарубежных и отечественных предприятий показывает невозможность обеспечения высокой степени конкурентоспособности продукции машиностроительной отрасли без создания и внедрения эффективной системы управления качеством заготовительного производства.

Целью данной работы является разработка системы факторов, влияющих на качество продукции литейного производства, на основе использования экспертного метода и «простых инструментов» статистического анализа качества, позволяющих повысить эффективность мероприятий, связанных с обеспечением качества литейного производства.

Процесс получения отливок зависит от многочисленных факторов, между которыми существует отношения типа «причина → следствие (результат)». Определения данных факторов проводили с помощью широко используемого для обеспечения качества в концепции «Шесть сигм» [3] принципа «5М» - проявляющиеся рассеяния различных значений показателей качества отнесены к многочисленным случайным воздействиям, которые в совокупности представляют 5 полей, называемых по первым буквам английских значений слов «5М»: Men - персонал (человеческий элемент), Machine - машина (оборудование), Material - материалы (компоненты или сырье), Method - методы (как выполняется работа), Medium - среда (строение, логистика и рабочее пространство).

Определение конкретных факторов для каждого поля осуществлялось с помощью группы экспертов (метод полного попарного (двойного) сопоставления), в состав которой входили ведущие представители промышленных предприятий и технических ВУЗов Сумской области. Обобщенные результаты работы представлены на причинно-следственной диаграмме (рис. 1).

Анализ данной диаграммы, показывает, что процесс изготовления заготовок нельзя рассматривать в отрыве от всего производства, т.е. качество литейного производства является одним из ключевых процессов системы управления качеством промышленного предприятия.

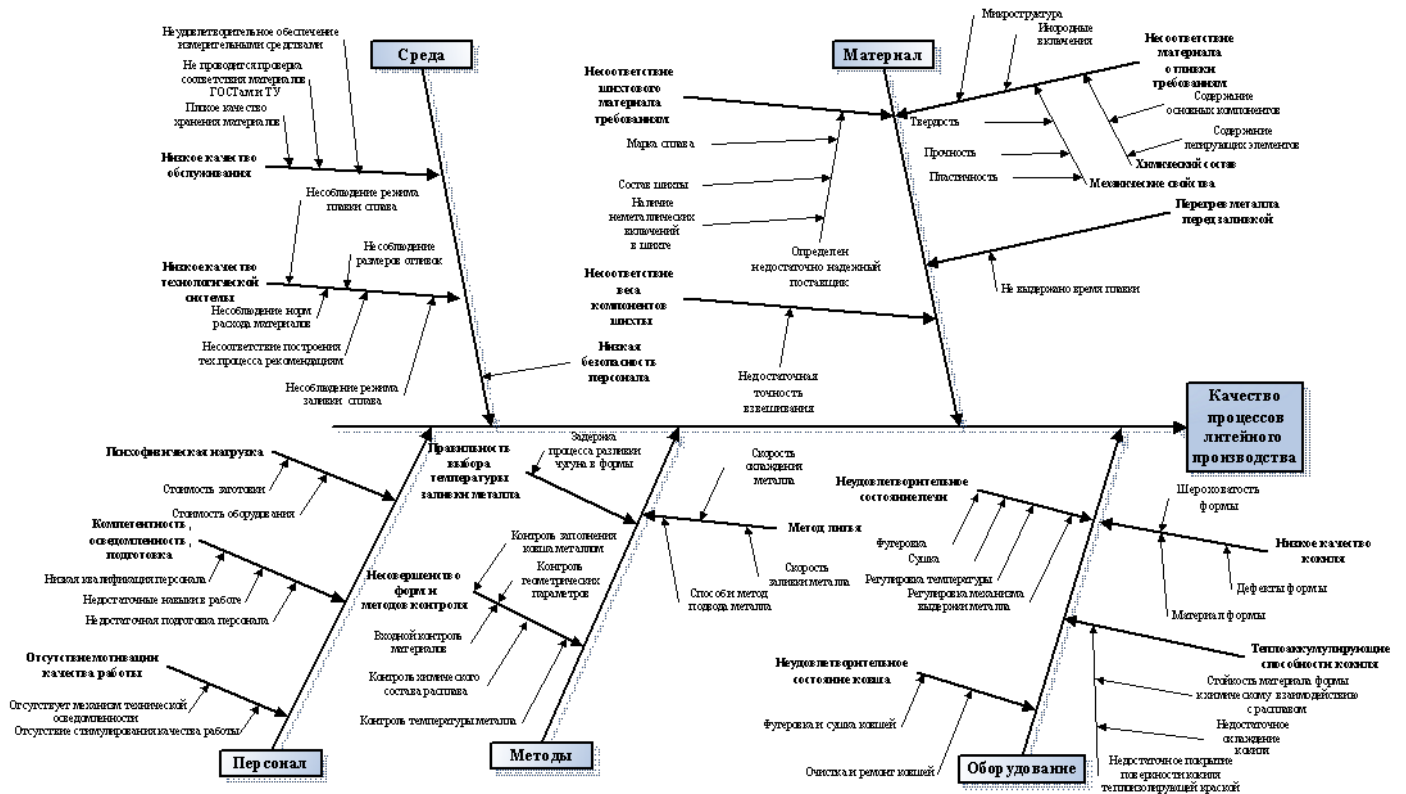


Рис. 1 – Причинно – следственная диаграмма «Факторы, влияющие на качество процессов литейного производства машиностроительного предприятия»

К основным группам факторов, ухудшающих процесс литейного производства, относятся:

- частые отклонения технологических параметров, усложняющие использование формального метода ликвидации дефектов;
- отсутствие системного подхода при ликвидации дефектов, количество которых до настоящего времени на большинстве предприятий снижаются методом проб и ошибок;
- отсутствие эффективного информационного обеспечения процесса ликвидации дефектов.
- недостаточная квалификация сотрудников литейного производства, способствующая некачественной разработке технологических процессов;
- низкий уровень организации труда, приводящий к возникновению брака отливок.

В ходе проведенных исследований установлено, что на качество литейного производства оказывает влияние довольно сложная и многомерная система факторов, которую графически можно представить в виде причинно-следственной модели (рис. 2).

Правильная оценка роли системы рассмотренных факторов способствует решению многих научных и инженерных задач при проектировании, изготовлении и эксплуатации изделий. При этом важно знать состав и реальные возможности использования как каждого фактора в отдельности, так и их совокупности. Использование прогрессивных технологических процессов, высокий уровень механизации и автоматизации, совершенствование методов и средств контроля и испытаний продукции способствуют повышению стабильности литейного производства, что, в свою очередь, обеспечивает постоянные характеристики качества продукции.

Так, например, анализ факторов, влияющих на качество литейного производства ВАТ «Конотоп-мотор-деталь» в период с 2007 года по настоящее время (рис. 3)





показал некоторую эффективность предложенных мероприятий по снижению дефектности литейной продукции за счет производственных (технологических) факторов, например, моделирование теплоаккумулирующих способностей форм, разработка мероприятий по оценке качества, как литейного материала форм, так и его поставщиков и др. В тоже время прослеживается тенденция к увеличению несоответствий, связанных с финансовыми факторами, что в значительной мере может быть

Рис. 2 – Модель системы факторов, оказывающих влияние на качество литейного производства машиностроительного предприятия

объяснимо нестабильной финансово-экономической ситуацией, как самого предприятия, так и страны в целом.

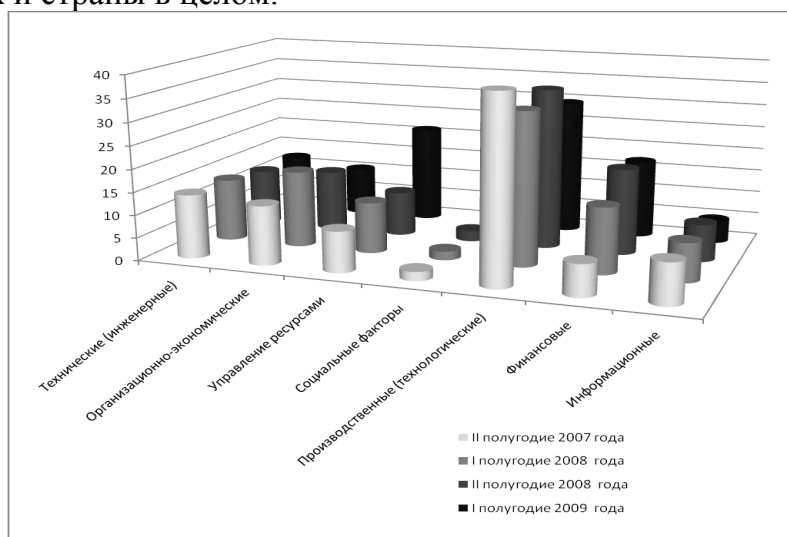


Рис. 3 – Зависимость удельного (в процентах) веса несоответствий литейного производства ВАТ «Конотоп-мотор-деталь» от факторов, оказывающих влияние на его качество

Следует обратить внимание на необходимость тщательного анализа и устранения причин резкого увеличения (почти в 4 раза) количества бракованных изделий литейного производства (заготовок), связанных с управлением ресурсами.

Обращает на себя внимание и тот факт, что за анализируемый период практически неизменными являются несоответствия, обусловленные техническими (инженерными) факторами, устранением которых (путем совершенствования конструкции (например, уменьшения припусков) отливаемой заготовки, технической документации (например, ее компьютеризации) и др.) можно до 10% уменьшить количество бракованных отливок.

Таким образом, факторы, воздействующие на качество литейного производства, в конечном итоге проявляются в виде определенного уровня эффективности производственного процесса и качества готовой продукции. При этом причины низкого качества работы литейного производства могут быть организационного, финансово-экономического, производственного характера, а также связанные с неудовлетворительной организацией управления ресурсами.

Разработанная система факторов, влияющих на качество литейного производства, позволяет упростить отечественным машиностроительным предприятиям процедуру принятия решений по поиску оптимального решения, связанного как с обеспечением и/или повышением качества любого процесса в производственной системе, в данном случае заготовительного, так и конкурентоспособности предприятия в целом.

**Список литературы:** 1. Яновский А.М. Перспективы развития литейного производства Украины / А.М. Яновский // Литье Украины. - 2005. - № 1. - С. 20 - 26. 2. Буданов Е.Н. О новых тенденциях развития литейных технологий в 2007 году / Е.Н. Буданов // Литейное производство. - 2007. - № 2. - С. 60 - 65. 3. Нойман Э. Качество на уровне Шесть Сигма: [пер. с англ. под ред. О.Б. Максимовой] / Э. Нойман, С. Хойсингтон. - Днепропетровск: Баланс-Клуб, 2004. - 440 с.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 65.006:658.562**

**В.О. ЗАЛОГА**, докт. техн. наук, проф., Сумський державний університет  
**О.В. ІВЧЕНКО**, канд. техн. наук, доц., Сумський державний університет  
**Н.М. УДОД**, асп., Сумський державний університет  
**В.М. ХЯРМ**, асп., Сумський державний університет

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВИМОГ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ ЩОДО ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В УКРАЇНІ ТА КРАЇНАХ ЄС**

Показано, що ступінь сумісності вимог нормативних документів Європи та України дуже низький, що свідчить про значні розбіжності між нормативними значеннями показників якості повітря. Для визнання Європою українських стандартів необхідно провести роботи з їх перегляду або гармонізації зі стандартами ЄС.

Показано, что степень совместимости требований нормативных документов Европы и Украины очень низкая, что свидетельствует о значительных разногласиях между нормативными значениями показателей качества воздуха. Для признания Европой украинских стандартов необходимо провести работы по их пересмотру или гармонизации со стандартами ЕС.

### **Актуальність проблеми та постановка мети дослідження**

В сучасних ринкових умовах для вітчизняних підприємств становиться актуальним завдання виходу на міжнародні ринки, що не можливо без виконання вимог міжнародних стандартів не тільки до продукції але й до діяльності самих підприємств.

Вирішення цього питання повинні займатися не тільки підприємства, але й держава в цілому. Одним з найважливіших напрямів ефективної участі України в роботах з міжнародної стандартизації є своєчасне і якнайповніше використання міжнародних та регіональних стандартів розвинутих країн в галузях народного господарства. Результатом цієї діяльності є розробка гармонізованих стандартів.

Гармонізація розділів природоохоронного законодавства України з відповідними законодавчими актами країн ЄС необхідна для підтримки спільного економічного простору, наприклад, для ведення міжнародної комерційної діяльності. Гармонізація є важли-

вою для українських виробників, які прагнуть того, щоб їх продукція відповідала міжнародним стандартам, зокрема екологічним стандартам.

Зусилля України щодо адаптації екологічного законодавства до права навколишнього середовища ЄС останніми роками зумовили перегляд ряду підходів до правового регулювання охорони навколишнього середовища та раціонального природокористування, зокрема, до організації моніторингу, стандартизації, оцінювання впливу на навколишнє середовище, організації екологічного аудиту, створення екологічної мережі та ін. Внесено чимало інших змін до законодавства України під кутом зору наближення його до європейських стандартів. Поліпшилось інформаційне та організаційне забезпечення даного процесу.

Для реалізації гармонізації стандартів в галузі природоохоронної діяльності в Україні з вимогами європейських стандартів необхідно провести порівняльне оцінювання вимог нормативних документів (НД) щодо управління якістю компонентів довкілля.

Метою даної роботи є проведення порівняльного аналізу відповідності вимог національних і європейських НД щодо управління якістю одного з компонентів довкілля – повітря.

### **Розробка методу розрахунків та проведення порівняльного аналізу**

Для оцінювання відповідності вимог НД запропоновано використовувати комплексний метод оцінювання, який складається з різних груп оцінюваних показників і заснований на вживанні узагальненого показника відповідності вимог.

Використання такого узагальненого показника дозволяє визначити показники відповідності для різних вимог стосовно повітря.

В даній роботі рекомендовано використовувати метод Харрінгтона (метод «бажаної функції»), який був запропонований в роботі [6] для оцінювання якості продукції по одному ключовому показнику, що характеризує якість оцінюваної продукції:

$$d = e^{-(e^{-\gamma'})}, \quad (1)$$

де  $d$  - безрозмірна величина;

$e$  - основа натуральних логарифмів;

$\gamma'$  - еквівалент натурального значення оцінюваного показника якості.

Перевага даного методу полягає в тому, що натуральні значення показників з різною розмірністю математично перетворюються в безрозмірні величини, що мають якісний зміст і дають кількісну оцінку рівня показника відносно гранично допустимих його значень. Користуючись величинами  $d$ , розрахованими для кожного показника, можна виконувати будь-які математичні операції для комплексної оцінювання якості продукції, процесу, системи.

Цей метод має і певні недоліки: суб'єктивне встановлення номінального і кращого граничних значень рівня якості; неприйняття до уваги всієї сукупності натуральних значень показника, властивих даному класу продукції, що приводить до спотворення оцінювання комплексного показника. Критерії оцінювання значень комплексних показників відповідності представлені в таблиці 1 [6].

Таблиця 1 - Критерії оцінки узагальнених показників відповідності вимог нормативних документів

Оцінка	Діапазон зміни значень комплексного показника
--------	---

«Дуже добре»	1 - 0,80
«Добре»	0,80 – 0,63
«Задовільно»	0,63 – 0,37
«Погано»	0,37 – 0,20
«Дуже погано»	0,20 и нижче

Для оцінювання комплексного (узагальненого) показника якості продукції було запропоновано розраховувати узагальнену бажаність ( $D$ ) за наступним методом [7]:

$$D = \sqrt[m]{\prod_{i=1}^m d_i^{\gamma_i}}, \quad (2)$$

де  $\gamma_i$  - параметр вагомості  $i$ -тої бажаності;

$m$  - загальна кількість показників, що характеризують якість продукції.

У формулі (2) для обчислення комплексного показника оцінки відповідності вимог НД входить параметр вагомості  $\gamma_i$ , який характеризує вклад  $i$ -го показника якості в загальну сумісність вимог НД.

Для розрахунків коефіцієнт вагомості приймаємо рівнозначним і його величина розраховується за формулою:

$$\gamma = \frac{1}{N},$$

де  $N$  - загальна кількість показників якості компонента.

При розрахунку комплексного показника оцінки відповідності вимог НД ( $D = R$ ) як  $i$ -тої бажаності ( $d_i = r_i$ ) рекомендовано використовувати показник відповідності  $i$ -ої вимоги до компонентів довкілля, вказаного в національних і європейських стандартах.

Параметр відповідності  $i$ -ої вимоги ( $\gamma = p$ ) (див. пояснення до формули (1)) рекомендується характеризувати за допомогою величини нормативного значення показника якості компонентів довкілля вказаного у стандартах.

При розрахунках показника відповідності  $i$ -ої вимоги, безрозмірної величини рівня бажаності ( $r_i$ ), використовується еквівалент натурального значення оцінюваного параметра результативності  $i$ -ої вимоги до компонента довкілля  $p'_i$ . Дану величину рекомендовано визначати за методом раціональних і номінальних значень:

$$r_n = 0,373 \approx \left(\frac{1}{e}\right),$$

$$r_{рац} = 0,63 \approx \left(\frac{1}{1-e}\right),$$

$$p'_n = -[\ln(-\ln r_n)],$$

$$p'_{рац} = -[\ln(-\ln r_{рац})],$$

де -  $r_i$  і  $r_{рац}$  номінальне і раціональне значення показника відповідності  $i$ -ої вимоги НД.

Тоді  $p'_n = 0,0057$  і  $p'_{рац} = 0,772$ .

Запишемо систему лінійних перетворюючих рівнянь:

$$\begin{cases} p'_n = b_0 + b_1 \times p_n \\ p'_{рац} = b_0 + b_1 \times p_{рац} \end{cases} \quad (3)$$

Звідки визначимо константи:

$$b_1 = \frac{P'_n - P'_{рац}}{P_n - P_{рац}} \quad (4)$$

$$b_0 = P'_n - b_1 \times P_n \quad (5)$$

З системи рівнянь (3) отримаємо загальне перетворююче рівняння:

$$P' = b_0 + b_1 \times P \quad (6)$$

Аналіз виразу (4) і (5) показує, що при виборі значень номінального і раціонального параметрів сумісності  $i$ -го показника необхідно, щоб виконувалися наступні умови:

$$P_n > 0, P_{рац} > 0$$

Після виконання розрахунків отриманий комплексний показник оцінки відповідності вимог національних і європейських стандартів порівнюємо із значеннями заданими в таблиці 1 і визначаємо міру відповідності вимог.

В даному дослідженні для оцінювання відповідності вимог національних та європейських нормативних документів стосовно повітря були проведені два типи розрахунків:

1. Співвідношення вимог українських нормативних документів до європейських.
2. Співвідношення вимог європейських нормативних документів до українських.

#### Перший тип розрахунку

Для проведення розрахунку приймаємо наступні припущення:

$P_{рац}$ ,  $P_n$ , – значення нормативу в європейських стандартах;

$P$  – максимальне значення нормативу в стандартах України;

$P_{рац}$  – мінімальне значення інтервалу вмісту забруднюючих речовин;

$P_n$  – максимальне значення інтервалу вмісту забруднюючих речовин;

$d=0$ , якщо показник не нормується;

$d=1$ , якщо значення  $P_{рац}$  і  $P_n$  не нормуються;

Якщо значення вмісту забруднюючих речовин нормується не інтервалом, тоді  $P_n$  – задане значення показника, а  $P_{рац}$  – приймаємо рівним:

$$P_{рац} = 10\% \times P_n.$$

Дані отримані в результаті розрахунків наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Данні розрахунку сумісності вимог нормативних документів України та Європи щодо якості атмосферного повітря

Показник	$P_n$	$P_{рац}$	$P$	$b_1$	$b_0$	$P'$	$d$
Пил	0,15	0,1	0,15	-15,326	2,3046	0,0057	0,36997634264755 4
Сажа	-	-	0,05	-	-	-	1
Діоксид сірки	0,35	0,25	0,05	-7,663	2,6877 5	2,3046	0,9050195691
Діоксид азоту	0,135	0,121 5	0,04	-56,762962	7,6687	5,39818 1	0,99548541959215 3
Оксид вуглецю	30	27	3	-0,25543	7,6687	6,9024	0,99899513557061 7
Бенз(а)пірен	-	-	0,000 1	-	-	-	1
Формальдегід	-	-	0,003	-	-	-	1

Свинець	-	-	0,000 3	-	-	-	1
---------	---	---	------------	---	---	---	---

### Другий тип розрахунку

Для проведення розрахунку приймаємо наступні припущення:

$P_{рац}$ ,  $P_n$  – значення нормативу в стандартах України;

$p$  – максимальне значення нормативу в європейських стандартах;

$P_{рац}$  – мінімальне значення інтервалу вмісту забруднюючих речовин;

$P_n$  – максимальне значення інтервалу вмісту забруднюючих речовин;

$p=0$ , якщо показник не нормується;

$d=1$ , якщо значення  $P_{рац}$  і  $P_n$  не нормуються.

Якщо значення вмісту забруднюючих речовин нормується не інтервалом, тоді  $P_n$  – задане значення показника, а  $P_{рац}$  приймаємо рівним:

$$P_{рац} = 10\% \times P_n.$$

Дані отримані в результаті розрахунків наведені в таблиці 3.

Таблиця 3 – Данні розрахунку сумісності вимог нормативних документів Європи та України щодо якості атмосферного повітря

Показник	$P_n$	$P_{рац}$	$P$	$b_1$	$b_0$	$p'$	$d$
Пил	0,15	0,015	0,15	-5,6762962	0,857144	0,0057	0,3699763 426476
Сажа	0,05	0,005	0	-17,028889	0,857144	0,857144	0,6541803 689353
Діоксид сірки	0,05	0,005	0,35	-17,028889	0,857144	-5,10297	0,0000000 01·10 <sup>-10</sup>
Діоксид азоту	0,04	0,004	0,135	-21,286111	0,857144	-2,01648	0,0005465 740014
Оксид вуглецю	3	0,3	30	-0,2838148	0,857144	-7,6573	0,0000000 01·10 <sup>-10</sup>
Бенз(а)пірен	0,0001	0,00001	0	-8514,4444	0,857144	0,857144	0,6541803 689353
Формальдегід	0,003	0,0003	0	-283,81481	0,857144	0,857144	0,6541803 689353
Свинець	0,0003	0,00003	0	-2838,1481	0,857144	0,857144	0,6541803 689353

### Висновки та рекомендації

Отримане значення  $D = 0,98297$  для першого типу розрахунку (співвідношення вимог українських нормативних документів до європейських) свідчить, що ступінь сумісності вимог нормативних документів України та Європи щодо якості атмосферного повітря визначається як «дуже добра».

Отримане значення  $D = 0,23349$  для другого типу розрахунку (співвідношення вимог європейських нормативних документів до українських) свідчить, що ступінь сумісності вимог нормативних документів Європи та України щодо якості атмосферного повітря визначається як «поганий».

Таким чином, вимоги національних стандартів щодо якості атмосферного повітря потребують значного перегляду для повної відповідності вимогам європейських нормативних документів.

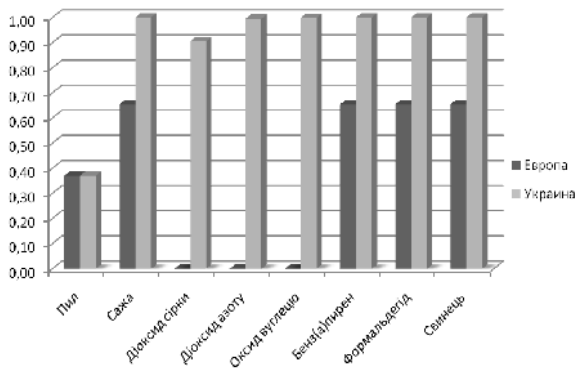


Рис. 1 – Відповідність вимог національних та європейських нормативних документів щодо якості атмосферного повітря

документів Європи та України дуже низький, що свідчить про значні розбіжності між нормативними значеннями показників якості повітря. Для визнання Європою українських стандартів необхідно провести роботи з їх перегляду або гармонізації зі стандартами ЄС.

На рис. 1 графічно відображена ступінь відповідності вимог національних і європейських нормативних документів, яка свідчить про те, що вимоги українських нормативних документів по одному параметру з 8 цілком відповідають вимогам нормативних документів ЄС, вимоги до 4 параметрів відповідають близько 60 %, а вимоги до 3 параметрів зовсім не відповідають вимогам нормативних документів ЄС.

Отже, як бачимо з розрахунків ступінь сумісності вимог нормативних

**Список літератури:** 1. Зеркалов Д.В. Екологічна безпека: управління, моніторинг, контроль. Посібник / Зеркалов Д.В. – К.: Дакор, Основа, 2007. – 412 с. (Серія: Міжнародна і національна безпека). 2. Попова В.К. Екологічне право України За редакцією професорів В.К. Попова і А.П. Гетьмани. Харків, "Право". 2001. 3. <http://www.ippc-russia.org>. 4. В.В. Тарасова, А.С. Малиновський, М.Ф. Рибак Метрологія, стандартизація і сертифікація Підручник /За заг.ред. В.В.Тарасової. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 264 с. 5. Мельнік Л.Г. Основи екології. Екологічна економіка та управління природокористуванням: Підручник / За заг. ред. Л.Г. Мельника та М.К. Шапочки. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2005. – 759 с. 6. Жарков Ю. Системи управління качеством: мониторинг работы органов оценки соответствия с использованием метода Харингтона / Ю. Жарков, О. Цицилиано // Стандартизація, сертифікація, якість. - 2005. - № 1. - С. 24-27. 7. Івченко О.В. Управління якістю інструментальної підготовки виробництва багатонаменклатурного машинобудівного підприємства: дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.01.02 / Івченко Олександр Володимирович. – Суми, 2008. – 278 с.

Поступила в редколлегию 01.10.2010

УДК 622.729

**Е.А. ИГУМЕНЦЕВ**, докт. техн. наук, проф., УИПА, г. Харьков

**Е.А. ПРОКОПЕНКО**, канд. техн. наук, доц., УИПА, г. Харьков

**М.В. ОЛЯНИЧ**, начальник отдела КС УМГ «Киевтансгаз», г. Киев

### ВИБРОДИАГНОСТИКА ГПА НА КС «ЗЕНЬКОВ»

Проведені випробування дозволили виявити різноманітні діагностичні ознаки в спектрі віброшвидкості ГПА. Отримані дані збагатили практичні результати діагностики.

Проведенные испытания позволили выявить разнообразные диагностические признаки в спектре виброскорости ГПА. Полученные данные обогатили практические результаты диагностики.

#### Общая постановка проблемы и ее связь с научно-практическими задачами

Отказу в работе большинства машин предшествует ряд факторов, указывающих на возможность дефекта или аварии. Характерным явлением, сопровождающим почти всегда неисправную работу машин, является увеличение их механических колебаний. Следовательно, их удобно и эффективно использовать в качестве показателя состояния ма-

шин и других механических систем, что является признанным методом, используемым в промышленности. Эффективность методов виброакустической диагностики обусловлена органической связью используемой измерительной информации, содержащейся в виброакустических сигналах, с динамическими процессами возбуждения и распространения колебаний в машинных конструкциях, возможностью автоматизации процессов съема и обработки измерительной информации с помощью современной микропроцессорной техники и организации процедур диагностирования на основе использования различного математического аппарата.

### **Обзор публикаций и анализ нерешенных проблем**

Благодаря непрерывному совершенствованию методов анализа сигналов, мониторинг механических колебаний претерпела значительное развитие и перестала быть основанной на простом определении общего уровня механических колебаний [1].

Спектральный анализ механических колебаний машин с помощью функции быстрого преобразования Фурье, т.е. разложение их на частотные составляющие в узких полосах частот, позволяет коррелировать зависимость между источниками возмущения в машине и их проявлением в определенных полосах частот вибрационного спектра. Мониторинг механических колебаний машин и механизмов может быть проведена с помощью стационарных систем виброконтроля и путем периодического их виброобследования. Используя одни и те же методы сбора и обработки информации стационарные системы виброконтроля имеют ряд преимуществ, заключающихся в непрерывном процессе получения и обработки информации, накопления необходимой базы данных раннего обнаружения признаков выхода из строя частей и элементов машин и агрегатов, своевременной выдачи предупредительных сигналов и остановки машин и агрегатов при достижении аварийного уровня одного или нескольких признаков [2].

По пути оснащения стационарными системами виброконтроля сложных и особенно дорогостоящих машин и агрегатов идут ведущие отечественные и зарубежные предприятия, используя разработки ведущих производителей информационных систем, таких как Бейли Невада, Хьюлет-Паккард, Диамех, Инкотес и др [3]. Такие системы требуют предварительных виброиспытаний.

### **Цель исследований**

В данной работе приведены результаты периодического виброобследования газоперекачивающих агрегатов ГПА-10, установленных на компрессорной станции (КС) «Зеньковская» для набора статистического материала и создания эффективной стационарной системы вибродиагностики ГПА-10. Система содержит базу данных на ЭВМ для сохранения их технического вибросостояния, поиска дефектов и прогнозирования технического ресурса агрегатов.

### **Результаты исследований**

Измерение общего уровня виброскорости и запись вибрационных сигналов производится в контрольных точках в трех ортогональных направлениях (вертикальном, поперечном и осевом) на коллектор-сборщик или (и) измерительный магнитофон [2,3].

Схема расположения контрольных точек измерения вибрации газоперекачивающего агрегата (ГПА) пред-

ставлена на Рис. 1. Первый преобразователь (акселерометр) с помощью штатного магни-

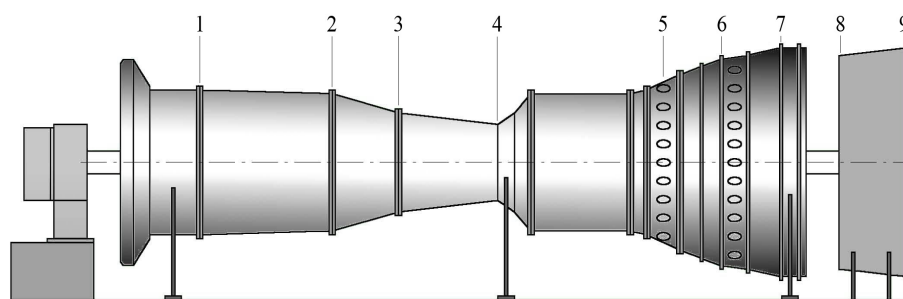


Рис. 1. Места установки вибродатчиков ГПА-10.



та последовательно устанавливается на: фланце крышки выносной коробки приводов; переднем фланце корпуса компрессора низкого давления (КНД) (точка 1); заднем фланце корпуса КНД (точка 2); переднем фланце корпуса компрессора высокого давления (КВД) (точка 3); заднем фланце корпуса КВД (точка 4); опорном венце турбины высокого давления (ТВД) (точка 5); опорном венце турбины низкого давления (ТНД) (точка 6); опорном венце силовой турбины (ТН) (точка 7); корпусе переднего подшипника нагнетателя (точка 8); корпусе заднего подшипника нагнетателя (точка 9). Контрольные точки измерения вибрации выбраны таким образом, чтобы контролировать вибросостояние каждого модуля агрегата и состояние их подшипниковых узлов.

Техническое состояние агрегата определяется общим уровнем вибрационного состояния и составляющей с частотой вращения турбины компрессора высокого давления (ТКВД): область «плохо» указывает на то, что эксплуатация ГПА с вибрацией узлов (одного из них), соответствующей виброскорости  $V_{пр} > 23$  мм/с по общему уровню или  $V_{пр\_ТКВД} > 16$  мм/с составляющей на частоте вращения ТКВД не может быть длительной без проведения мероприятий по снижению вибрации. Агрегат находится в предаварийном состоянии; область «очень плохо» характеризует аварийное состояние ГПА и соответствует вибрации узлов (одного из них)  $V_{ав} > 30$  мм/с по общему уровню или  $V_{ав\_ТКВД} > 20,8$  мм/с с составляющей на частоте вращения ТКВД.

Полученный сигнал анализируется в коллекторе-сборщике или поступает на персональную ЭВМ-анализатор спектра. Полученные вибрационные спектры сравниваются с соответствующими опорными масками для каждой контрольной точки. Выявляются «пики» вибрации в спектре, классифицируются по диапазонам опорных масок. Результаты сравнения уровней частотных составляющих с опорными масками дают возможность сделать заключение о техническом состоянии ГПА. Затем проводится анализ распределения основных частотных составляющих в спектре вибрации в соответствии с таблицами диагностических признаков, ориентируясь на максимальные «пики» вибрации [2].

Алгоритм вибрационной диагностики технического состояния ГПА представлен в [3]. Здесь показаны все этапы диагностирования, включающие в себя анализ общего среднеквадратичного значения уровня вибрации с добавлением двух качественных оценок вибрационного состояния: «плохо» и «очень плохо». При необходимости анализируются контурные, скоростные, режимные вибрационные характеристики, дополнительно строятся временные вибрационные характеристики (тренды) [4].

В процессе испытаний установлено, что вибросостояние ГПА ст. № 1 характеризуется преобладанием вибрации на частоте вращения ротора КНД. Наибольший ее уровень наблюдается на выносной коробке приводов в вертикальном направлении и не превышал 7,8 мм/с. В целом, вибросостояние агрегата оценивается как удовлетворительное. Следует отметить наличие резонанса корпуса выносной коробки в осевом направлении на частотах 661÷668 Гц (частотах зубозацепления шестерни масляного насоса двигателя).

Вибросостояние ГПА ст. № 2 характеризуется преобладанием (в основном) вибрации на частоте вращения ротора КВД. Наибольший ее уровень наблюдался в контрольной точке 3 и достигал 12–13 мм/с. Согласно [2], такой уровень вибрации находится на границе между состояниями «удовлетворительно» и «неудовлетворительно» по вибрационным признакам, поэтому необходимо усилить внимание за его контролем. Следует также отметить значительный уровень вибрации на комбинационной частоте ( $f_{КНД} \pm f_{КВД}$ ), который достигал в контрольной точке 5 (опорный венец ТВД) 3,8÷3,9 мм/с, и который характеризует степень связи соосных валов (при достижении уровня виброскорости  $V_c = 5,2 \div 5,6$  мм/с на комбинационной частоте ( $f_{КНД} \pm f_{КВД}$ ) на агрегате ст. № 7 КС-3 «Ромненская» произошло разрушение межвального подшипника).

Колебания наружного корпуса ГПА ст. № 3 характеризуются небольшими уравнениями виброскорости на основных частотах вращения валов (до 8 мм/с). Однако, присутствие в спектрах вибрации половинной (60 Гц) и удвоенной частоты вращения ротора ТВД, уровень которых соизмерим с уровнем вибрации на основной частоте, позволяет предположить о развитии такого дефекта как повышенный зазор между внешним кольцом подшипника задней опоры ТВД и корпусом. При этом нарушается соосность валов, увеличивается степень их связи, что приводит к появлению в спектрах вибрации комбинационных частот:  $(f_{\text{КНД}}+f_{\text{КВД}})$  и  $(f_{\text{КНД}}+f_{\text{КВД}})/2$ . Требуется усилить контроль за уровнем вибрации на этих частотах. Вибросостояние агрегата в целом оценивается как удовлетворительное.

Вибросостояние ГПА ст. № 4 характеризуется преобладанием вибрации на частоте вращения ротора КВД, кроме вибрации на выносной коробке приводов, где преобладают уровни вибрации на частоте вращения ротора КНД. Наибольшие уровни вибрации наблюдались на опорном венце ТВД в вертикальном направлении и на КП в осевом направлении и не превышали  $10\div 11$  мм/с. Средние же значения роторных гармоник не превышали  $6,5\div 7,5$  мм/с. В целом вибросостояние ГПА ст. № 4 оценивается как удовлетворительное. Однако, необходимо заменить рост уровня вибрации на комбинационной частоте  $(f_{\text{КНД}}+f_{\text{КВД}})$ , который в контрольной точке 5 (опорный венец ТВД) достиг  $4,3\div 4,4$  мм/с и который характеризует степень связи соосных валов.

Наибольшее значение вибрации ГПА ст. № 5 наблюдалось на опорном венце ТН и достигало  $11\div 12$  мм/с, что согласно [2] находится на границе между состояниями «удовлетворительно» и «неудовлетворительно». Средние значения виброскорости не превышали 9,8 мм/с. При этом на опорных венцах ТНД, ТВД и ТН наблюдались колебания с частотами  $(f_{\text{КВД}}+f_{\text{ТН}})$  и  $(f_{\text{КВД}}+f_{\text{ТН}})/2$  и  $3f_{\text{ТН}}$ . Наиболее вероятная причина повышенного уровня вибрации — дисбаланс ротора ТН.

Вибросостояние ГПА ст. № 6 характеризуется повышенным уровнем виброскорости, измеренной на выносной коробке приводов и на опорном венце ТН. Наибольшее

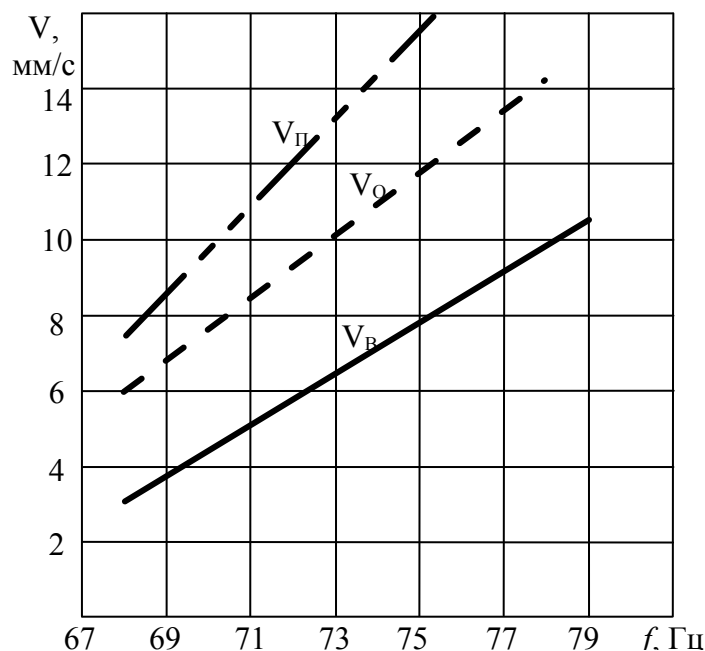


Рис. 2. Зависимость виброскорости опорного венца ТН от частоты вращения его ротора.

значение уровня виброскорости составило 14,2 мм/с на коробке приводов (на частоте вращения ротора КНД) и 15,4 мм/с — на опорном венце ТН. Средние значения: 10,8 и 11,5 мм/с при коэффициентах вибрации 24,2 и 33,8% соответственно. Суммарный вектор вибрации на коробке приводов  $V_{\Sigma} = \sqrt{V_{\text{В}}^2 + V_{\text{П}}^2}$  зависит от мощности работы агрегата, а на опорном венце ТН — от частоты вращения ТН (Рис. 2). Повышенный уровень виброскорости на выносной коробке приводов объясняется общим износом сопряженных ее частей, а на опорном венце ТН — дисбалансом ее ротора. При этом, хотя их средние значения не достигли своих критических значений, требуется усилить внимание за их уровнем. Кроме

этого, необходимо усилить контроль уровня вибрации на опорном венце ТВД, так как при последнем обследовании обнаружилось, что он возрос в два раза по сравнению с результатами предыдущих обследований.

По агрегату ст. № 7 обнаружен повышенный уровень виброскорости на выносной коробке приводов (КП) на осевом направлении и на опорном венце ТНД — в поперечном направлении. Максимальное значение виброскорости на КП составило 17,1 мм/с на частоте вращения ротора КНД и 10,3 мм/с — на опорном венце ТНД. Средние значения: 10,5 и 6,88 мм/с при коэффициентах вариации 35,2 и 28,3% соответственно. Рост уровня виброскорости КП в осевом направлении на частоте вращения КНД сопровождается ростом уровней ее гармоник  $3f_{\text{КНД}}$ – $6f_{\text{КНД}}$  и появлением гармоники  $3,6f_{\text{КНД}}$ , свидетельствующих о появлении дефекта одного из подшипников КП в виде разрушения тел качения. Необходимо усилить контроль уровня вибрации на этих частях.

### **Выводы**

Проведенные испытания позволили выявить разнообразные диагностические признаки в спектре виброскорости ГПА. Полученные данные обогатили практические результаты диагностики.

### **Перспективы дальнейших исследований**

Представленные результаты войдут в базу данных стационарной системы вибродиагностики ГПА на Зеньковской КС .

**Список литературы:** 1. Игуменцев Е.А., Работягов В.И., Шмидт В.В. Методика вибродиагностики технического состояния газоперекачивающих агрегатов ГПА-10 и ГПА-10-01 в условиях эксплуатации на компрессорных станциях газовой промышленности // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. — 1996. — № 1. — с.11-20. 2. Игуменцев Е.А. Стратегия эксплуатации по состоянию и вибрационная диагностика // Мир техники и технологии. — 2001. — № 3. — с.32-33. 3. Игуменцев Е.А., Марчук Я.С., Гетьманенко С.В. Нормирование вибрации газоперекачивающих агрегатов // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. — 2002. — № 3. — с.7-12. 4. Игуменцев Е.А., Добров В.Л., Игуменцева Н.В. Статистические критерии и алгоритм поиска дефектов ГПА-10 в комплексе «Simon» // Вестник Национального технического университета «ХПИ». Сборник научных трудов. Тематический выпуск: Проблемы совершенствования электрических машин и аппаратов. Теория и практика. — Харьков: НТУ «ХПИ». — 2005. — № 48. — с. 40-47.

**УДК 261.438:534.647**

**Є. О. ІГУМЕНЦЕВ**, докт. техн. наук, проф., УПА, Харків

**Е. Г. ЧЕРНОВ**, провідний інженер, УкрНДІгаз, м. Харків

**О. Л. ШВЕЙКІН** ст. наук. співр., УкрНДІгаз, м. Харків

### **ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ КОНДЕНСАЦІЇ ТА КРИСТАЛІЗАЦІЇ КОМПОНЕНТІВ ПРИРОДНОГО ГАЗУ**

За результатами розрахунків можна стверджувати про принципову можливість використання зазначеного методу для ідентифікації процесу конденсації компонентів природного газу.

На основі результатів розрахунків можна утверждать о принципиальной возможности использования отмеченного метода для идентификации процесса конденсации компонентов природного газа.

Для визначення вмісту вологи в газах існує велика кількість методів та приладів, які їх реалізують [1]. Однак для визначення вмісту вологи в природному газі найбільш придатним, за даними багаторічного моніторингу, виявився конденсаційний метод [2] – метод визначення температури точки роси (температури початку конденсації). При використанні

станні зазначеного методу виникає проблема при визначенні температури точки роси в промислових умовах пов'язана із значною кількістю домішок, які входять до його складу.

Існуючі прилади, які реалізують конденсаційний метод в автоматичному режимі, використовують для ідентифікації процесу конденсації, в основному, оптичні методи та класичну реалізацію конденсаційного вузлу. Оптичні методи ідентифікації процесу конденсації компонентів природного газу мають достатню кількість вад [2]. В наступній роботі використаний метод перепаду тисків для ідентифікації процесу конденсації компонентів природного газу [3]. Відомо, що змінення геометричних розмірів внутрішньої порожнини трубопроводу повинно призвести до виникнення різниці тисків між його входом та виходом при русі крізь нього потоку газу [3]. Змінення геометричних розмірів буде викликано з'явленням на внутрішніх стінках трубопроводу компонентів, що конденсуються при його охолодженні (Рис.1). Тут представлено конденсаційну поверхню у вигляді внутрішньої порожнини трубопроводу деякого діаметру з ділянкою, яка може бути нагрітою, або охолодженою (див рис.1).

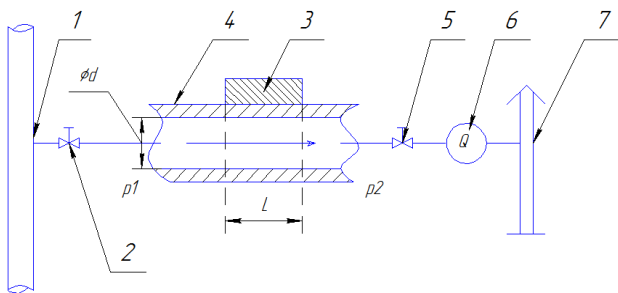


Рис. 1. Схематичний вигляд вимірювального газопроводу

У відповідності до конденсаційного методу, газ подається до вимірювальної камери з газопроводу 1 через запірний вентиль 2. Вимірювальна камера являє собою деякий газопровід діаметром  $d$  на його поверхні існує ділянка довжиною  $L$ , яка має можливість бути охолодженою, або нагрітою за допомогою відповідного пристрою 3. Між входом та виходом вимірювальної

камери вимірюються тиск  $p_1$  та  $p_2$  відповідно.

За допомогою вентилю 5, який встановлений на виході вимірювальної камери 4 встановлюється необхідне значення витрати газу за показанням витратоміру 6 після чого газ скидається до атмосфери через свічку 7.

На початковому етапі проведення вимірювання внутрішня порожнина трубопроводу 4 вільна для протікання газу (Рис. 2). Різниця тисків між його входом та виходом становить мінімальне значення, яке можна прийняти за умовно-нульвий рівень.

На наступному етапі розпочинається процес охолодження конденсаційної поверхні якою в даному випадку є внутрішня поверхня вимірювального трубопроводу на ділянці довжиною  $L$ .

При досягненні внутрішньою поверхнею температури рівноважного стану, пара волги, яка присутня в газі, починає конденсуватися на внутрішніх стінках ділянки, що охолоджується (рис. 3).

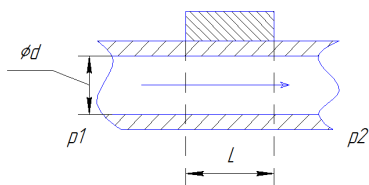


Рис. 2. Рух газу крізь вимірювальну камеру за відсутності сконденсованих компонентів.

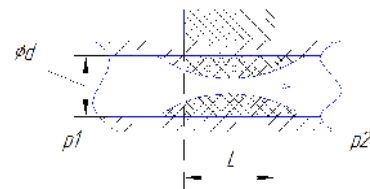


Рис. 3. Рух газу крізь вимірювальну камеру за умов наявності сконденсованих компонентів.

Наявність у внутрішній порожнині ділянки трубопроводу, що охолоджується, волги, яка сконденсувалась, призводить до порушення переміщення потоку газу вздовж нього, що в свою чергу призводить до втрати напору крізь вимірювальний газопровід.

Про втрату напору можна дистанційно судити з виникнення додаткової до умовно-нульової різниці тисків між входом та виходом газопроводу 4 (Рис. 1).

Для визначення втрати напору в газопроводах використовують формулу Дарсі-Вейсбаха [4]:

$$p_1 - p_2 = \frac{10^6}{162 \cdot \pi^2} \cdot \lambda \cdot L \cdot \frac{\rho \cdot Q^2}{d^5} = 626,1 \cdot \lambda \cdot L \cdot \frac{\rho \cdot Q^2}{d^5}, \quad (1)$$

де  $p_1$  - абсолютне значення тиску на початку газопроводу, Па;  $p_2$  - абсолютне значення тиску в кінці газопроводу, Па;  $\lambda$  - коефіцієнт гідравлічного опору, який враховує втрати на тертя, та залежить від числа Рейнольдса;  $L$  - довжина газопроводу постійного діаметру, м;  $d$  - внутрішній діаметр газопроводу, см;  $\rho$  - густина газу за нормальних умов, кг/м<sup>3</sup>;  $Q$  - витрата газу, м<sup>3</sup>/ч, за нормальних умов.

З рівняння (1) видно, що на різницю тисків між входом та виходом газопроводу впливає змінення коефіцієнту гідравлічного опору внаслідок збільшення шорсткості внутрішньої поверхні газопроводу внаслідок наявності сконденсованої вологи. Крім того на різницю тисків впливає зміна геометричних розмірів (діаметру) перетину газопроводу, яка викликана наявністю на його внутрішній поверхні вільної вологи.

На першому етапі визначимо вплив змінення гідравлічного опору внаслідок наявності компонентів, що сконденсувались на внутрішніх стінках газопроводу. Для цього проведемо розрахунок числа Рейнольдса від якого залежить коефіцієнт динамічного опору за формулою:

$$Re = 0,0354 \cdot \frac{Q}{\nu \cdot d}, \quad (2)$$

де:  $Q$  - витрата газу за нормальних умов - 0,06 м<sup>3</sup>/ч;  $d$  - внутрішній діаметр газопроводу - 0,01 см;  $\nu$  - кінематична в'язкість за нормальних умов -  $2 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/сек.

Для нашого випадку отримаємо:  $Re = 91,55$ . Для ламінарного руху ( $Re < 2,3 \cdot 10^3$ ) коефіцієнт гідравлічного опору не залежить від шорсткості поверхні газопроводу та дорівнює:  $\lambda = 64 / Re$ , вплив шорсткості внутрішньої поверхні газопроводу на виникнення різниці тисків між його входом та виходом буде або незначним, або взагалі відсутнім.

Розглянемо можливу зміну різниці тисків між входом та виходом вимірювального газопроводу на всьому протязі проведення вимірювання, тобто за різної кількості вільної вологи, яка конденсується на внутрішній поверхні вимірювального газопроводу. Розрахунок проведемо за наступними вихідними даними:  $L$  - довжина ділянки газопроводу - 0,01 м;  $\rho$  - густина газу - 0,72 кг/м<sup>3</sup>;  $Q$  - об'ємна витрата газу - 0,06 м<sup>3</sup>/год;  $d$  - діаметр газопроводу - 0,001 м;  $\lambda$  - коефіцієнт гідравлічного опору - 0,69.

При малих значеннях діаметру (Рис. 4) існує досить значна чутливість на навіть незначне зменшення діаметру вимірювального газопроводу. Зона достатньої чутливості починається зі значень діаметру менших за 0,05 мм. При реалізації даного методу забезпечується мінімальний перепад тиску між входом та виходом вимірювального газопроводу перед проведенням вимірювання з метою забезпечити мінімальну різницю умов при конденсації компонентів природного газу. При встановленні діаметру вимірювального газопроводу на рівні 0,05 мм. різниця тисків між входом та виходом вимірювального газопроводу при відсутності сконденсованих компонентів, відповідно до розрахунків, буде становити 34837 Па. За умов початку процесу конденсації, при зменшенні діаметру вимірювального газопроводу на 0,01 мм. змінення значення перепаду тисків буде становити 71477 Па.

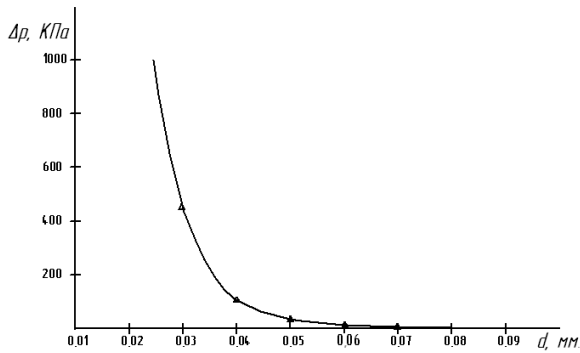


Рис. 4. Залежність перепаду тиску між входом та виходом вимірювального газопроводу від його діаметру.

Розраховане значення є таким, що досить легко виміряти та ідентифікувати процес початку конденсації. Крім того, зазначений метод надасть змогу ідентифікувати початок утворення як рідкої так і твердої фази компонентів природного газу.

В порівнянні з традиційними методами ідентифікації [1,2] процесу початку конденсації приведений забезпечує: відсутність впливу параметрів потоку газу на можливість ідентифікації процесу конденсації; відсутність залежності отриманого сигналу від стану конденсаційної

поверхні; можливість ідентифікації процесів конденсації декількох компонентів з розділенням їх за ознакою різної густини; можливість визначення агрегатного стану компонентів, що утворились на конденсаційній поверхні.

За результатами розрахунку можна стверджувати про принципову можливість використання зазначеного методу для ідентифікації процесу конденсації компонентів природного газу. Крім того, є можливість ідентифікувати кожен компонент за його густиною, що дозволить розрізнити процес утворення рідкої (конденсація), або твердої (кристалізація) фаз компонентів.

**Список літератури:** 1. ГОСТ 20060-83. Газы горючие природные. Методы определения содержания водяных паров и точки росы влаги // М.: Изд-во стандартов. – 1984 – с. 20. 2. А. Лур'є, В. Плехоткин, М. Ткаченко, О. Швейкін. Досвід промислової експлуатації вимірювачів вологості газу на магістральних газопроводах України // Збірник присвячений 50-річчю Шебелинського родовища. – 2008 – с.32-36. 3. Швейкін О. Л. Інструментальне визначення температур утворення рідкої та твердої фази компонентів природного газу в автоматичному режимі // Метрологія та прилади. – 2008. – №4 – с. 18-20. 4. Зарембо К. С. Справочник по транспорту горючих газов // Государственное научно-техническое издательство нефтяной и горно-топливной аппаратуры, Москва – 1962 – с. 887.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 681.523 (075.8) :681.513.3**

**Г.И. КАНЮК**, докт. техн. наук, доц., УИПА, Харьков, Украина

**М.А. ПОПОВ**, ведущий инженер, Алчевский металлургический комбинат,

**И.К. КИРИЧЕНКО**, докт. техн. наук, проф., УИПА, Харьков

### **ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТУРБОКОМПРЕССОРНЫХ АГРЕГАТОВ ДОМЕННЫХ ПЕЧЕЙ**

У роботі сформульовано основні напрями рішення поставленої науково-технічної задачі в області доменної виплавки чавуну. А саме: підвищення якості чавуну, що виплавляється, раціональна організація і максимальна автоматизація технологічного процесу, зниження витрат енергії і палива на випуск продукції.

В работе сформулированы основные направления решения поставленной научно-технической задачи в области доменной выплавки чугуна. А именно: повышение качества выплавляемого чу-

гуна, рациональная организация и максимальная автоматизация технологического процесса, снижение затрат энергии и топлива на выпуск продукции.

Доменная выплавка чугуна является одним из наиболее сложных и энергоемких видов производств. При этом, в научно-техническом плане, важными и актуальными всегда были и остаются три основные задачи:

- рациональная организация и максимальная автоматизация технологического процесса;
- повышение качества выплаваемого чугуна;
- снижение затрат энергии и топлива на выпуск продукции.

Решение этих задач осуществляется, в значительной степени, разработкой и внедрением эффективных систем автоматического управления как отдельными технологическими процессами, так и комплексных АСУТП доменным производством.

Интенсивность и эффективность процесса доменной выплавки и качество выплаваемого чугуна в значительной степени зависят от стабильности расхода воздуха, подаваемого на колошник турбокомпрессорными агрегатами. Эта стабильность обеспечивается электрогидравлическими системами автоматического регулирования (ЭГСР), которые поддерживают постоянный заданный расход воздуха при изменении давления на колошнике путем соответствующего изменения частоты вращения турбины.

Стабильность расхода воздуха, подаваемого в доменную печь, обеспечивает равномерность опускания шихты в шахте и соответствующий оптимальный режим пресса выплавки чугуна. При отклонениях фактического значения расхода воздуха от заданного режимного значения нарушаются оптимальные режимы плавки, и для поддержания требуемой температуры в печи необходимо увеличивать расход кокса. При этом снижается КПД процесса и возрастает себестоимость выплаваемого чугуна (в структуре его себестоимости порядка 40% составляет стоимость кокса). Норма расхода кокса на тонну выплаваемого чугуна составляет 490 кг при номинальном значении расхода воздуха (стоимость одной тонны кокса составляет 1870 грн. в ценах 2010 г.). В печах без микропроцессорных электронно-гидравлических регуляторов отклонения значений расхода составляют до 8-10%. При этом расход кокса и себестоимость чугуна повышаются в соответствующем отношении. При среднегодовой производительности домны объемом 3000 м<sup>3</sup> до 2 млн. т. чугуна, дополнительные затраты, связанные с нарушениями режима плавки из-за неравномерности подачи воздуха, составляют до 150 млн. грн. в год. В печах с типовыми микропроцессорными электрогидравлическими регуляторами отклонения значений расхода воздуха составляют до 3-5%. При этом годовое снижение дополнительных затрат на выплавку чугуна составляет до 100 млн.грн. В существующих ЭГСР обычно используются традиционные промышленные ПИД-регуляторы, формирующие закон управления регулирующими клапанами турбины на основе информации об отклонении фактического расходов от заданного значения, а также производной и интеграла от отклонения. Традиционные ПИД-регуляторы обладают высокой чувствительностью к изменениям параметров САР и объекта и не обеспечивают адаптивной самонастройки коэффициентов регулятора. Поэтому при изменении параметров системы в процессе эксплуатации точность поддержания заданного расхода воздуха значительно уменьшается, что приводит к снижению интенсивности и эффективности процесса плавки, ухудшению качества чугуна. Анализ экспериментальных характеристик САР показал, что в процессе эксплуатации может иметь место двух-трех кратное снижение их точности за счет изменений параметров технологической системы, которые не отслеживаются регуляторами. При этом отклонение расхода воздуха от заданного значения может составлять 6-8%, а дополнительные затраты кокса – 30-40 кг на тонну выплаваемого чугуна (в денежном

выражении – 56-65 грн. в ценах 2010 г.). Для домен объемом 3000 м<sup>3</sup> с производительностью 2 млн.т. чугуна в год дополнительные издержки составляют, соответственно, 112-130 млн. грн. в год. При общем количестве чугуна выплавляемого в Украине, порядка 30 млн.т. в год, экономический эффект от создания и внедрения прецизионных САР турбокомпрессорных агрегатов, способных обеспечивать гарантированное поддержание точности регулирования расхода воздуха в процессе эксплуатации, может составить порядка 1 млрд. грн. в год.

Типовая существующая схема ЭГСР производительности турбокомпрессоров [1] приведена на рис.1.

Она включает электронный задатчик величины регулируемого расхода (ЗР), аналоговый регулятор расхода с импульсным выходом (РР), реализующий пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) закон управления, электронный блок управления (ЭБУ), параллельные контуры гидравлического (РСГ) и электрогидравлического (ЭГП) регуляторов скорости вращения турбины (Т) и связанного с ней компрессора (К), подающего сжатый воздух в доменную печь (ДП). Регуляторы скорости включают электроприводы с тиристорными усилителями (УТ) и электродвигателями (ЭД), которые посредством механической передачи «винт-гайка» управляют положением золотников, обеспечивающих соответствующее перемещение гидравлических сервомоторов, связанных посредством рычажных передач с регулирующими клапанами турбины (РК).

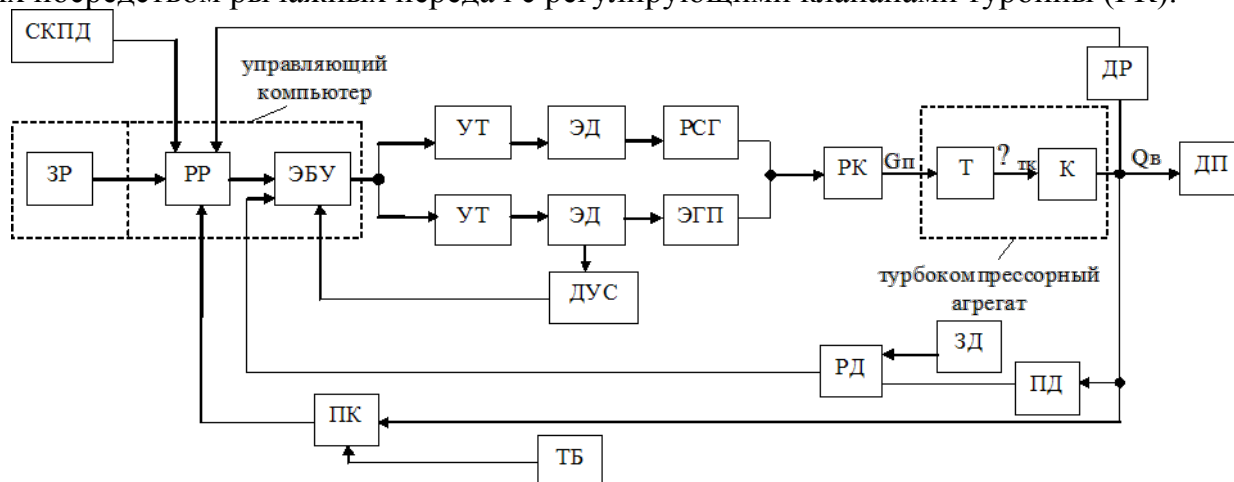


Рис.1 Функциональная схема САР производительности турбокомпрессорного агрегата  
 ЗР – задатчик величины регулируемого расхода; РР – регулятор расхода (аналоговый регулируемый блок с импульсным выходом); ЭБУ – электронный блок управления; УТ – усилитель тиристорный; ЭД – электродвигатель; РСГ – регулятор скорости гидродинамический; ЭГП – электрогидравлический привод; РК – регулирующие клапаны; Т – турбина; К – компрессор; ДП – доменная печь; ДР – датчик расхода; РД – регулятор давления нагнетания сжатого воздуха; ЗД – задатчик величины предельного давления сжатого воздуха; ПД – преобразователь импульса по давлению сжатого воздуха; ПК – преобразователь коррекции по температуре и давлению наружного воздуха; ТБ – термобаллон; СКПД – система компенсации потерь дутья

Электрогидравлический контур управления включает внутреннюю обратную связь по угловой скорости электродвигателя с датчиком угловой скорости (ДУС). Главная обратная связь организована по расходу воздуха во всасывающем тракте компрессора при помощи датчика расхода (ДР), который включает диафрагму, манометры и преобразователь давления (см. рис. 1). В качестве дополнительных систем используются: регулятор давления сжатого воздуха (РД), включающий задатчик величины предельного давления



(ЗД) и импульсный преобразователь давления (ПД); система компенсации потерь дутья (СКПД).

В модернизированном варианте САР (модернизация проведена в 2005 г.) используется микропроцессорный вариант электронной части системы управления (на базе управляющего компьютера).

Такая схема имеет следующие очевидные недостатки. Во-первых, измерение регулируемой величины (расхода воздуха) осуществляется не на выходе, а на входе компрессорного агрегата (на тракте всасывания). В процессе сжатия воздух существенно изменяет свою плотность и, при сохранении общего массового расхода, объемный расход нагнетаемого воздуха (регулируемая величина) на выходе из агрегата может значительно отличаться от входного (измеряемого) значения. Во-вторых, используется достаточно грубая система измерения расхода воздуха (диафрагма, манометры и преобразователь перепада давления). Такая система может иметь погрешность до 3-5%, что уже само по себе превосходит требуемую точность САР. Хотя, в настоящее время имеются достаточно точные системы измерения расхода [2] (в частности, роторные счетчики расхода могут обеспечивать погрешность измерения менее 1%). В-третьих, между сервомотором и траверсой с регулирующими клапанами установлена достаточно сложная рычажная система, предназначенная для увеличения усилия сервомотора, передаваемого на траверсу с регулирующими клапанами. Такая система содержит упругие звенья и люфтовые соединения, которые существенно снижают точность регулирования. В-четвертых, для перемещения золотника, управляющего гидравлическим сервомотором, используется тиристорный электропривод с механической передачей «винт-гайка» (для преобразования вращательного движения электродвигателя в поступательное перемещение золотника). Такой привод является громоздким, инерционным и, сам по себе, обладает значительной погрешностью. О некоторых недостатках используемых в ЭГСР традиционных ПИД-регуляторов уже говорилось выше. Кроме того, такие регуляторы не обеспечивают компенсацию астатизмов выше первого порядка, не компенсируют отрицательного влияния на точность регулирования нелинейных характеристик объекта управления и исполнительных механизмов самой САР. Указанные недостатки существенно ограничивают возможности повышения точности САР расхода воздуха, и их устранение представляет собой важную и актуальную научно-техническую задачу, решение которой обеспечит повышение экономической эффективности технологического процесса доменной выплавки чугуна и качества выплавляемого металла.

### **Выводы.**

Исходя из выполненного анализа состояния рассматриваемой проблемы и результатов существующих научных исследований и практических инженерных решений в этой области, сформулированы следующие основные направления решения поставленной научно-технической задачи.

1. Усовершенствование конструкции исполнительного механизма ЭГСР путем замены инерционной и громоздкой системы электропривода основного золотника пропорциональным сервоклапаном с электрическим управлением, а также обеспечения непосредственной связи штока гидравлического сервомотора с системой регулирующих клапанов за счет повышения давления в гидросистеме (и, соответственно, усилия на штоке) и исключение сложной механической передачи между штоком сервомотора и траверсой. Известные разработки и исследования [3] подтвердили практическую эффективность таких ЭГСР и возможность обеспечения высокой точности управления с их использованием.

2. Синтез прецизионного регулятора для ЭГСР на основе современных методов теории управления: мультипликативного и модального управления, обратных задач динамики

ки, компенсации отрицательного влияния нелинейных характеристик объекта управления и исполнительного механизма. Такие методы синтеза эффективно использовались, в частности, авторами при решении задачи повышения точности и быстродействия ЭГСР частоты и мощности паровых турбин тепловых и атомных электростанция [4-11].

По предварительным оценкам, реализация предложенных направлений позволит повысить точность САР производительности турбокомпрессорных агрегатов доменных печей с 3-5 до 1-1,5% (в два – три раза), и обеспечить экономический эффект в металлургической промышленности Украины порядка 1 млрд. грн. в год.

**Список литературы:** 1. Эльцуфин М.А. Монтаж, наладка и ремонт турбокомпрессорных и турбогенераторных установок / М.А. Эльцуфин, А.П. Пилицын.- М.-Л.: Машгиз, 1960.- 340с. 2. Способы измерения и аппаратура. Кн.2 / Измерения в промышленности. Справ. Изд. В 3-х кн. // Под. Ред. Профоса П. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1990.- 384с. 3. Канюк Г.И. Модели и методы структурного и параметрического синтеза прецизионных электрогидравлических следящих систем автоматизированных испытательных стендов: диссертация на соискание научной степени д-ра техн. наук: спец. 05.13.07/ Г.И. Канюк. – Харьков, 2009. 605с. 4. Канюк Г.И. Перспективы использования электронно-гидравлических устройств в современных энергоресурсосберегающих технологических системах / Г.И. Канюк.- Вестник Харьковского государственного политехнического университета.- Харьков.- 1999.- Вып. №44.- с. 39-40. 5. Канюк Г.И. Повышение качества технических характеристик системы автоматического регулирования частоты и мощности (САР Ч и М) паровых турбин / Г.И. Канюк.- Совершенствование турбоустановок методами математического и физического моделирования. Сборник научных трудов Института проблем машиностроения им. А.Н. Подгорного НАН Украины.- Харьков.- 2003.- т.1.- с. 55-58. 6. Канюк Г.И. Моделирование и анализ технических характеристик электрогидравлической системы автоматического регулирования частоты и мощности (САР Ч и М) паровых турбин/ Г.И. Канюк, В.А. Кострыкин, Е.Н. Близниченко.- Вестник Национального технического университета «ХПИ». Тематический юбилейный вып.6 «Энергетические и теплотехнические процессы и оборудование».- Харьков.- 2005.-с.113-123. 7. Канюк Г.И. Синтез прецизионного быстродействующего регулятора электронно-гидравлического контура управления положением регулирующих клапанов паровых турбин / Г.И. Канюк, Е.Н. Близниченко.- Энергетика и электрификация.- Киев.- 2005.- №8.-с.52-55. 8. Канюк Г.И. Результаты экспериментальных исследований электрогидравлической системы автоматического регулирования частоты и мощности (САР Ч и М) паровых турбин атомных электростанций/ Г.И. Канюк, Е.Н. Близниченко, Г.М. Рудницкий, В.А. Кострыкин.- Энергетика и электрификация.- Киев.- 2005.- № 12.-с.16-18. 9. Канюк Г.И. Об увеличении эксплуатационной надежности и безопасности главных паропроводов при повышении качества электрогидравлических систем автоматического регулирования паровых турбин/ Г.И. Канюк, Е.Н. Близниченко.- Восточно-Европейский журнал передовых технологий.- Харьков.-2005.-Вып.3/2 (27).-с.149-152. 10. Канюк Г.И. Влияние качества системы автоматического регулирования частоты и мощности паровых турбин на эксплуатационную надежность и безопасность энергоблоков АЭС/ Г.И. Канюк, С.Ф. Артюх.- Збірник наукових праць Донецького національного технічного університету. Серія „Електротехніка і енергетика”.- №8(140).-2008.- с.90-91. 11. Канюк Г.И. Быстродействующие прецизионные электрогидравлические следящие системы (ЭГСС). Основы теории. Разработка. Исследования/ Г.И. Канюк.- Харьков: Издательство НТМТ, 2008.-109 с.

Поступила в редколлегию 01.10.201

УДК 504.7

**А.А. КАСАТКИН**, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», г. Харьков  
**В.Н. КЛИМЕНКО**, канд. физ-мат. наук, доц., УИПА, Харьков

## ТЕПЛОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ЗЕМЛИ – ПРОГНОЗ СБЫВАЕТСЯ

Показано, що вирішення проблеми теплового забруднення Землі, як однією з найважливіших проблем початку ХХІ століття, можливо лише на комплексній основі. У цьому комплексі - наукові, технічні, агрономічні, соціальні проблеми. Їх рішення зажадає не тільки великих витрат праці, енергії, капіталовитрат, але і узгодженості дій людей всього світу.

Показано, что решение проблемы теплового загрязнения Земли, как одной из важнейших проблем начала ХХІ века, возможно лишь на комплексной основе. В этом комплексе - научные, технические, агрономические, социальные проблемы. Их решение потребует не только больших затрат труда, энергии, капиталозатрат, но и согласованности действий людей всего мира.

Материалом для этой статьи послужила информация, которая была получена более 40 лет назад. Сейчас по этой теме количество публикаций просто огромное, а тогда (1968 год) эта информация была воспринята как антинаучная и не соответствующая плановому развитию социалистической экономики и затем ее всячески пытались не распространять в открытой печати.

В статье дается прогноз о возможном изменении средней годовой температуры Земли в случае роста энергопотребления и населения Земли. Реальные цифры потребления энергии в 2000 году хорошо совпали с прогнозом, данным в статье. ([https://www.ltu.se/lopoly\\_fs/1.5035!gcgw-bn.pdf](https://www.ltu.se/lopoly_fs/1.5035!gcgw-bn.pdf))

Исходными данными для прогноза послужили цифры касательно потребления энергии с 1860 по 1967 годы и научный прогноз, опубликованный в журнале «Mining Mag.» 1967 11 №6 и VII Мировой энергетической конференции (МИРЭЖ)

### 1. Прогнозы развития мирового энергопотребления и тепловое загрязнение Земли.

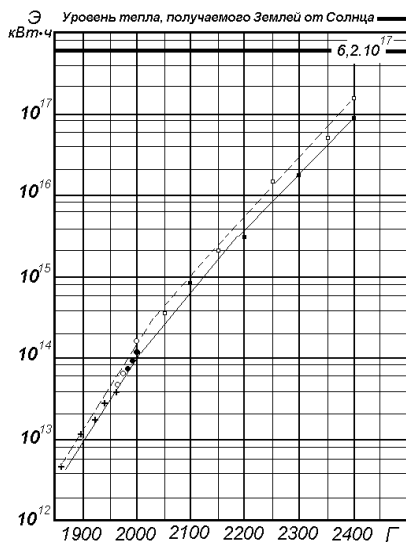


Рис.1 Рост мирового энергопотребления

При рассмотрении развития энергетики и проблем, возникающих в связи с этим развитием, наблюдается однобокий подход многих авторов к вопросам развития энергетики. Обычно видят проблему в источниках энергии, нарушая тем самым закон сохранения энергии: говоря об источниках энергии, не следует забывать и об канализации использованной энергии.

Поскольку потребление почти всегда означает перевод ее в конечном итоге в тепло с температурой окружающей среды, то все энергопотребление на Земле идет на повышение температуры поверхности Земли и тропосферы. Остаться постоянной эта температура не может, так как повышение теплоотдачи Земли в мировое пространство может произойти лишь при повышении температуры.

Поэтому рост энергопотребления с такими темпами, какие мы уже имеем сейчас, ставит особо остро проблему канализации низкотемпературного тепла.

- + – данные по энергопотреблению за 1860 -1965 годы
- o – данные VII конгресса МИРЭЖ
- – данные по «Mining Mag», 11, №6, 1967
- – прогноз по данным VII конгресса МИРЭЖ

■ – прогноз по данным «Mining Mag», 11, №6, 1967

Игнорирование этой проблемы приведет к тому, что человечество через 100-300 лет либо вынуждено будет приостановить добычу ископаемых топлив, иначе произвольно создаст условия, исключающие возможность жизни на Земле в нынешних ее формах.

Рассматривая историю роста энергопотребления за прошедшее столетие и прогнозы на ближайшее будущее, можно сделать предположение о темпах дальнейшего роста энергопотребления (рис.1). При построении кривой ограничимся наиболее скромными темпами из имеющихся в литературе прогнозов и экстраполируем их на 300-400 лет. Как это видно из полученного графика, в 2500 году человечество будет потреблять столько же энергии, сколько получает Земля от Солнца.

Такое заключение не может быть нереальным. Темпы роста энергопотребления определяются в основном развитием техники и ростом населения Земли. Замедления роста населения в ближайшие 100-150 лет вряд ли можно ожидать, а при нынешних темпах роста в 2100 году Землю, по-видимому, будет населять 25-30 млрд. человек. В развитии техники замедление темпов также маловероятно. Скорее всего темпы будут нарастать. Конечно, нельзя утверждать, что в действительности рост энергопотребления будет проходить так, как мы предполагаем. Возможны большие отклонения, но они скорее вероятны в сторону более высоких темпов роста энергопотребления.

К чему же приведет потребление человечеством таких количеств энергии? В настоящее время в тепловом балансе Земли участвует в основном энергия Солнца. Все, что Земля получает от Солнца в виде световых лучей, переходит в низкотемпературное тепло и инфракрасным излучением рассеивается в мировое пространство. Если максимально упростить процесс теплоотдачи в мировое пространство, то его можно отобразить выражением

$$E = \varepsilon \left( \frac{T_{\text{ср}}}{100} \right)^4$$

где  $E$  - энергия, излучаемая Землей,  $T_{\text{ср}}$  - средняя температура у поверхности Земли,  $\varepsilon$  ~ коэффициент излучения Земли.

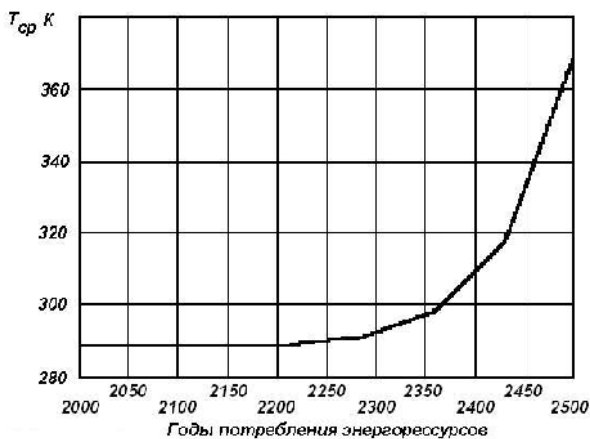


Рис.2. Прогноз потепления у поверхности Земли при нынешних темпах роста потребления углеводородных топлив.

поверхности Земли приведет к росту средней температуры, так как только при этом условии сможет установиться баланс между теплом, выделяемым у поверхности Земли и излучаемым ею в мировое пространство. Используя приведенное выражение для теплоотдачи Земли в мировое пространство и темпы роста мирового потребления энергоносителей, получим кривую средних температур у поверхности Земли (рис.2).

Как это показывает полученная кривая, в 2150-2200 годах рост энергопотребления должен быть остановлен, иначе начнется резкое возрастание средней температуры у по-

Принимая по данным геофизиков среднюю температуру у поверхности Земли, в  $288^{\circ}\text{K}$  и зная энергию, получаемую Землей от Солнца ( $6,2 \cdot 10^{17}$  квтч), находим, что средний коэффициент излучения Земли в настоящее время составляет  $2,025$  вт/м<sup>2</sup> град. Если принять его постоянным, то можно найти температуру у поверхности Земли в зависимости от количества тепла, которое должно быть отдано Землей в мировое пространство.

Рост энергопотребления нарушит тепловой баланс Земли. Рост тепловыделения у

верхности Земли. Но этот срок получен лишь при условии постоянства коэффициента излучения Земли. Но будет ли он постоянным? Можно с уверенностью сказать, что нет. Этот коэффициент зависит от содержания в атмосфере водяных паров, углекислоты и озона. Эти компоненты снижают коэффициент излучения Земли и тем более, чем больше их содержание и выше температура. И хотя в настоящее время содержание этих компонентов в атмосфере невелико (водяных паров 0,2%, углекислоты 0,03%), их влияние существенно. При отсутствии в атмосфере этих компонентов, средняя температура у поверхности Земли была бы на 40-50° ниже.

В связи с все возрастающим потреблением минеральных топлив содержание углекислоты в атмосфере все время повышается. С 1900 года по 1935 год содержание углекислоты в атмосфере повысилось на 9% или на 200 млрд. тонн. Даже если считать, что половина углекислоты, выделяющейся при сжигании топлива, будет оставаться в атмосфере, то к 2000 году, при использовании 5,5% имеющихся в настоящее время минеральных топлив, содержание углекислоты в атмосфере повысится до 0,04%. Если при этом коэффициент излучения Земли снизится хотя бы на 5%, средняя температура у поверхности Земли возрастет на 4-5° даже без учета возрастающего энергопотребления. Проблема усугубляется тем, что трудно предсказать, как будет изменяться коэффициент излучения Земли, даже зная как происходит повышение содержания углекислоты в атмосфере. Поэтому нет уверенности в том, что уже в будущем веке средняя температура у поверхности Земли не начнет повышаться.

Если не начать уже сейчас работать над проблемой канализации отходов энергии, то через 100-150 лет человечество будет поставлено перед выбором: либо сдерживание развития цивилизации, либо ее гибель. Проблема настолько серьезна, что решить ее в короткий срок вряд ли удастся. Начать работы над ней нужно уже сейчас. Кроме того, уже сейчас можно разработать целый ряд мероприятий, позволяющих отодвинуть время заметного повышения температуры у поверхности Земли.

Проблема канализации отработанной энергии поднимает целый ряд новых проблем, как технических, так и общественно-экономических, круг которых может быть определен только глубоким и всесторонним исследованием данной проблемы. Сейчас еще неясно, к каким последствиям может привести промедление с исследованием всех сторон указанной проблемы. Поэтому следует считать настоятельной необходимостью перейти от разговоров к делу и срочно установить жесткие меры по экономии ископаемых топлив. И в этом одним из направлений работ должна быть разработка высокоэффективных технологий во все производства. При этом, особое внимание должно быть обращено энергетике.

Основным показателем эффективности должен стать расход энергоносителей на производство продукта, а не выражение в деньгах.

## **2. Возможные пути решения экологической проблемы энергетики.**

Нам представляется, что эти пути должны быть в первую очередь организационными, а в более широком аспекте - даже социальные. Рассматривая эти пути, следует их разделить на мероприятия первого этапа, более срочные и второго этапа, результаты которого должны сказаться через 30 -50 лет.

К первоочередным путям снижения влияния энергетики на экологию следует отнести те, которые направлены на предотвращение регионального воздействия крупных электростанций. Как было сказано выше, в электроэнергетике существует тенденция укрупнения тепловых электростанций. В настоящее время строятся электростанции мощностью 6 млн. кВт и проектируются на 10 млн. кВт. Обоснованием этой тенденции является снижение удельных капитальных затрат и "удельной" численности персонала. При увеличении паротурбинного блока с 200 до 800 мвт строительная кубатура

главного здания уменьшится в три раза, а площадь в 2 раза, соответственно снижаются затраты металла, строительных материалов, т.е. и самого здания. Снижаются удельные затраты и на паротурбинные блоки. Так, увеличение мощности паротурбинного блока с 600 мвт до 1800 снижает удельную стоимость блока на 12%. По оценкам этих же авторов такой переход позволит снизить удельный расход топлива на 3%.

Последнее утверждение вызывает сомнение. Более крупные электростанции требуют создания более крупных прудов - охладителей. Это зачастую приводит к изъятию из обращения плодородных земель, что не может не привести к противодействию. Компромисс будут находить в увеличении теплового потока с единицы поверхности пруда - охладителя. При этом повысится температура в конденсаторе и повысится удельный расход тепла на электростанции.

Если даже не снижать удельной поверхности пруда - охладителя, с увеличением мощности ТЭС, КПД станции будет падать из-за роста температуры в районе ТЭС и повышении температуры охлаждающей воды, поступающей на охлаждение конденсаторов.

Известно, что в районе крупных городов температура на  $3 \div 5^\circ$  выше, чем за городом. Данное обстоятельство заставляет осторожно подходить к оценкам экономичности укрупнения тепловых электростанций. Опыт строительства тепловых электростанций показывает, что с укрупнением тепловых станций можно ожидать скорее ухудшение ее экономичности, чем улучшения. Возможно, даже в размерах, превышающих экономию в капиталозатратах.

С точки зрения экологии следует ограничить единичную мощность тепловых электростанций величиной 3 - 4 млн. кВт. Кроме того, места расположения тепловых электростанций следует выбирать не с точки зрения существующих требований, а из условий наименьшего регионального экологического воздействия. Следует провести широкие климатологические исследования взаимодействия местных тепловыделений с движением воздушных масс во все времена года.

По-видимому, такая работа ведется. Так, система спутников позволяет снять карту инфракрасного излучения на различных энергетических уровнях. Снимки атмосферы из космоса в сопоставлении с картами тепловых излучений позволяет установить влияние тепловыделений крупных электростанций на региональные изменения климата. Исследования в этом направлении позволяют, кроме того, получить рекомендации к принципам расположения электростанций, дающие возможность существенно уменьшить региональное влияние мощных тепловыделений.

Более серьезной экологической проблемой является проблема теплового загрязнения Земли. Рост энергетики остановить нельзя, как нельзя затормозить развитие цивилизации. Темпы роста энергопотребления определяются, в основном, материальными возможностями. Однако в настоящее время абсолютный уровень энергопотребления достиг такого уровня, когда следует задуматься над тем, чем мы должны расплачиваться и плата эта не материальная, а экологическая. Если в развитии энергопотребления стать на позицию "чем больше, тем лучше", можно прийти к трагической развязке для всего человечества.

Бесспорны следующие положения:

а) Повышение энергопотребления в недалеком будущем станет соизмеримым с энергией, получаемой Землей от Солнца.

б) Если не предпринять мер по удалению низкотемпературного тепла в мировое пространство, температура у поверхности Земли в течении 50 - 100 лет поднимется настолько, что цивилизация будет отброшена на много веков назад.

в) В настоящее время наука не располагает методами отвода низкотемпературного тепла в мировое пространство. Поиск таких методов и их разработка до технически приемлемого уровня, потребует не только большого отрезка времени, но и огромных капиталовложений.

Эти положения заставляют искать выход из создавшегося положения. Нам представляется, что следует идти по двум путям:

1. Ограничение темпов прироста энергопотребления.
2. Увеличение доли потребления "возобновляемых" энергоресурсов.

При использовании первого пути мы не предлагаем сдерживать развитие народного хозяйства; следует лишь изменить отношение к использованию энергии. Рациональное использование энергии позволит не только не сдерживать развитие народного хозяйства, но и освободить значительные средства для повышения темпов развития народного хозяйства.

Здесь речь идет не о простой экономии топлива энергетических ресурсов, а о целом комплексе мероприятий. В первую очередь следует пересмотреть весь перечень продукции промышленного производства и исключить ту продукцию, которая не дает существенного вклада в развитие народного хозяйства. В этом отношении весьма нерационально производство многих предметов потребления. Отставание разработки и развития социалистических принципов потребления привело к внедрению в наше общество элементов капиталистических принципов потребления, которые существенно снижают наши экономические возможности. К примеру - производство легковых автомобилей для населения. Это производство отвлекает огромные энергоресурсы на добывающую, металлообрабатывающую и машиностроительную промышленности, отвлекая большие трудовые ресурсы и в результате - огромные массы автомобилей, коэффициент использования которых - мизерный. К тому же в этом использовании свой парадокс - повышение использования личных автомобилей приводит к затратам больших энергоресурсов. Подобных примеров можно привести много, а их обоснование переходит в область социальных исследований.

Вторым путем следует считать путь рационализации географии промышленного производства с целью сокращения транспортных перевозок. Эта география складывалась стихийно, что привело к огромным встречным грузопотокам. Следует помнить, что на долю транспорта в настоящее время приходится до 25 % всего потребления энергоресурсов.

Третьим путем следует считать путь совершенствования технологий.

В настоящее время уже проводятся работы по внедрению энергосберегающих технологий, однако эти работы довольно скромные. Следует отметить, что все эти три пути могут стать действенными лишь при условии перехода в экономике от денежного исчисления затрат к энергетическому, т.е. затраты на производство продукции следует исчислять в энергетическом эквиваленте.

Второй пункт - увеличение потребления возобновляемых энергоресурсов, т.е. энергии воды, ветра, Солнца. Это направление в настоящее время находится в различной стадии развития для различных регионов.

Так, например, энергоресурсы рек используются довольно широко. В производстве электроэнергии мира их доля в настоящее время составляет 21 %. Если идти по пути создания крупных гидроэлектростанций, то использование всех возможностей повысит существующую мощность гидроэлектростанций мира еще на 20 - 30%. Общий гидроэнергетический потенциал мира оценивается в  $2.2 \cdot 10^9$  кВт. В 1980 году мощность ГЭС мира составляла 400 млн. кВт, т.е. возможности роста гидроэнергетики велики, однако, реализация этой возможности затруднена тем обстоятельством, что те страны, ко-

торые в состоянии развивать энергетику быстрыми темпами, почти исчерпали возможности создания гидроэлектростанций. Так, в Европе и Северной Америке гидроэнергоресурсы использованы более чем на 75 %, тогда как в Азии лишь на 22 %, а в Африке - на 4,5 %.

Использование малых гидроэнергетических потенциалов позволит существенно повысить выработку электроэнергии. Однако, по существующим технико-экономическим проработкам, стоимость электроэнергии вырабатываемой малыми гидроэлектростанциями существенно выше, чем на крупных электростанциях. Это главная причина, сдерживающая развитие малой гидроэнергетики.

К гидроэнергетике относят энергию приливов, энергию волны, течения. Что касается энергии приливов, то их потенциальная энергия составляет 3 млрд. кВт. Однако реализовать можно лишь 1% этой энергии. Если же рассматривать наиболее возможные пути осуществления таких электростанций, то на Земле существует лишь 20 мест, пригодных для создания приливных электростанций с приемлемыми капитальными затратами.

Энергия волн имеет тот же потенциал, что и энергия приливов, но технические возможности ее использования требуют больших капитальных затрат.

Топливный кризис 70 - х годов заставил обратиться к разработке нетрадиционных источников энергии, в том числе к использованию энергии ветра. Энергетический потенциал ветра в 30 раз выше энергии приливов и возможности наращивания производства энергоресурсов за счет энергии ветра довольно высоки. Однако, и здесь величина капиталовложений настолько велика, что широкого развития ветроэнергетика пока не получила.

Над использованием энергии Солнца начали серьезно работать сравнительно недавно. Работы введутся в самых различных направлениях от отопления, опреснения соленых вод, до производства энергетических растительных культур и биоинверсии.

В настоящее время удельные капиталовложения в строительство самих солнечных электростанций составляют 8 - 10 тыс. долларов за киловатт в диапазоне мощностей 10 - 100 кВт. Разрабатываются проекты, позволяющие снизить эту цифру до 4 тыс., долларов на киловатт. Можно считать, что дальнейшие работы по совершенствованию конструкции и технологии позволят довести удельную стоимость до 2000 долл./кВт.

Однако, следует иметь в виду, что удельные капиталовложения в строительство обычных тепловых электростанций составляет 180 - 200 долл./кВт, для атомных - до 500 долл./кВт. То есть, даже в перспективе стоимость создания солнечных электростанций будет существенно выше, чем для обычных электростанций.

В перспективах создания солнечных электростанций есть и обнадеживающие прогнозы. Так, фотоэлектрическое преобразование солнечной энергии может оказаться по капиталовложениям конкурентно-способным тепловым электростанциям. Намечающиеся успехи в производстве дешевых материалов и технологии для массового производства фотоэлементов, успехи физиков по повышению КПД фотоэлементов позволяют надеяться на широкое внедрение солнечной гидроэнергетики, особенно для мелких потребителей электроэнергии и, возможно, транспорта.

Итак, увеличение в общем потреблении "возобновляемых" энергоресурсов, (т.е. тех, которые не повышают тепловыделение у поверхности Земли) вполне возможно при условии увеличения капиталовложений в эту отрасль энергетики. Широкая программа экономичного расходования энергоресурсов позволит освободить необходимые капиталовложения.

Таким образом, программа первоочередных мер по предотвращению теплового загрязнения Земли в основном состоит из двух направлений - экономичного расходования



энергоресурсов и переключения освобожденных средств на увеличение производства "возобновляемых" энергоресурсов.

Долгосрочной программой предотвращения теплового загрязнения Земли должны быть в первую очередь предусмотрены работы по поиску способов канализации тепла в мировое пространство. Наряду с этим необходим поиск более экономичных путей трансформации энергоресурсов в потребляемый вид энергии. Так, например, электрохимические генераторы могут иметь КПД преобразования химической энергии близким к 1. А по работам члена-корреспондента АН СССР Лидоренко А.С., электрохимический генератор может иметь КПД больше единицы за счет использования низкотемпературного тепла окружающей среды.

Фундаментальные работы в области физики помогут, по-видимому, привести в равновесие энергопотребление с отводом тепла в мировое пространство.

### **Заключение.**

Проблема теплового загрязнения Земли выкристаллизовывается как одна из важнейших проблем начала XXI века.

Решение этой проблемы возможно лишь на комплексной основе. В этом комплексе научные, технические, агрономические, социальные проблемы. Их решение потребует не только больших затрат труда, энергии, капиталозатрат, но и согласованности действий людей всего мира.

Острой социальной проблемой является капиталистический способ производства с его законами рыночных отношений, производством ради прибыли без общественной необходимости, невозможностью введения рамок и ограничений на безрассудное расходование энергоресурсов. Поэтому, можно только надеяться, что угроза цивилизации со стороны теплового загрязнения Земли, так же, как и со стороны атомной войны, заставят капиталистические круги подчинить свои интересы интересам развития цивилизации.

**Список литературы:** 1. Электрификация СССР. Под ред. Непорожного П.С. Изд. "Энергия", 1970. 2. Известия ВУЗов, "Энергетика" №11, 1967. 3. Материалы VII конгресса МИРЭК, 1967. 4. Канаев А.А. Энергетические машины настоящего и будущего. "Машиностроение", 1967. 5. "Mining Mag.", № 6, 11, 1967. 6. Доклад Непорожного П.С. на VIII Конгрессе МИРЭК в Бухаресте. 7. Материалы III Международной Женевской конференции по мирному использованию атомной энергии, 1964. 8. Энергетика СССР в 1971 - 75 гг., М., 1971. 9. Турбиностроение т. 1, ВИНТИ, 1976. 10. Энергетика СССР в 1976 - 80 - гг. "Энергия", М., 1977. 11. Доллежалъ Н., Корякин Ю. Ядерная электроэнергетика, достижения и проблемы. "Коммунист", № 14, 1979. 12. Основные направления экономического и социального развития СССР на 1981-85 гг. и на период до 1990 года. "Правда", 2 декабря 1980 г. 13. Меркулов А.П. В поисках энергии будущего. Киев, "Техника" 1979. 14. Мировая энергетика. Прогнозы развития до 2020 года, "Энергия": 1980. 15. Канаев А.А. Развитие техники тепловых электростанций. Л., "Энергия", 1975. 16. Тельдеши Ю., Лесны Ю. Мир ищет энергию. М., "Мир", 1981, 439с. 17. Кириллин В.А. Энергетика сегодня и завтра. М., "Педагогика", 1983, 128с. 18. Полетавкин П.Г. Космическая энергетика. «Наука», 1981, 152с. 19. Давыдова Л.Г., Буряк А.А. Энергетика: Пути развития и перспективы. М., "Наука", 1981, 120с. 20. Более чем достаточно? Оптимистический взгляд на будущее энергетики, Под ред. Кларка Р. М., "Энергоатомиздат", - 1984, 216с. 21. Исаченко А.Г. Использование и охрана природных ресурсов. М., "Прогресс", 1972. 22. Лидоренко А.С., Мучник Г.Ф. изд. АН СССР, сер. "Энергетика и транспорт", № 2, 1973, с15. 23. Исаченко А. Г. Оптимизация природной Среды, М., "Мысль", - 1980.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 658.5:005:658.7**

**А.И. КОВАЛЕВ**, канд. техн. наук, нач. отдела управления проектами ОАО ЭК «Хмельницкоблэнерго»

## **МОДЕЛЬ, СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОЦЕССА РЕАЛИЗАЦИИ ЗАКАЗОВ**

Описаний підхід може допомогти підприємствам просунутися від базового рівня сервісу до повного задоволення споживачів і далі – до концепції сприяння успіху споживачів.

Описанный подход может помочь предприятиям продвинуться от базового уровня сервиса к полному удовлетворению потребителей и далее – к концепции содействия успеху потребителей.

### **Постановка задачи**

Один из основных принципов менеджмента на основе качества – ориентация на потребителя, а именно: высшее руководство должно гарантировать, что требования потребителей определены и выполняются с целью увеличения их удовлетворенности. При этом предприятия должны определить (1) требования, оговоренные потребителем, включая требования к поставке и последующим за поставкой действиям, (2) требования, которые не указаны потребителем, но необходимы для предусмотренного или предполагаемого использования продукта, (3) установленные и законодательные требования, относящиеся к продукту, (4) любые дополнительные требования, определенные предприятием как необходимые [1]. Указанные обстоятельства с учетом процессного и системного подходов к управлению, изложенных в стандартах ISO серии 9000, обуславливают актуальность разработки адекватной модели и реализующей ее методики логистической активности по управлению заказами потребителей.

Описанная ниже методика устанавливает порядок удовлетворения спроса заказчиков от получения производственного плана до доставки готовой продукции на склады заказчиков. Доставка продукции заказчикам осуществляют сервисные транспортные предприятия на основании накладных и калькуляций, предоставленных коммерческой службой. Требования методики распространяются на работы по приему и обработке всех заказов, а также по управлению заказами для производства номенклатурных изделий (исключается опытное производство) [2].

### **Результаты исследования.**

Работа по реализации заказов направлена на достижение следующих целей (результатов):

1. Удовлетворение потребительского спроса путем объединения усилий производства и управления заказами в логистической сети предприятия.
2. Формирование потребности в ресурсах – по материалам, трудоемкости, комплектующим – для производственных участков.
3. Поставки готовой продукции всем заказчикам в установленные сроки в соответствии с их заказами; принятие решения по каждому запросу, контракту, или заявке.

Модель процесса включает потоки, приведенные на рис. 1. В таблицах 1-4 приведены документы, которые комплектуют потоки процесса.

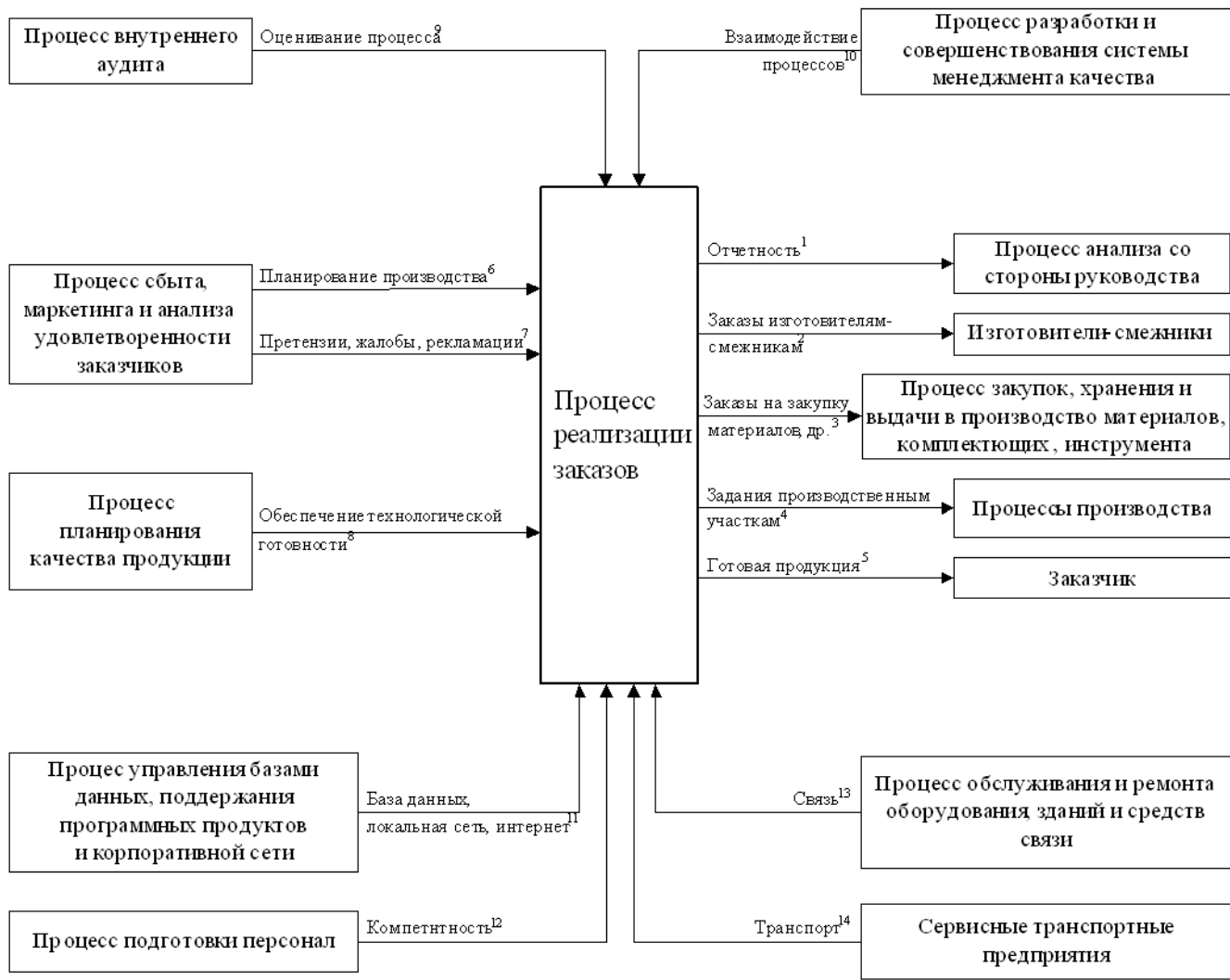


Рис. 1 Модель процесса реализации заказов

Таблица 1. Выходные потоки процесса реализации заказов

Документ (запись по качеству)	
Получатели информации	
1	Отчет по качеству начальника коммерческой службы
2	Договора с изготовителями-смежниками
3	Расчет типового склада материалов и комплектующих (месячного) (\\Типовой склад\ОМТС\Документация\Записи по качеству)
4	Сменные задания
Получатели продукта	
5	Накладная
	Упаковочная ведомость

Таблица 2. Входные потоки процесса реализации заказов

Документ (запись по качеству)	
Поставщики информации	
6	Планы производства, внеплановые заказы на изготовление номенклатурных изделий (\\Коммерческая служба\Документация\План производства)
	Карта исполнения нестандартного заказа
7	Рекламации
	Ведомость обращения заказчика
	Ведомость опроса заказчиков
8	Маршрутный лист
	Протокол аттестации техпроцесса
	График планового ремонта технологического оборудования
	Акт валидации специальных технологических операций

Таблица 3. Управляющие воздействия процесса реализации заказов

Документ (запись по качеству)	
9	Отчет об аудите
10	Руководство качеством, Целевая программа по качеству

Таблица 4. Ресурсы процесса реализации заказов

Документ (запись по качеству)	
11	Журнал контроля баз данных
	Журнал исправления ошибок (\\Server\Программное обеспечение\Документация\Журналы)
	Отчет по результатам резервного копирования серверных частей (\\Server\Backups\log)
12	Численность работников коммерческой службы и требования к их квалификации (профили компетентности)
13	Журнал учета заявок по ремонту телефонов
14	Хозяйственные договора с логистическими посредниками на оказание транспортных услуг

### Ответственность за управление процессом

Генеральный директор предприятия:

- утверждает целевые показатели для процесса (в целевой программе по качеству).

Владелец процесса реализации заказов (начальник коммерческой службы):

- реализует стадию «А» (анализ и выводы, улучшения, распространение положительного опыта) цикла *PDCA (Plan-Do-Check-Act)* – планируй, делай, проверяй, улучшай (вноси изменения). Этот цикл обеспечивает системный подход к анализу, а также выполнению процесса.

- реализует логистический микс: обеспечение правильным продуктом в правильном количестве и правильного качества, в правильном месте, в правильное время, правильно-му покупателю, за правильную цену.

- согласовывает (координирует) деятельность предприятия по отношению к запасам (материальные ресурсы, готовая продукция) путем минимизации общих затрат по формированию и управлению запасами;

- планирует и распределяет ресурсы процесса;

- обеспечивает развитие процесса и улучшение его показателей результативности;

- отслеживает уровень удовлетворенности заказчиков и корректирует управление логистической сетью предприятия;
- интегрирует и координирует выполнение всех заказов и действия логистических посредников в доставке продукции заказчику;
- доводит до персонала важность удовлетворения требований заказчиков и требований конструкторской и технологической документации.
- регистрирует показатели результативности процесса.

Оператор процесса:

- регистрирует данные по текущим изменениям в коммерческой службе: данные по персоналу (кадровые изменения, обучение), технической оснащенности, по изменениям производственной среды (которые могут влиять на качество работы, например, отопление, освещение, воздушная вытяжка, чистота, шум, вибрация, размещение складов). Эти данные необходимы для выявления связи между несоответствиями и возможными их причинами.

### Описание выполнения процесса

Процесс реализации заказов выполняется повторяющимися циклами (циклы непрерывного улучшения *PDCA*), которые установлены стандартом ДСТУ ISO 9001. На рис. 2 представлена карта процесса, структурированная по стадиям цикла *PDCA* и исполнителям. Темным цветом обозначены логистические активности коммерческой службы.

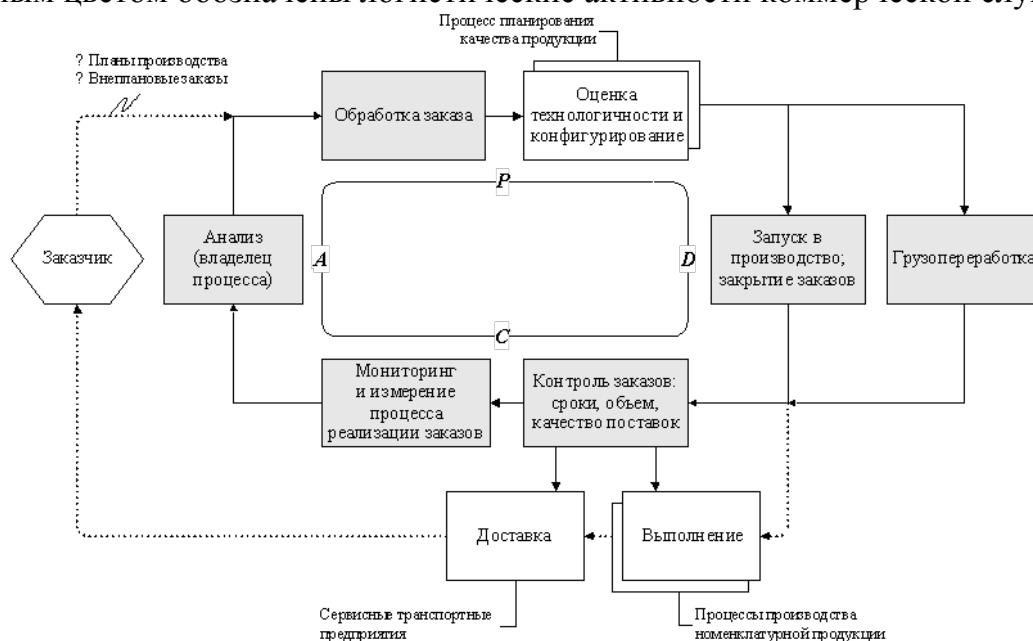


Рис. 2 Карта процесса реализации заказов

### Обработка заказа

Обработка заказа: процедура приема заказа и трансформации требований заказчика применительно к условиям производителя. Информационные потоки не параллельны материальным, поэтому время обработки заказов прибавляется к времени перемещения товаров.

Ежемесячно начальник коммерческой службы оформляет планы производства и направляет их начальникам вовлеченных подразделений для согласования и руководства к действию. Согласование заказов включает оценку оперативной возможности производственных участков по выполнению заказа с учетом ограничений по: (1) оборудованию – по полезному фонду времени работы оборудования; (2) персоналу – по численности и профессиональному составу основных и вспомогательных рабочих; (3) запасам материальных ресурсов и незавершенного производства. Если план не может быть принят,

начальнику коммерческой службы направляются предложения по изменению. Согласованный план утверждает генеральный директор.

Для утвержденного плана конструкторское бюро (КБ) предоставляет обновленные учтенные копии чертежей, выполненные в соответствии с ЕСКД. Для номенклатурных изделий диспетчеру коммерческой службы выдаются учтенные экземпляры чертежей под роспись. Диспетчер несет ответственность за сохранность учтенных копий чертежей. В каждом случае изменений в чертежах номенклатурных изделий КБ уведомляет диспетчера, начальника отдела материально-технического снабжения (ОМТС) и технического директора; при этом делается отметка в перечне учтенных копий чертежей (проставляется очередной номер изменения). Допускается передавать актуализированные чертежи номенклатурных изделий непосредственно из электронной конструкторской базы данных КБ (по сети). При разработке новой продукции, а также один раз в год для номенклатурной продукции КБ оформляет «Ведомость перевода потребностей заказчиков в характеристики изделия».

На основании утвержденного плана начальник ОМТС закупает материалы и комплектующие. Как правило, закупки по номенклатурным изделиям осуществляют для поддержания типового (месячного) склада материалов и комплектующих. При необходимости обновляется документ ОМТС – «Расчет типового склада материалов и комплектующих».

При разночтении с планом или при получении внеплановых (срочных) или нестандартных заказов уполномоченный менеджер коммерческой службы согласовывает сроки исполнения с мастерами производственных участков, затем с заказчиком. Кроме того, при получении внеплановых или нестандартных заказов, уполномоченный менеджер производит проверку наличия материальных ресурсов на этот заказ и, при необходимости, делает заявку в ОМТС на недостающий материал и комплектующие. Нестандартные заказы документируются «Картой исполнения нестандартного заказа». Планы производства, в т.ч. внеплановые и нестандартные заказы хранятся в электронной базе данных коммерческой службы три года.

### **Оценка технологичности и конфигурирование**

Служба технического директора разрабатывают типовые техпроцессы и технологическую документацию, осуществляет подготовку производства [3].

### **Запуск в производство, закрытие заказов**

Эта стадия работ включает:

- (1) распечатку маршрутного листа и ксерокопирование учтенных копий чертежей;
- (2) оформление заданий производственным участкам и запуск в производство;
- (3) закрытие заказа.

Диспетчер коммерческой службы вносит параметры заказа в производственную базу данных (файл «Активные заказы») и оформляет «Сменные задания» производственным участкам, распределяет чертежи и маршрутные листы. Электронная версия заказа сохраняется в течении календарного года в файле «Активные заказы». Выполненные заказы сохраняются в папке «Закрытые заказы» три года.

Для обеспечения выполнения производственных заданий начальник ОМТС оформляет «Лимитно-заборные карты» (документирование поступления товарно-материальных ценностей со склада в производство).

Срок выполнения заказа устанавливает заказчик. Для участка сборки дата выполнения заказа – по умолчанию за 3-5 дней до даты поставки. Возможна корректировка по срокам согласованного активного заказа в случаях: изменение конструкции изделия, изменение квот складского запаса, появление срочного внепланового заказа, полная оста-

новка заказа. Корректировку осуществляет начальник коммерческой службы при обязательном согласовании с заказчиками (на ранней стадии).

### **Грузопереработка**

Применительно к коммерческой службе грузопереработка – это совокупность материальных и учетно-статистических логистических операций, в том числе: (1) внутризаводская транспортировка, (2) комплектация, (3) упаковывание, (4) хранение, (5) погрузка, (6) подготовка погрузочных документов (накладная, упаковочная ведомость), (7) проверка полноты выполнения заказа.

Готовая продукция сдается на склад готовой продукции (ГП). Кладовщик склада ГП принимает ее от исполнителей (участок сборки) в соответствии с сопроводительными документами, пересчитывает, рассортировывает и обеспечивает хранение. При обнаружении несоответствий по количеству, внешнему виду или несоответствия сопроводительным документам – ставит в известность уполномоченного менеджера, который обеспечивает оперативное принятие мер по устранению несоответствий.

Отгрузка продукции заказчикам осуществляется со склада готовой продукции на основании данных файла «Активные заказы» и принимается представителем заказчика по накладной исполнителя. Готовая продукция на складе укладывается в транспортную тару; при отгрузке оформляется упаковочный лист с указанием наименования и количества отправляемой продукции.

### **Контроль выполнения заказов: сроки, объем, качество поставок**

Ключевым фактором является способность к контролю за планом выполнения заказов, обеспечивающему обратную связь для устранения несоответствий. Контроль охватывает организацию выполнения и доставки продукции заказчикам. Контроль призван обеспечивать информацией о движении каждого заказа в логистических каналах, и заключается в непрерывном сравнении параметров плановых и фактических логистических операций по изготовлению и доставке.

Контроль выполнения заказов осуществляет уполномоченный менеджер коммерческой службы на основе данных файла «Активные заказы». В этот файл диспетчер заносит информацию о движении каждого заказа: заготовительное производство; сборка и монтаж; приемо-сдаточные испытания; склад. Оперативный контроль (включая грузопереработку) осуществляет диспетчер.

Контроль доставки осуществляет уполномоченный менеджер коммерческой службы по письменным сообщениям дилера. Эти сообщения должны включать информацию о получении груза (дата) и соответствия заявленной документации на отгрузку. Контроль выполнения заказа включает также проверку счета от заказчика (цена, номенклатура, число мест). Контроль качества поставок осуществляет ответственный менеджер на основе компьютерной базы данных по послепродажному обслуживанию и поставке запасных частей.

### **Мониторинг и измерение**

Критерии результативности процесса (каким образом цели могут быть измерены):

(1) качественное удовлетворение требований (заказов) путем объединения усилий производства и управления заказами в логистической сети предприятия, включая взаимодействие с перевозчиками;

(2) точное планирование потребности и нормирование запасов материальных ресурсов для производственных участков;

(3) соблюдение сроков поставок путем определения и контроля времени выполнения заказов и грузопереработки.

Показатели результативности процесса (насколько хорошо мы выполняем критерии):

$P_1$  – процент заказов, выполненных с соблюдением обязательств (по срокам, количеству, номенклатуре);

$P_2$  – оборачиваемость материальных ресурсов<sup>1</sup>;

$P_3$  – вариабельность циклов реализации заказов (для каждого вида продукции).

Показатели рассчитываются за период:  $P_1, P_2$  – два раза в год;  $P_3$  – постоянно (по мере реализации заказов). Расчет осуществляется по формулам:

$$P_1 = \frac{\text{Количество заказов, выполненных с соблюдением всех обязательств предприятия}}{\text{Общее количество выполненных заказов (в отчетном периоде)}}$$

$$P_2 = \frac{\text{Количество полученных на склад материальных ресурсов}}{\text{Количество материальных ресурсов, запущенных в производство}}$$

$$P_3 = \frac{\text{Текущее время цикла реализации заказа (по виду продукции)}}{\text{Предыдущее время цикла реализации заказа (на этот же вид продукции)}}$$

Нормы показателей результативности устанавливаются:  $P_1 = P_2 = 1$ ;  $P_3 \leq 1$ . Владелец процесса организует сбор первичной информации для расчета показателей.

### Анализ

Периодическое оценивание процесса и возможности его улучшения для следующего планового периода осуществляет владелец процесса. Анализ включает выполнение процесса при отложенном производстве, когда допускается отклонение от приведенной выше карты процесса в условиях логистической концепции производства на заказ. Производство на заказ или отложенное производство – это концепция управления предприятием, которая нацелена на откладывание ресурсопотребляющей деятельности до тех пор, пока не получен конкретный заказ. Откладывается только та деятельность, которая обеспечивает наибольшую долю добавочной стоимости в изделии (дорогостоящие закупки, основное производство, доставка). А выполняются небольшие (по объемам затраченных ресурсов) подготовительные операции: планирование работ, технологическая подготовка производства, конструирование, заключение рамочных соглашений с поставщиками. Для этой концепции производства осуществляют прогнозирование спроса и изготовление достаточного количества некоторых деталей (желательно – унифицированных для многих изделий).

Разновидностью производства на заказ является отгрузка готовых товаров со склада только после поступления заказа. В соответствии с предварительным анализом изделий выделяются некоторые товарные позиции, которые пользуются стабильным спросом. Эти позиции номенклатуры хранятся на складе и отгружаются заказчику сразу же после размещения заказа. Эти товары характеризуются невысокой закупочной стоимостью, сравнительно длительным жизненным циклом, стабильным объемом продаж.

### Заключение.

Если даже наилучший продукт был доставлен потребителю с опозданием, или с повреждениями, он уже никому не нужен. Недостатки и упущения в логистике реализации заказов делают безуспешными все усилия, которые были направлены на создание качественного продукта. Путем структурирования и описания бизнес-процессов можно совершенствовать управление логистической цепочкой создания добавочной стоимости и достичь эффекта в управлении качеством.

---

<sup>1</sup> Процесс постоянного обновления и замены материальных ресурсов, их движение в сфере накопления и реализации запасов.



Представленное описание процесса реализации заказов на основе требований стандартов ISO серии 9000 обеспечивает выполнение заданной функции, реализуемой логистической системой в целом, а не отдельными ее элементами. Принцип системности предполагает исследование процесса, с одной стороны, как единого целого, а с другой стороны, как части более крупной системы, в которой анализируемый процесс находится в определенных отношениях с остальными процессами посредством входных и выходных потоков, представленных в модели. Кроме того, дополнение модели картой процесса интегрирует системный цикл улучшения (*PDCA*) в деятельность по выполнению логистических функций, включая их связь с производственными функциями.

Описанный выше подход может помочь предприятиям продвинуться от базового уровня сервиса к полному удовлетворению потребителей и далее – к концепции содействия успеху потребителей.

**Список литературы:** 1. ДСТУ ISO 9001:2009 Системи управління якістю. Вимоги (ISO 9001:2008, IDT). Введ. 01.09.2009. – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 23 с. 2. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов / под общ. ред. В.И. Сергеева. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 976 с. 3. Ковалев А.И. Процессное описание технологической готовности производства / А.И. Ковалев, А.С. Зенкин // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2009. – №2. – С. 162-168.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 621.317.321**

**И. В. КОМПАНИЕЦ**, ассист., УИПА, г. Харьков

**В. М. КОМОЛОВ**, ассист., УИПА, г. Харьков

**А. М. ШКИЛЬКО**, канд. физ.-мат. наук, доц., зав. каф., УИПА, г. Харьков

### **ОЦЕНКА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЯ КОНТАКТНОЙ РАЗНОСТИ ПОТЕНЦИАЛОВ**

Запропоновано аналітичне рівняння, що встановлює взаємозв'язок між чутливістю вимірювача контактної різниці потенціалів, побудованого за методом динамічного конденсатора і основними його геометричними й електричними параметрами, до яких належать амплітуда і частота коливань зонда, робоча площа зонда, відстань у статичному положенні між робочою поверхнею зонда і досліджуваним зразком, а також навантажувальний опір. Розглянуто основні причини зниження чутливості вимірювачів контактної різниці потенціалів і засобів його підвищення.

Предложено аналитическое уравнение, устанавливающее взаимосвязь между чувствительностью измерителя контактной разности потенциалов, построенного по методу динамического конденсатора, и основными его геометрическими и электрическими параметрами, к которым относится амплитуда и частота колебаний зонда, рабочая площадь зонда, расстояние в статическом положении между рабочей поверхностью зонда и исследуемым образцом, а так же нагрузочное сопротивление. Рассмотрены основные причины снижения чувствительности измерителей контактной разности потенциалов и способы ее повышения.

**Введение.** Одним из наиболее распространенных методов косвенного измерения важнейшей характеристики твердотельных объектов - работы выхода электрона, является метод Кельвина [1, 2]. Метод основан на измерении контактной разности потенциалов (КРП), образованной между двумя материалами, находящимися в электрическом контакте. Метод нашел широкое применение для исследования качества поверхности конструкционных материалов после различных видов обработки.

Существует несколько подходов реализации измерителей КРП, все они отличаются способом детектирования зарядов с поверхности исследуемых образцов [3]. Наиболее удобным с точки зрения простоты реализации и функциональности является метод динамического конденсатора [4-6].

На сегодняшний день существует ряд принципиальных трудностей на пути создания законченного, методически корректного, и логически непротиворечивого метрологического обеспечения измерителя КРП (ИКРП), выполненного по методу динамического конденсатора.

Во-первых, это комплекс проблем, связанных с датчиком ИКРП. Разработчики опытных образцов, как следует из литературных источников, не уделяют должного внимания материалу, из которого изготавливается эталонный образец, его толщине, диаметру, форме и расстоянию между эталоном (зондом) и образцом. Взаимодействие эталона и образца – сложный и не решенный до конца на сегодняшний день вопрос.

Во-вторых, отсутствует математическая модель при помощи которой можно количественно оценить составляющие погрешности для различных типов ИКРП. Кроме того, нет единого перечня испытываемых и калибруемых параметров ИКРП. Понятно, что пока не будет разработан такой единый научно обоснованный документ, нельзя будет создать единую процедуру аттестации, испытаний и калибровки ИКРП.

В-третьих, это отсутствие аттестованных мер (контрольных образцов), адекватных характерным изменениям при помощи ИКРП величинам.

**Цель работы.** Установить взаимосвязь между параметрами динамического конденсатора и чувствительностью, а так же определить факторы, ограничивающие чувствительность и точность ИКРП.

**Основная часть.** В методе динамического конденсатора две плоскости электродов (измерительного зонда и исследуемого образца) параллельно расположенные друг от друга на расстоянии  $d_0$  образуют плоский конденсатор, емкость которого модулируется колебанием одного из электродов (как правило измерительного зонда) с циклической частотой  $\omega$ . В этом случае расстояние между пластинами динамического конденсатора будет изменяться согласно зависимости (при условии синусоидальных колебаниях электрода):

$$d(t) = d_0 + A \sin(\omega t), \quad (1)$$

где  $A$  – амплитуда колебаний.

Рассмотрим упрощенную эквивалентную схему динамического конденсатора, приведенную на рисунке 1.

Модуляция емкости  $C$  приводит к модуляции заряда  $q$  на электродах конденсатора и, следовательно, к образованию электрического тока в цепи, соединяющей электроды конденсатора, при этом на нагрузочном сопротивлении  $R$  возникает сигнал переменного напряжения  $U_{\text{вых}}$ .

Искомое значение КРП  $U_k$  определяется методом компенсации путем включения в электрическую цепь постоянного компенсирующего напряжения  $U_{\text{ком}}$ , тогда выходное напряжение  $U_{\text{вых}}$  равно

$$U_{\text{вых}} = U_k - U_{\text{ком}}. \quad (2)$$

Напряженность электрического поля, создаваемая между электродами, можно представить в виде

$$E(t) = \frac{U_k - U_{\text{ком}}}{d(t)} = \frac{U_k - U_{\text{ком}}}{d_0 + A \sin(\omega t)}. \quad (3)$$

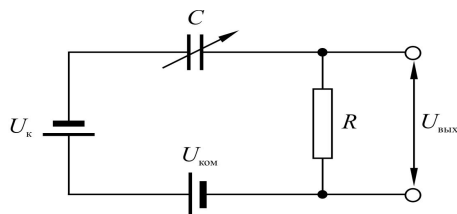


Рис. 1. Эквивалентная электрическая схема динамического конденсатора.  
существует однородное электрическое поле:

Поверхностная плотность электрических зарядов  $\sigma$  определяется нормальной составляющей вектора  $\vec{E}$ :

$$\sigma(t) = \varepsilon_0 E(t), \quad (4)$$

где  $\varepsilon_0$  – электрическая постоянная равная  $8.85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ .

При этом предполагается, что между пластинами конденсатора

$$\sigma(t) = \varepsilon_0 \frac{U_k - U_{\text{ком}}}{d_0 - A \sin(\omega t)}. \quad (5)$$

Заряд на каждой пластине конденсатора с полезной площадью  $S$  равен:

$$q(t) = \sigma(t)S = \frac{\varepsilon_0 S (U_k - U_{\text{ком}})}{d_0 - A \sin(\omega t)} = \frac{\varepsilon_0 S}{d_0} \cdot \frac{U_k - U_{\text{ком}}}{1 + L \sin(\omega t)}, \quad (6)$$

где  $L$  – коэффициент модуляции равный  $\frac{A}{d_0}$ ;  $C_0 = \frac{\varepsilon_0 S}{d_0}$  – емкость динамического конденсатора в состоянии покоя (статическая емкость).

Тогда величину тока внешней цепи можно записать как:

$$I(t) = -\frac{dq(t)}{dt} = \frac{\varepsilon_0 S}{d_0} \cdot \frac{(U_k - U_{\text{ком}})L\omega \cos(\omega t)}{[1 + L \sin(\omega t)]^2} \quad (7)$$

или

$$I(t) = F(t) \cos(\omega t), \quad (8)$$

где  $F(t)$  – периодическая функция с периодом  $T=2\pi/\omega$ .

Первая гармоника тока имеет частоту  $2\omega$ . Выходное напряжение  $U_{\text{вых}}$ , возникающее на сопротивлении  $R$ , будет равно:

$$U_{\text{вых}} = I(t)R = \frac{R(U_k - U_{\text{ком}})SL\omega}{d_0 [1 + L \sin(\omega t)]^2} \cdot \varepsilon_0 \cos(\omega t). \quad (9)$$

С учетом, что циклическая частота  $\omega$  равна  $\omega = 2\pi f$ , а электрическую постоянную  $\varepsilon_0$  можно записать, как  $\varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi(9 \cdot 10^9)}$ , получаем измерительное уравнение

$$U_{\text{вых}} = \frac{R(U_k - U_{\text{ком}})SLf}{2d_0 [1 + L \sin(2\pi ft)]^2} \cdot \cos(2\pi ft) \cdot \frac{1}{9 \cdot 10^9}. \quad (10)$$

Уравнение (10) описывает электрическое состояние простейшей цепи с динамическим конденсатором и может быть использовано для моделирования поведения чувствительности ИКРП в зависимости от геометрических и электрических параметров.

На рисунке 2 приведены результаты моделирования, показывающие влияние геометрических параметров динамического конденсатора на его чувствительность. В первом случае исследовалась зависимость чувствительности при изменении междуэлектродного расстояния  $d_0$  для фиксированных значений диаметра зонда  $d_z$  соответствующих  $2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ ,  $3 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ ,  $4 \cdot 10^{-3} \text{ м}$  и  $5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ . Во втором случае приведена зависимость чувствительности ИКРП от амплитуды колебаний  $A$  и междуэлектродного расстояния  $d_0$ .

Анализируя представленные на рисунке результаты можно сделать выводы, что при оптимальном выборе соотношений геометрических параметров можно максимально увеличить чувствительность ИКРП, однако на практике увеличение реальной чувствительности и точности измерений ограничивается паразитными явлениями, причиной возникновения и увеличения которых опять таки могут служить конструктивные особенности узла динамического конденсатора, применяемое регистрирующее устройство, а также свойства окружающей среды [7-9].

Рассмотрим основные причины снижения чувствительности и точности измерений для всех типов конструкций ИКРП, выполненных по методу динамического конденсатора.

Существенным источником погрешностей в ИКРП являются паразитные емкости. Причина их образования заключается в том, что зонд реагирует не только на емкостную связь с исследуемой поверхностью, но также с образованными емкостями между элементами, находящимися в непосредственной близости: провода, механические части, корпус и т. п. Вследствие колебания зонда модулируется паразитная емкость между зондом и окружающими электродами, что приводит к возникновению паразитного переменного сигнала. Ошибка может составлять десятые доли вольта. В ряде работ [10-12] были предприняты попытки провести анализ влияния паразитных емкостей и предложены способы их минимизации, однако все результаты существенно отличаются друг от друга и на сегодняшний момент нет единой методики оценки и исключения этой ошибки в результатах измерений.

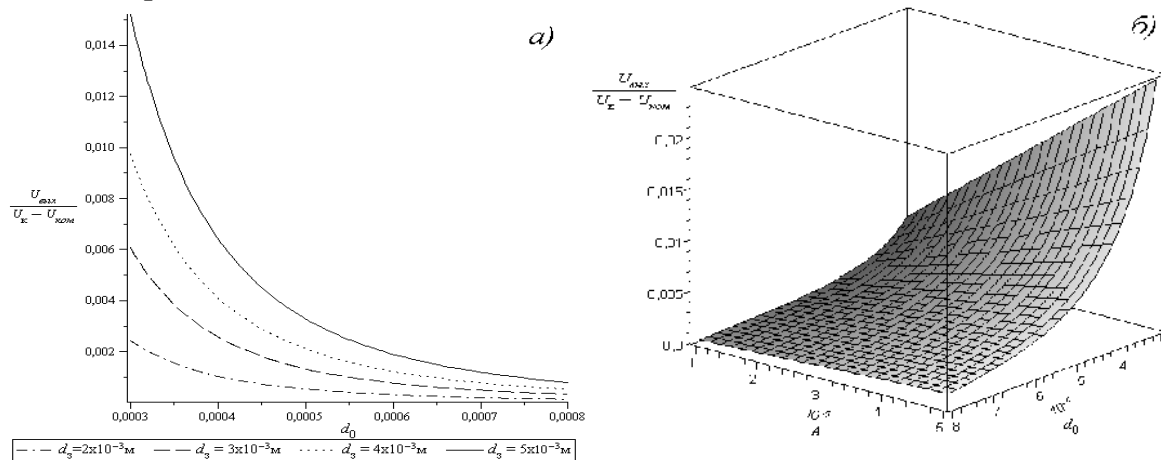


Рисунок 2. Оценка чувствительности динамического конденсатора при изменении: а) диаметра зонда  $d_s$  и междуэлектродного расстояния  $d_0$ ; б) амплитуды колебаний  $A$  и междуэлектродного расстояния  $d_0$ .

Как известно, для улучшения разрешающей способности необходимо уменьшить рабочую поверхность зонда, однако при этом возрастает паразитная емкость краевого эффекта, образованная нерабочей поверхностью зонда и не контролируемые областями образца (см. рисунок 3). Емкость краевого эффекта зависит от геометрических характеристик зонда (его формы, площади нерабочей области), поверхности материала и его структурных состояний. Наиболее существенные значения краевого эффекта у зондов с малым диаметром равным сотым микрометра, используемых в сканирующей кельвин-зонд-микроскопии (Kelvin Probe Force Microscopy, KPFM) [13, 14].

В работе [15] рассмотрено влияние вредной емкости краевого эффекта и предложено уравнение для ее расчета:

$$C_n = \frac{1,113d_s}{8\pi} \left( \ln \frac{8\pi d_s}{d} - 3 + \left( 1 + \frac{h_s}{d} \right) \ln \left( 1 + \frac{h_s}{d} \right) - \frac{h_s}{d} \ln \frac{h_s}{d} \right) 10^{-12}, \quad (11)$$

где  $d_s$  – диаметр рабочей поверхности зонда;  $h_s$  – высота зонда токопроводящей поверхности.

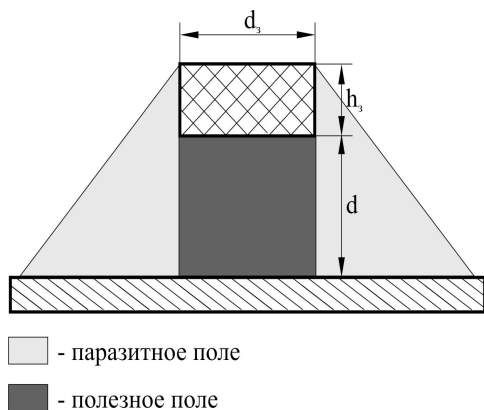


Рис. 3. Схема образования краевого эффекта

Из уравнения следует, что паразитный эффект возрастает с уменьшением диаметра зонда и с увеличением нерабочей поверхности зонда. Однако уравнение применимо, в случае если поверхность зонда однородна и отсутствуют элементы конструкции ИКРП в непосредственной близости от зонда, что на практике реализовать крайне трудно, поэтому приведенное уравнение не пригодно для расчета паразитной емкости краевого эффекта большинства ИКРП.

В настоящее время отсутствуют единые методика и надежные средства измерения для оценки и исключения влияния паразитной емкости краевого эффекта.

Еще одним важным фактором, ограничивающим чувствительность ИКРП, является дрейф электрофизических параметров рабочей поверхности зонда, который не подчиняется какому-либо закону и определяется сложными физико-химическими процессами, происходящими на поверхности. Причиной этому могут служить: адсорбция, загрязнения, химические реакции, изменения температуры окружающей среды, изменение структуры материала зонда вследствие старения и т. д. Даже химически малоактивные материалы, такие как золото, платина, тантал, прошедшие соответствующие режимы термической стабилизации поверхности могут иметь дрейф поверхностного потенциала до  $5 \cdot 10^{-4}$  В в сутки [5].

Шумы электронной схемы регистрирующего устройства и тепловой шум входного сопротивления – еще один вид источников ошибок в ИКРП. В отличие от приведенных выше ошибок, данные погрешности имеют способы их исключения.

**Выводы.** Полученное измерительное уравнение (10) показывает, что чувствительность ИКРП с динамическим конденсатором жестко связана с его геометрическими и электрическими параметрами. Выбор оптимальных соотношений этих параметров дает возможность увеличить чувствительность динамического конденсатора. В свою очередь, влияние паразитных емкостей, краевого эффекта, электрофизическая нестабильность материала зонда, тепловой шум входного сопротивления, шум электронной схемы регистрирующего устройства приводят к снижению чувствительности и точности измерений. На сегодняшний день отсутствуют оптимальные методы и средства учета и исключения большинства рассмотренных причин возникновения ошибок, что и будет предметом наших дальнейших исследований.

**Список литературы:** 1. Ривьере Х. Работа выхода. Измерения и результаты / Х. Ривьере // Поверхностные свойства твердых тел: сборник статей; под ред. М. Грина. – М.: Мир, 1972. – 432 с. 2. Царев Б. М. Контактная разность потенциалов / Царев Б. М. – М.: ГИТТЛ, 1955. – 280 с. 3. Компанеец И. В. Физические основы конденсаторных методов измерения контактной разности потенциалов / И. В. Компанеец // Вестник НТУ «ХПИ». Тематический выпуск «Автоматика и приборостроение», 2009. – №23. - С. 89-95. 4. Zisman W. A. A new method of measuring contact potential differences in Metals / W. A. Zisman // Rev. Sci. Instrum. – 1932. – №3. – p. 367-370. 5. Илюкович А. М. Техника электрометрии / А. М. Илюкович. - М.: Энергия, 1976. - 400 с. 6. Вудраф Д. Современные методы исследования поверхности. / Д. Вудраф, Т. Далчар; пер. с англ. Е. Ф. Шекка под редакцией В. И. Раховского – М.: Мир, 1989. – 564 с. 7. Шкилько А. М. Экзоэмиссионная диагностика поверхности конструкционных материалов: монография / А. М. Шкилько. – Харьков: Ноулидж, 2009. – 244 с. 8. Baikie I. D. Noise and the Kelvin method / I. D. Baikie, S. Mackenzie,

*P. J. Z. Estrup, J. A. Meyer // Rev. Sci. Instrum. – 1991. - №62(5). – P. 1326-1332.* 9. *Rossi F. Contact potential measurement: Spacing dependent errors / F. Rossi // Rev. Sci. Instrum. – 1992. - №63(9). – P. 4174-4181.* 10. *Де Бур* Анализ и усовершенствование метода Кельвина для измерения разностей работ выхода / *Де Бур, Круземейер, Яснерс // Приборы для научных исследований. – 1979. - №8. – С. 74-81.* 11. *D'Arcy R. J. The effects of stray capacitance on the Kelvin method for measuring contact potential difference. / R. J. D'Arcy, N. A. Surplice.// J. Phys. D: Appl. Phys. – 1970. – №3. – P. 482-488.* 12. *Коротких В. Л.* Манипулятор для измерения контактной разности потенциалов методом Кельвина / *В. Л. Коротких, А. Д. Коринфский, А. Л. Мусатов // Приборы и техника эксперимента. – 1977. - №2. – С. 211-212.* 13. *Jacobs H. O. Resolution and contrast in Kelvin probe force microscopy / H. O. Jacobs, P. Leuchtmann, O. J. Homan, A. Stemmer // Journal of applied physics. – 1998. – V. 84, №3. – P. 1168-1173.* 14. *Rosenwaks Y. Kelvin probe force microscopy of semiconductor surface defects / Y. Rosenwaks, R. Shikler // Physical Review. – 2004. – В70, №085320 – P. 1-6.* 15. *Soonckind L. Sur l'utilisation de la methode de Kekvin pour l'etude des travaux de sortie des surfaces inhomogenes / L. Soonckind, J. Bonnet, L. Lassabatere // Revue de physique appliquée. – 1979. – V. 14, №8. – P. 795-798.*

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 621.993.2**

**О. Л. КОНДРАТЮК**, канд. техн. наук, доц., г. Харьков

**Ю. И. СЫЧОВ**, канд. техн. наук, доц., г. Харьков

**А. О. СКОРКИН**, асс., г. Харьков, Украина.

## **О РАСЧЕТЕ СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ ПРИ НАРЕЗАНИИ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКАМИ**

У даній роботі приводиться узагальнений висновок, придатний для розрахунку сил, що діють при нарізанні різьби мітчиками з різною геометрією.

В данной работе приводится обобщенный вывод, пригодный для расчета сил, действующих при резьбонарезании метчиками с различной геометрией.

### **Постановка задачи.**

Одной из актуальных проблем на сегодняшний день в области обработки металлов является процесс нарезания резьбы метчиками. Сложность процесса обусловлена сложными процессами в зоне резания.

Обычно при анализе сил резания метчиками крутящий момент выражается формулами, полученными на основании частных зависимостей для определенных марок сталей. Эти данные являются разрозненными, и требуют дальнейшего изучения.

### **Основная часть**

Метчики в основном испытывают деформацию кручения, поэтому задача сводится к нахождению количественной оценки крутящего момента от параметров обработки. Для нахождения вышеупомянутой зависимости исходили из физико-механической природы сил резания, которые разделили на две группы:

1. силы, действующие на передней поверхности, обусловленные процессом образования стружки;
2. силы, действующие на задней поверхности, обусловленные контактом инструмента с заготовкой по поверхности резания.

В соответствии с этим крутящий момент может быть представлен суммой

$$M = M_{\text{п}} + M_{\text{з}}$$

где  $M_{\text{п}}$  и  $M_{\text{з}}$  – крутящие моменты, создаваемые силами, приложенными соответственно на передней и задней поверхностях инструмента.

Для расчета первого слагаемого –  $M_n$  основывались на представлении процесса резания как деформации простого сдвига вдоль единственной плоскости сдвига (I). С целью использования приведенных для расчета сил, действующих при косоугольном резании нами проводились экспериментальные исследования процесса стружкообразования с помощью корней стружек и направления схода стружки. Эти исследования показали, что угол схода стружки при резбонарезании метчиками с винтовыми канавками приблизительно равен углу наклона канавок –  $\omega$ . В дальнейшем принимали эти углы равными.

Спроектировав силы, действующие по передней поверхности зубьев метчика, на направление скорости резания и умножив на плечо, получили следующие выражения для крутящего момента

$$M_n = \tau \cdot F \cdot l \cdot k,$$

Где  $\tau$  - среднее касательное напряжение в поверхности сдвига;

$F$  - суммарная площадь срезаемого слоя;

$l$  - расстояние от центра тяжести суммарного сечения срезаемого слоя до оси метчика;

$k$  - безразмерный коэффициент, определяемый выражением:

$$k = \frac{\cos \gamma \cdot \cos \omega + \operatorname{tg} \eta \cdot \cos^2 \omega \cdot \sin \gamma + \operatorname{tg} \eta \cdot \sin^2 \omega}{\cos \omega \cdot \sin \beta_1 \cdot \cos(\beta_1 - \gamma) - \operatorname{tg} \eta \cdot \cos \omega \cdot \sin(\beta_1 - \gamma)}$$

здесь  $\gamma$  - передний угол;

$\eta$  - угол трения по передней поверхности;

$\beta_1$  - угол сдвига, измеренный в главной секущей плоскости.

Как показали расчеты, коэффициент  $k$  при изменении режимов резания и геометрии инструмента изменяется незначительно.

Для различных углов наклона винтовых канавок метчика получены средние значения коэффициента  $k$ , пригодные для широкого диапазона практически применяемых режимов резания.

Углам  $\omega = 0^\circ, 16^\circ, 30^\circ, 40^\circ, 50^\circ, 60^\circ$  соответствуют значения  $k = 5,67; 4,33; 3,82; 4,13; 5,01; 5,2$ .

Суммарную площадь срезаемого слоя определяли из рис.1. Для метчиков с малыми углами заборного конуса  $\varphi < 15^\circ$  получили зависимость

$$F = \frac{S_1 H_1}{2} \left[ \frac{2(y_1 - y_2)}{H_1} - \frac{y_2^2 - y_1^2}{H_1^2} \right] \quad (I)$$

где  $y_1$  и  $y_2$  - текущие ординаты для режущих кромок первого и последнего выступов резб, участвующих в работе;

$S_1$  и  $H_1$  - величины, определяемые из рис. 1 и выражаемые через шаг резьбы – S

$$S_1 = 0,75S, \quad H_1 = 0,65S.$$

В процессе резбонарезания встречаются два случая.

1. Длина нарезаемой резьбы – L больше длины рабочей части заборного конуса метчика

$$L > \frac{h}{\operatorname{tg} \varphi}$$

где h – рабочая высота профиля нарезаемой резьбы, для метрической резьбы  $h = 0,541S$

2. Длина нарезаемой резьбы – L меньше длины рабочей части заборного конуса метчика

$$L < \frac{h}{\operatorname{tg} \varphi}$$

Ординаты  $y_1$  и  $y_2$  определяются величиной захода метчика (рис. 1).

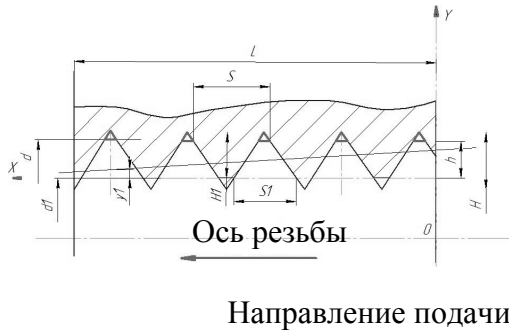


Рис. 1. Суммарная площадь срезаемого слоя

Для первого случая ( $L > \frac{h}{\operatorname{tg}\varphi}$ ) при расчете суммарной площади срезаемого слоя в зависимости (I) подставляют следующие значения:

1. при  $0 \leq x \leq \frac{h}{\operatorname{tg}\varphi}$   $y_1 = 0;$
2.  $\frac{h}{\operatorname{tg}\varphi} \leq x \leq L$   $y_1 = 0;$   $y_2 = h;$
3.  $L \leq x \leq L + \frac{h}{\operatorname{tg}\varphi}$   $y_1 = (x-L)\operatorname{tg}\varphi;$   $y_2 = h$

Для второго случая ( $L < \frac{h}{\operatorname{tg}\varphi}$ )

1. при  $0 \leq x \leq L$   $y_1 = 0;$   $y_2 = x \cdot \operatorname{tg}\varphi;$
2.  $L \leq x \leq \frac{h}{\operatorname{tg}\varphi};$   $y_1 = (x-L)\operatorname{tg}\varphi;$   $y_2 = x \cdot \operatorname{tg}\varphi;$
3.  $\frac{h}{\operatorname{tg}\varphi} \leq x \leq \frac{h}{\operatorname{tg}\varphi} + L;$   $y_1 = (x-L)\operatorname{tg}\varphi;$   $y_2 = h.$

Расстояние от центра тяжести суммарного сечения срезаемого слоя до оси вращения с достаточной для практических расчетов точностью может быть определено по приближенной зависимости

$$l \approx 0,5(d - 0,55),$$

где  $d$  - наружный диаметр резьбы.

Касательное напряжения в поверхности сдвига определяли по формуле, при относительном сдвиге равном предельному  $\varepsilon = 2,5$

$$\tau = \frac{B \cdot \varepsilon^2}{1,5(C+1)}, \quad (2)$$

где  $B$  и  $C$  - величины, определяемые из зависимости нормального напряжения от относительного сдвига, получаемые при стандартном испытании образца из обрабатываемого материала на сжатие.

Максимальное значение крутящий момент принимает:

А). Для первого случая при  $L \geq x \geq \frac{h}{\operatorname{tg}\varphi}$

$$y_1 = 0; \quad y_2 = h = 0,541S; \quad M_{n\max} = 0,119 \cdot k \cdot \tau \cdot S^2(d - 0,5S)$$

Б). Для второго случая при  $x = L$   $y_1 = 0;$   $y_2 = L \cdot \operatorname{tg}\varphi$

$$M_{n\max} = 0,112 \cdot k \cdot \tau \cdot S^2 \left( \frac{3,08 \cdot L \cdot \operatorname{tg}\varphi}{S} - \frac{2,38 \cdot L^2 \cdot \operatorname{tg}^2\varphi}{S^2} \right) \cdot (d - 0,5S).$$

Крутящий момент, создаваемый силами, приложенными на задней поверхности метчика, в основном определяется величиной его износа. Задние поверхности, прилегающие к боковым режущим кромкам, как показали наблюдения, изнашиваются незначительно. Поэтому силы, действующие на них для метчиков, затылованных по профилю, незначительны и могут не учитываться при расчете. Момент, создаваемый силами, действующими на площадке износа задней грани, прилегающей к главной режущей кромке, определяется выражением

$$M_3 = 0,5\tau_3 h_3 z(d - 0,5S) b_c$$

где  $\tau_3$  - среднее касательное напряжение на задней поверхности,

$h_3$  - ширина площадки износа по задней поверхности,

$z$  - число перьев метчика,



$b_c$  - суммарная длина активной части режущих кромок для одного пера определяется зависимостью:

$$b_c = \frac{\sum_1^n S_1 - \frac{S_1}{H_1} \sum_1^n y_n}{\cos \omega},$$

Здесь  $n$  - количество выступов резьбы одного пера метчика, участвующих в работе;

$y_n$  - текущие ординаты режущих кромок метчика.

Ординаты  $y_n$  для последовательно расположенных выступов резьбы метчика являются членами арифметической прогрессии с разностью

$$m = S \cdot \operatorname{tg} \varphi.$$

Сумма членов арифметической прогрессии применительно к рассматриваемому случаю определяется

$$\sum_1^n y_n = \frac{y_2^2 - y_1^2}{2S \cdot \operatorname{tg} \varphi}.$$

Среднее касательное напряжение на площадке износа по задней грани принимали равным среднему касательному напряжению в поверхности сдвига. Правомерность этого предположения основывается на следующих соображениях:

1. ввиду малости износа метчиков по задней грани ( $h_s \leq 0,5 \text{ мм}$ ) на площадке контакта инструмента с заготовкой материал последней находится в состоянии пластичности, о чем свидетельствуют риски, оставляемые задней гранью на поверхности резания;
2. материал, находящийся в окрестности режущей кромки, пересекается поверхностью сдвига и поэтому получает такое же упрочнение;
3. анализ результатов, позволяет прийти к выводу, что касательное напряжение на площадке износа при малой ее ширине ( $h_s \leq 0,5 \text{ мм}$ ) близко по величине к среднему касательному напряжению в поверхности сдвига.

С учетом изложенного выражение для крутящего момента, действующего при нарезании метрической резьбы метчиками, получено в следующем виде:

$$M = 0,122 \cdot k \cdot \tau \cdot S^2 \left[ \frac{3,08(y_2 - y_1)}{S} - \frac{2,38(y_2^2 - y_1^2)}{S^2} \right] (d - 0,5S) + 0,5\tau h_s \cdot z (d - 0,5S) \cdot \left[ \frac{0,75(y_2 - y_1)}{\operatorname{tg} \varphi} - \frac{0,5(y_2^2 - y_1^2)}{S \cdot \operatorname{tg} \varphi} \right]$$

Для проверки справедливости полученной формулы проводили измерение крутящего момента с записью на пленку осциллографа Н102 при обработке гаек М10 с высотой  $L = 8 \text{ мм}$  из стали 10кп. При этом применялись метчики с различными углами наклона винтовых канавок с износом по задней грани  $h_s = 0,1$  и одинаковыми другими геометрическими параметрами: угол заборного конуса  $\varphi = 3^\circ$ , передний угол  $\gamma = +8^\circ$ , число перьев  $z = 3$ .

Для стали 10кп расчетом по формуле (2) при  $B = 65 \text{ кг/мм}^2$ ,  $C = 0,31$  и  $\varepsilon = 2,5$  получено  $\tau = 43 \text{ кг/мм}^2$ .

С учетом приведенных данных получили следующую зависимость для крутящего момента:

$$M = 100k [2,09(y_2 - y_1) - (y_2^2 - y_1^2)] + 1140h_s \cdot z [2,26(y_2 - y_1) - (y_2^2 - y_1^2)] \quad [\text{кг} \cdot \text{мм}] \quad (3)$$

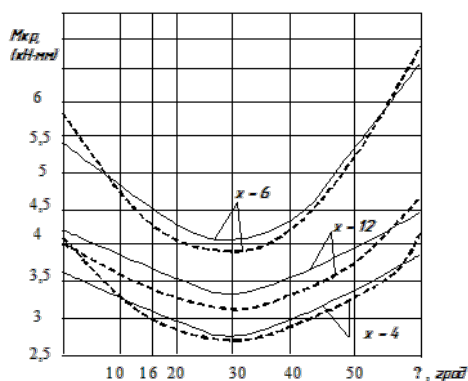


Рис.2. Изменение величины крутящего момента от угла наклона

На основании расчетных и опытных данных построены графики изменения величины крутящего момента в зависимости от угла наклона винтовых канавок метчика и величины захода метчика в нарезаемом отверстии (рис. 2).

Результаты расчета крутящего момента по зависимости (3) и полученные экспериментально при средней величине износа по задним граням  $h_3 = 0,1$  мм приведены в табл. 1.

Таблица 1. Составление расчетных и экспериментальных крутящих моментов

$\omega$ , град	k	x, мм	По расчету			По опыту M, кгмм	Ошибка, %
			$M_n$ , кгмм	$M_z$ , кгмм	$M_p$ , кгмм		
1	2	3	4	5	6	7	8
0	5,67	4	216	147	363	390	+6,9
		6	310	220	530	560	+5,3
		12	240	170	410	385	-6,4
16	4,33	4	164	147	311	300	-3,2
		6	240	206	446	437	-2,0
		12	195	160	352	340	-3,2
30	3,82	4	140	140	280	270	0,36
		6	210	205	415	392	-5,8
		12	155	165	320	316	1,2
40	4,13	4	155	147	302	285	-6,0
		6	226	214	410	425	-3,5
		12	175	167	342	320	-6,8
50	5,01	44	190	147	337	326	-4,0
		6	270	205	475	452	-5,0
		12	200	160	360	335	-7,0
60	5,2	4	270	125	395	420	+6,0
		6	100	200	600	625	+4,0
		12	300	160	460	490	+6,0

### Выводы.

1. Полученные формулы дают результаты, близкие к экспериментальным. Расхождение расчетных результатов не превышает в худшем случае 0,7%; среднее расхождение составляет 4,8%, что приемлемо для практических расчетов.

2. Теоретическое и экспериментальное исследования показывают, что с увеличением угла наклона винтовых канавок происходит немонокотное изменение крутящего момента. С увеличением от 0 до 30° может уменьшаться, а при дальнейшем увеличении – увеличивается. Это объясняется тем, что в интервале углов от 0 до 30° происходит уменьшение проекции сил, действующих в главной секущей плоскости, на направление скорости резания. При дальнейшем увеличении угла наклона канавок происходит увеличение проекции сил, действующих вдоль режущей кромки.

**Список литературы:** Машиностроение. Энциклопедия/ Технология изготовления деталей машин Т. III-3/А.М.Дальский, А.Г.Суслов, Ю.Ф.Назаров и др.; под общ. ред. А.Г. Суслова. - М.: Машиностроение, 2000. - 840с.

Поступила в редколлегию 01.10.2010

*Н. Д. КОШЕВОЙ*, зав. каф., докт. техн. наук, проф., НАУ  
им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», г. Харьков

*Е.М. КОСТЕНКО*, канд. техн. наук, проф., проректор, Полтавская  
государственная аграрная академия

## **ОПТИМАЛЬНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПОПКОРНА В МИКРОВОЛНОВОЙ ПЕЧИ**

На прикладі дослідження технологічного процесу приготування попкорну в мікрохвильовій печі показана ефективність оптимального за вартісними витратами планування експерименту. При цьому використовувалися наступні методи оптимізації планів багатofакторних експериментів: аналіз перестановок рядків початкової матриці планування експерименту, випадковий пошук, метод гілок і меж. Кращі результати отримані при використанні метода гілок і меж.

На примере исследования технологического процесса приготовления попкорна в микроволновой печи показана эффективность оптимального по стоимостным затратам планирования эксперимента. При этом использовались следующие методы оптимизации планов многофакторных экспериментов: анализ перестановок строк исходной матрицы планирования эксперимента, случайный поиск, метод ветвей и границ. Лучшие результаты получены при использовании метода ветвей и границ.

**Постановка проблемы.** При решении задач оптимизации и управления различными технологическими процессами возникает проблема получения их математических моделей. При этом целесообразно получать эти модели при минимальных стоимостных затратах, что особенно важно при исследовании дорогостоящих процессов. Решить эту задачу можно с привлечением методов оптимального по стоимостным и временным затратам планирования эксперимента [1].

**Анализ последних исследований и публикаций.** Известны примеры применения этих методов для исследования технологических процессов [1,2].

В работе [3] приведены результаты исследования технологического процесса изготовления попкорна в микроволновой печи с привлечением классических методов планирования эксперимента. Недостатком этих методов является то, что не учитывается стоимость проведения экспериментов по синтезированным планам, т.е. опыты считаются равноценными.

**Цель работы:** синтезировать оптимальные по стоимостным затратам планы эксперимента для исследования технологического процесса изготовления попкорна и оценить эффективность этих планов.

**Основные результаты исследований.** При исследовании технологического процесса приготовления попкорна в микроволновой печи [3] в качестве доминирующих факторов, влияющих на качество попкорна, были выбраны:  $X_1$  – цена пакета кукурузы для приготовления попкорна, усл. ед.;  $X_2$  – время приготовления, мин;  $X_3$  – мощность микроволновой печи, средняя или высокая;  $X_4$  – наличие предварительного подогрева;  $X_5$  – наличие поднятия подноса. В качестве критериев оптимизации были выбраны: количество кукурузы, которая остается нераскрытой; вкусовое качество попкорна. Исходный план эксперимента для исследования данного технологического процесса [3] приведен в табл. 1.

Проведем оптимизацию исходного плана эксперимента по суммарной стоимости его реализации. Стоимости изменений значений уровней факторов приведены в табл. 2. С помощью пакета прикладных программ [4] получены оптимальные по стоимости проведения планы эксперимента. При этом использовались следующие методы оптимизации планов многофакторных экспериментов: а) анализ перестановок строк исходной матрицы планирования эксперимента (проанализировано 2000000 вариантов); б) случайный поиск (проанализировано 2102569 вариантов). Матрицы планирования этих планов представлены в табл. 1.

Таблица 1. Исходный и оптимальные планы эксперимента

Исходный план						Оптимальный план (анализ перестановок)					Оптимальный план (случайный поиск)						
Номер опы-та	Обозначение факторов					Номер-пы-та	Обозначение факто-ров					Номер-пы-та	Обозначение факто-ров				
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>		X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>		X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
1	-1	-1	+1	-1	-1	6	-1	+1	-1	-1	-1	17	-1	-1	-1	+1	-1
2	-1	-1	-1	+1	-1	7	-1	+1	+1	-1	+1	10	-1	0	+1	+1	-1
3	-1	+1	-1	+1	+1	8	+1	0	+1	+1	+1	13	+1	-1	+1	+1	-1
4	-1	-1	+1	+1	+1	9	+1	-1	-1	-1	-1	8	+1	0	+1	+1	+1
5	+1	+1	+1	-1	-1	10	-1	0	+1	+1	-1	4	-1	-1	+1	+1	+1
6	-1	+1	-1	-1	-1	5	+1	+1	+1	-1	-1	1	-1	-1	+1	-1	-1
7	-1	+1	+1	-1	+1	11	+1	0	+1	-1	-1	7	-1	+1	+1	-1	+1
8	+1	0	+1	+1	+1	1	-1	-1	+1	-1	-1	14	+1	-1	+1	-1	+1
9	+1	-1	-1	-1	-1	12	-1	-1	-1	-1	+1	5	+1	+1	+1	-1	-1
10	-1	0	+1	+1	-1	4	-1	-1	+1	+1	+1	11	+1	0	+1	-1	-1
11	+1	0	+1	-1	-1	13	+1	-1	+1	+1	-1	15	+1	-1	-1	+1	+1
12	-1	-1	-1	-1	+1	14	+1	-1	+1	-1	+1	2	-1	-1	-1	+1	-1
13	+1	-1	+1	+1	-1	15	+1	-1	-1	+1	+1	6	-1	+1	-1	-1	-1
14	+1	-1	+1	-1	+1	16	+1	+1	-1	+1	-1	12	-1	-1	-1	-1	+1
15	+1	-1	-1	+1	+1	17	-1	-1	-1	+1	-1	3	-1	+1	-1	+1	+1
16	+1	+1	-1	+1	-1	2	-1	-1	-1	+1	-1	16	+1	+1	-1	+1	-1
17	-1	-1	-1	+1	-1	3	-1	+1	-1	+1	+1	18	+1	+1	-1	-1	+1
18	+1	+1	-1	-1	+1	18	+1	+1	-1	-1	+1	9	+1	-1	-1	-1	-1

Стоимость реализации эксперимента по плану, полученному путем перестановки строк матрицы, составляет 52,25 усл. ед. (вариант плана 396929), в то время как стоимость исходного плана 71,78 усл. ед., а максимальная стоимость равна 109,48 усл. ед. (вариант плана 1246128).

Таблица 2. Стоимости изменений значений уровней факторов

Фактор	Стоимость изменений, усл. ед.					
	из «-1» в «+1»	из «+1» в «-1»	из «0» в «+1»	из «+1» в «0»	из «0» в «-1»	из «-1» в «0»
X <sub>1</sub>	1,79	1,25	0	0	0	0
X <sub>2</sub>	0,6	0,4	0,1	0,01	0,01	0,1
X <sub>3</sub>	5,0	3,0	0	0	0	0
X <sub>4</sub>	2,0	1,0	0	0	0	0
X <sub>5</sub>	0,5	0,5	0	0	0	0

Таким образом, имеем выигрыш в стоимости реализации эксперимента по исследованию технологического процесса приготовления попкорна в микроволновой печи в 1,37 раза по сравнению с исходным планом и в 2,1 раза по сравнению с планом с максимальной стоимостью.

Стоимость реализации эксперимента по плану, полученному методом случайного поиска, составляет 31,71 усл. ед. (вариант плана 548591), в то время как максимальная стоимость равна 112,21 усл. ед. (вариант плана 587711). Таким образом, имеем выигрыш в стоимости реализации эксперимента по исследованию процесса приготовления попкорна в 2,26 раза по сравнению с исходным планом и в 3,54 раза по сравнению с планом с максимальной стоимостью.

Целесообразно распространить применение метода ветвей и границ [5] на решение задачи оптимизации исходного плана эксперимента для исследования технологического процесса приготовления попкорна в микроволновой печи. Для этой цели использовались алгоритмы и программное обеспечение, реализующее оптимизацию композиционных планов второго порядка. При этом первый из алгоритмов реализует поиск оптимального плана методом ветвей и границ «в лоб», а второй алгоритм основан на получении первой и последней строки матрицы планирования методом прямого перебора, а затем полученный план оптимизируется методом ветвей и границ.

При использовании первого алгоритма получен оптимальный план, стоимость реализации которого составляет 21,07 усл. ед., а выигрыш в 3,41 раза по сравнению с исходным планом эксперимента. Оптимальный план эксперимента представлен в табл. 3.

Таблица 3. Оптимизированный с помощью первого алгоритма план эксперимента

Номер опыта	Обозначение факторов				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
7	-1	+1	+1	-1	+1
1	-1	-1	+1	-1	-1
4	-1	-1	+1	+1	+1
10	-1	0	+1	+1	-1
13	+1	-1	+1	+1	-1
8	+1	0	+1	+1	+1
14	+1	-1	+1	-1	+1
5	+1	+1	+1	-1	-1
11	+1	0	+1	-1	-1
9	+1	-1	-1	-1	-1
18	+1	+1	-1	-1	+1
16	+1	+1	-1	+1	-1
15	+1	-1	-1	+1	+1
3	-1	+1	-1	+1	+1
2	-1	-1	-1	+1	-1
17	-1	-1	-1	+1	-1
6	-1	+1	-1	-1	-1
12	-1	-1	-1	-1	+1

При использовании второго алгоритма получен оптимальный план, стоимость реализации которого составляет 20,61 усл. ед., а выигрыш в 3,48 раза по сравнению с исходным планом. Оптимальный план эксперимента приведен в табл. 4.

Таблица 4. Оптимизированный с помощью второго алгоритма план эксперимента

Номер опыта	Обозначение факторов				
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
13	+1	-1	+1	+1	-1
8	+1	0	+1	+1	+1
4	-1	-1	+1	+1	+1
10	-1	0	+1	+1	-1
1	-1	-1	+1	-1	-1
7	-1	+1	+1	-1	+1
14	+1	-1	+1	-1	+1
11	+1	0	+1	-1	-1
5	+1	+1	+1	-1	-1
18	+1	+1	-1	-1	+1
9	+1	-1	-1	-1	-1
15	+1	-1	-1	+1	+1
16	+1	+1	-1	+1	-1
17	-1	-1	-1	+1	-1
2	-1	-1	-1	+1	-1
3	-1	+1	-1	+1	+1
6	-1	+1	-1	-1	-1
12	-1	-1	-1	-1	+1

**Выводы.** На примере исследования технологического процесса приготовления попкорна в микроволновой печи показана эффективность оптимального по стоимостным затратам планирования эксперимента. Лучшие результаты получены при использовании метода ветвей и границ (алгоритм 2).

**Список литературы:** 1. Кошевой Н.Д. Метод итерационного планирования оптимальных по стоимостным и временным затратам экспериментов / Н.Д. Кошевой, Е.М. Костенко // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – К.: ВІКНУ, 2009.– Вип. 19.– С.44-48. 2. Koshevoy N.D. Appraisal of optimum efficiency by cost expenses of the experiment's planning / N.D. Koshevoy, V.A. Dergachev, E.M. Kostenko // Вісник Черкаського державного технологічного університету: спецвипуск. – Черкаси: ЧДТУ, 2009.– С.132-134. 3. Anderson Mark J. Applying DOE to Microwave Popcorn. Design of experiment identifies which factors matter and which ones don't, as well as helping find optimal settings / Mark J. Anderson, Hank P. Anderson // PI Quality, July / August 1993, p.p. 1-3. 4. Кошовий М.Д., Костенко О.М. Комп'ютерна програма «Програма пошуку оптимальних планів багатofакторного експерименту». Свідectво про реєстрацію авторського права на твір №29920. – Зареєстр. в Держ. департ. інтелектуальної власності Мін. освіти і науки України 17.08.2009 р. 5. Кошевой Н.Д. Применение метода ветвей и границ для оптимизации композиционных планов второго порядка / Н.Д. Кошевой, Е.М. Костенко, А.С. Чуйко // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – К.: ВІКНУ, 2010. – Вип. 25.– С.95-101.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**А.В.КУПРИЯНОВ**, канд. техн. наук, доц., УИПА, г. Харьков

## **ФУНКЦИЯ ПЛОТНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГОДНОСТИ РАЗМЕРОВ**

Пропонується більш загальна система контролю, чим існуюча стандартна система допусків. Вона побудована з метою поліпшення якості продукції, за рахунок виготовлення більшої частки деталей з близькими до оптимального розміру.

Предлагается более общая система контроля, чем существующая стандартная система допусков. Она построена с целью улучшения качества продукции, за счет изготовления большей доли деталей с близкими к оптимальному размеру.

### **1. Введение**

В промышленности допусковой контроль размеров получил преимущественное распространение. Он основан на том, что размеры, находящиеся в определенных пределах, называемых допуском, считаются одинаково годными и их качество не различается. Это плохо по двум причинам. Во-первых, это не соответствует условиям эксплуатации, при которых существует некоторое наилучшее значение размера, которое будем называть оптимальным размером. Во-вторых, это не стимулирует производителя изготавливать детали с возможно более узким диапазоном значений действительного размера. В этой системе единственный путь улучшения качества – это уменьшить допуск размера. Такой кардинальный шаг не всегда оправдан, поскольку систематические и случайные погрешности изготовления не позволяют беспредельно уменьшать допуски.

Предлагается система контроля, в которой размеры имеют не дискретное: 0 или 1, а непрерывное значение годности, увеличивающееся по мере приближения к оптимальному размеру. При этом, в зависимости от диапазона значений размера, детали могут быть разделены на сорта, имеющие разное значение годности размеров и разное значение продажной цены. Оплата труда рабочих может быть также дифференцирована, в зависимости от доли изделий каждого сорта. Собирая изделие из деталей с размерами определенного сорта, можно говорить о выпуске изделия повышенного или обычного качества. Это позволит стимулировать производителя непрерывно улучшать качество, а также расширить сбыт продукции за счет дифференцированного подхода к покупателям с разными финансовыми возможностями.

### **2. Функция годности размеров**

Форма функции цены отклонения действительного размера от оптимального значения может быть разной. Для количественной оценки цены отклонения действительного размера от оптимального предлагается использовать функцию годности размеров  $K(x)$ , требования к которой:

1. Равенство 1 в значениях оптимального размера.
2. Равенство 0 в двух значениях предельно допустимых значений, меньшего  $e_i$  и большего  $e_s$  соответственно (не обязательно совпадающих с границами стандартного поля допуска).
3. В пределах допустимых значений изменяется в диапазоне  $[0, 1]$ .
4. Отрицательность за пределами допустимых значений.

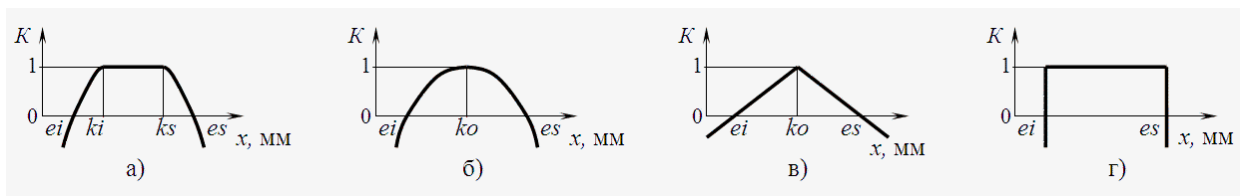


Рис. 1. Семейство функций годности размеров

На рисунке 1 изображены примеры функций годности размеров. По горизонтальной оси отложены размеры  $x$  в мм, по вертикальной оси безразмерные значения годности размеров  $K(x)$ . Форма функции годности устанавливается исходя из эксплуатационных условий работы детали. Форма может быть различной, в области оптимальных значений может быть (рисунок 1а), а может и не быть (рисунок 1б, в) неубывающего участка. Боковые участки функции могут быть выпуклы вверх (рисунок 1а, 1б), линейны (рисунок 1в), и даже выпуклы вниз. Форма функции годности определяет, насколько желательно получать близкие к оптимальному размеры. Чем больше ее скорость убывания от оптимального размера, тем уже диапазон значения размера требуется обеспечить технологически. Функция годности может быть несимметрична, если значение оптимального размера смещено относительно центра допустимых значений. Несимметричная форма целесообразна, если требуется технологически обеспечить размеры, близкие к одному из допустимых значений.

Для классического допускового контроля функцию годности может быть представлена в виде, изображенном на рисунке 1г. В пределах допустимых значений  $[ei, es]$  детали имеют годность, равную единице, за пределами  $[ei, es]$  детали бракованные.

Общий случай предлагаемой функции годности показан на рисунке 1а. Он характеризует использование технологического запаса точности, при котором диапазон размеров с годностью  $K(x) = 1$  по сравнению с классическим допусковым контролем сужается от допустимых значений  $[ei, es]$  до желательных  $[ki, ks]$ . При этом значения размеров за пределами  $[ki, ks]$ , но в пределах  $[ei, es]$ , нежелательны, но допустимы, и имеют  $0 < K(x) < 1$ . За пределами диапазона  $[ei, es]$  функция годности  $K(x) < 0$ , это значит, что изготовление деталей с такими значениями размеров штрафуются. Более подробно построение функции годности для данного случая рассмотрено в [1].

Случай, когда диапазон желательных размеров  $[ki, ks]$  уменьшается до единственного оптимального значения  $ko = ki = ks$ , изображен на рисунках 1б и 1в. При этом только для размера  $x = ko$  значение годности  $K(x) = 1$ , для остальных оно меньше. Следует заметить, что значение оптимального размера должно находиться внутри диапазона гранично допустимых значений  $ei < ko < es$ , в противном случае требования к функции годности размеров  $K(x)$  не будут соблюдены.

Задаваясь диапазоном значений годности, можно определять соответствующий ему диапазон действительных размеров. Таким образом, можно делить детали на сорта. Собирая изделие из деталей с определенным минимальным уровнем годности, можно говорить, что собранное изделие соответствует определенному сорту.

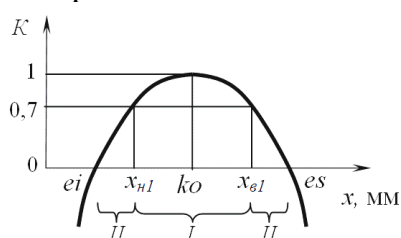


Рис. 2. Разделение размеров детали на два сорта

В качестве примера на рис. 2 показано разделение размеров детали на два сорта. К сорту I со значением годности  $K > 0,7$  относятся детали с размерами от  $x_{н1}$  до  $x_{б1}$ . К сорту II со значением годности  $0 < K < 0,7$  относятся детали с другими размерами в пределах допуска  $[ei, es]$ . При увеличении выбранного граничного значения годности  $K$  диапазон размеров сорта I  $[x_{н1}, x_{б1}]$



сужается, соответственно увеличивая диапазоны размеров деталей сорта II. Размеры можно делить и на большее количество сортов, но слишком большое их количество нецелесообразно. По-видимому, для практических случаев достаточно использовать 2 – 3 сорта.

### 3. Частные случаи функции годности

Использование обобщенного подхода к построению функции годности, изложенное в [1], не всегда оправдано. Часто можно использовать более простые виды функций.

Использование линейной функции годности (рисунок 1в) значительно упрощает математическую задачу расчета значения годности действительного размера. В этом случае значение годности размера определяется по формуле:

$$K(x) = \begin{cases} (x - ei)/(ko - ei), & x \leq ko, \\ (x - es)/(ko - es), & x \geq ko. \end{cases} \quad (1)$$

При заданном значении годности  $K$  можно определить соответствующие ему два значения размеров:

$$x_{1,2}(K) = \begin{cases} ei + K(ko - ei), & x \leq ko, \\ es + K(ko - es), & x \geq ko. \end{cases} \quad (2)$$

Как уж было замечено,  $ko \neq ei \neq es$ , иначе уравнения (3) и (4) неопределенны.

Использование параболы в качестве функции годности дает кривую (рисунок 1б), по внешнему виду похожую на нормированную кривую стоимости получения деталей с определенным диапазоном размеров. По этой причине, а также из-за математической простоты, парабола в качестве функции годности найдет широкое применение. Парабола симметрична, поэтому недостатком использования ее в качестве функции годности будет невозможность смещать значения оптимального размера относительно центра допустимых размеров, т.е. всегда  $ko = (ei + es) / 2$ . Значение годности действительного размера, по причине симметричности решения для левой и правой половин, можно записать одним уравнением:

$$K(x) = 1 - \left( \frac{2x - es - ei}{es - ei} \right)^2. \quad (3)$$

Значение двух размеров, соответствующие заданной годности  $K$ :

$$x_{1,2}(K) = \frac{es + ei}{2} \pm \frac{es - ei}{2} \sqrt{1 - K}. \quad (4)$$

### 4. Функция плотности распределения годности размеров

Для технологов важно оценить технологию изготовления и сделать выводы о её качестве с точки зрения группирования действительных размеров относительно оптимального.

Если спроектировать функцию плотности распределения размеров  $f(x)$  на функцию годности размеров  $K(x)$ , то получим функцию, которая характеризует плотность распределения вероятности получения размера с разными значениями годности. Будем именовать ее функцией плотности распределения годности размеров  $P_k$ . Каждое из сочетаний функции годности размеров и функция плотности распределения размеров дает свой вид функция плотности распределения годности размеров. Эта функция может быть построена методом статистического моделирования или аналитически.

Функция плотности распределения годности размеров  $P_k$  характеризует технологию изготовления деталей с точки зрения качества. На графике этой функции детали с размерами, близкими к оптимальному, располагаются в области близких к единице аргументов, положительные значения аргументов свидетельствуют о допустимости таких размеров, а отрицательные – о недопустимости.

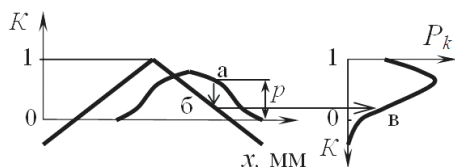


Рис. 3. Последовательность построения функции плотности распределения годности размеров

Близость максимума графика плотности распределения годности к 1 и высокая плотность свидетельствует о том, что полученные действительные размеры группируются вокруг оптимального, что свидетельствует о высоком качестве технологии изготовления. По мере удаления значения максимума плотности распределения годности от 1 и снижения её плотности качество технологии снижается, отрицательные значения свидетельствует о браке.

### 5. Примеры функции плотности распределения годности размеров

Проиллюстрируем функцию плотности распределения годности  $P_k$  на примере размера  $\varnothing 90F8\left(\begin{smallmatrix} +0,09 \\ +0,036 \end{smallmatrix}\right)$ . Пусть значение оптимального размера совпадает с серединой поля допуска и равно  $k_0 = 90,063$  мм. Функция плотности распределения годности размеров выбрана линейной (рисунок 1 в), и пересекающей ось абсцисс в границах поля допуска. Распределение размеров принято нормальным со среднеарифметическим значением  $a$  и среднеквадратическим отклонением  $\sigma$ . По оси абсцисс откладываются значения функции годности, по оси ординат – вероятность получения деталей с такими значениями.

Рисунок 4 а) иллюстрирует плотности распределения годности размеров для классического случая, когда центр кривой нормального распределение размеров совпадает с оптимальным  $a = 90,063$  мм, разброс размеров в пределах  $6\sigma$  равен полю допуска, при этом среднеквадратическое отклонение  $\sigma = 0,009$  мм. Количество деталей с размерами близкими к  $k_0$ , по мере отклонения от  $k_0$  количество деталей уменьшается, достигая нулевых значений на границах поля допуска. За пределами положительной годности деталей практически нет.

Рисунок 4 б) иллюстрирует плотности распределения годности для случая изготовления со значительным технологическим запасом точности. Исходные данные: центр кривой распределения размеров такой, как и для рисунка 4 а), среднеквадратическое отклонение уменьшено до  $\sigma = 0,005$  мм. Таким образом, получаемые размеры сгруппированы около оптимального, а деталей с размерами, близкими к границам поля допуска, нет.

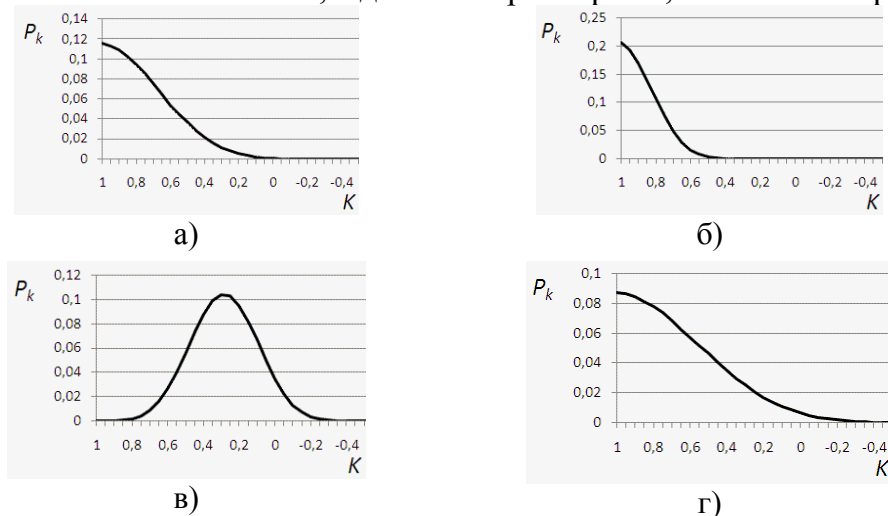


Рис. 4. Примеры графиков плотности распределения годности размеров

При статистическом моделировании для получения распределения  $P_k$  для каждого значения на кривой распределения размеров (рисунок 3, точка а), находится ее значение годности (рисунок 3, точка б), умножается на вероятность таких значений  $p$  и получается значение функции  $P_k$ .

Функция плотности распределения годности достигает нулевых значений при значениях годности 0,5.

Рисунки 4 в) и 4 г) построены для исходных данных, характеризующих технологию, при которой имеются детали с отрицательной

годністю, т.е. бракованні. На рисунку 4 в) центр кривої розподілення розмірів зміщений відносно оптимального і рівен  $a = 90,083$  мм, при цьому середньквдратическе відхилення  $\sigma = 0,005$  мм. Подібні параметри розподілення розмірів деталей характерні для випадку неправильної налаштування станка, а точність виготовлення достаточна. Основна частина деталей мають значення годності 0-0,6. Деталей з оптимальним розміром практично немає, с то же время значительная часть деталей имеет отрицательные значения годности, что свидетельствует о браке. На рисунку 4 г) центр кривої розподілення розмірів збігається з оптимальним, но розброс розмірів занадто великий, середньквдратическе відхилення  $\sigma = 0,012$  мм. Подібні параметри розподілення розмірів деталей характерні для випадку недостаточної точності виготовлення, а налаштування станка правильне. Функція густоти розподілення годності має максимум в області значень  $K(x) = 1$ , но частина деталей мають отрицательную годність.

Значення функції густоти розподілення годності розмірів  $P_k$  в точці максимуму відрізняється, причиною цьому є рівенство одинице інтеграла по числовій осі від функції, тому для більш широкого графіка густоти розподілення годності максимум менше, і навпаки.

#### **Висновки:**

1. Пропонується більш загальна система контролю, ніж існуюча стандартна система допусків, в якій дійсні розміри мають значення годності, неперервно покращується від  $-\infty$  до 1 по мірі наближення до оптимального з точки зору експлуатації розміру.

2. Пропонується система побудована з метою покращення якості продукції, з урахування більшої частини деталей з близькими до оптимального розміру.

3. Ставлячись діапазоном значень годності, можливо розділяти деталі на сорти за критерієм точності розмірів.

4. Для кількісної оцінки годності запропоновано сімейство функцій годності, детально розглянуті лінійна і параболічна, для яких отримані формули для розрахування граничних значень розмірів деталей певного сорту.

5. Для оцінки технологічного процесу з точки зору точності розмірів пропонується функція густоти розподілення годності розмірів, яка представляє собою проекцію густоти розподілення розміру на функцію годності.

**Список літератури:** 1. *Купріянов А.В.* Контроль оптимальності розмірів / А.В.Купріянов // Вісник НТУ «ХП». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Технології в машинобудуванні. – Харків: НТУ «ХП». – 2010. – №24. – С. 9-15.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 006.05:681.3**

**І.В. ЛАЗЬКО**, зав. сектором стандартизації, НТИ і патентних досліджень ТОВ «Хімтехнологія», Сєверодонецьке відділення ІПДО та ДН СНУ ім. Володимира Дала, м. Сєверодонецьк

#### **КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ НАУКОВО-ДОСЛІДНИХ УСТАНОВ**

Доведено, що базою для підвищення результативності СУЯ НДУ, а відповідно і результативності НДР, є раціональний набір нормативної документації СУЯ НДУ, що характеризується ієрархічною структурою, принципами створення та процесом життєвого циклу.

Доказано, що базой для підвищення результативності СУЯ НДУ, а відповідно і результативності НІР, являється раціональний пакет нормативної документації СУЯ НДУ, которая характеризується ієрархічною структурою, принципами створення і процесом життєвого циклу.

*Метою* проведених досліджень була розробка концептуальної процесно-орієнтованої моделі системи управління якістю (СУЯ) науково-дослідних установ (НДУ), яка б адекватно відбивала перебіг процесів, що в ній відбуваються, та впливають на рівень результативності науково-дослідних робіт (НДР).

*Завдання* досліджень включали: встановлення системи факторів (оціночних показників), що дозволять з урахуванням збалансованих вимог замовників та виконавців НДР комплексно, об'єктивно та достовірно оцінити результативність науково-дослідних робіт та СУЯ НДУ шляхом проведення порівняльного аналізу оціночних показників моделей світових премій з якості, ділової досконалості, процесно-орієнтованої моделі системи управління якістю [1] та поєднання їх в модель, яка відбиває пріоритетні напрямки за якими доцільно проводити оцінку діяльності НДУ; побудова на основі процесно-орієнтованої моделі [1], з урахуванням вибраних оціночних показників, концептуальної моделі СУЯ НДУ; отримання аналітичних залежностей, що можуть надати достовірну та об'єктивну оцінку результативності НДР НДУ та оцінити вплив якості перебігу процесу документування на результативність науково-дослідних робіт НДУ, що сертифікували СУЯ.

Для вирішення завдання дослідження було проведено аналіз літературних джерел [2-5] за результатами якого здійснено порівняння й узагальнення оціночних показників моделей світових премій з якості та ділової досконалості (модель премії Демінга (ПД), національна премія за якість ім. Малкольма Болдріджа (НПЯМБ), модель ділової досконалості Європейського фонду менеджменту якості (EFQM), модель Тіто Конті (МТК), модель японської премії з якості (ЯПЯ) та процесно-орієнтованої моделі СУЯ [1]. За результатами аналізу було виокремлено 18 груп оціночних показників, що відбивають основні напрямки, за якими здійснюється оцінка діяльності організацій в світі та простежено їх пріоритетність для кожної моделі (помічено знаком «+») (табл. 1).

З урахуванням отриманих результатів шляхом логічного аналізу було виокремлено сім груп оціночних показників, інформація за якими потенційно може надати комплексну, достовірну та об'єктивну оцінку результативності НДР НДУ, а саме: вагомість людських ресурсів, задоволеність та розвиток персоналу, система управління якістю та процеси, партнерство та ресурси, аналіз інформації та використання новітніх технологій, інформаційний менеджмент, лідерство та приверженість якості.

Для підтвердження об'єктивності вибору оціночних показників результативності НДР було застосовано експертний метод [6]. За цим методом було проведено опитування п'яти груп респондентів, чисельний склад яких налічував 15 експертів, зацікавлених в результативності НДР: вище керівництво, керівники підрозділів та виконавці НДР ДП «ІАП», ДП «Хімітехнологія», ТОВ «Хімітехнологія», замовники НДР, представники органів влади. Рівень впливу оціночного показника на результативність НДР оцінювався за 100-бальною шкалою. Для визначення узгодженості оцінок експертів було розраховано коефіцієнт конкордації Кендалла та перевірено його значимість за критерієм  $\chi^2$ . Аналіз результатів експертного опитування дозволив зробити висновок про те, що найбільш значимими при оцінці результативності НДР є ті самі оціночні показники, що й виявлені в результаті логічного аналізу. Крім того, за результатами експертного опитування слід відзначити, що оціночні показники 8, 9 (див. табл. 1), з урахуванням специфіки роботи НДУ, доцільніше розглядати в якості підкритеріїв оціночного показника «Рівень кваліфікації та компетентності виконавців НДР», а оціночний показник 14 «Інформаційний менеджмент» в якості підкритерія оціночного показника 13 «Аналіз інформації та застосування новітніх технологій». Таким чином, одержано остаточний набір показників, що

доз-воляють комплексно, об'єктивно та достовірно оцінити результативність НДР НДУ (рис. 1).

Таблиця 1. Порівняльна характеристика оціночних показників в моделях світових премій з якості та ділової досконалості, моделі СУЯ, в основу якої покладено процес [1]

Найменування оціночного показника	ІД	НІЯМБ	EFQM	ЯПЯ	МТК	ДСТУ ISO
1. Політика в області управління і її реалізація	+					+
2. Політика та стратегія			+		+	
3. Стратегічне планування		+				
4. Розробка та реалізація стратегії				+		
5. Орієнтація на споживача й ринок		+	+	+		+
6. Лідерство та приверженість якості	+	+	+	+	+	+
7. Роль керівництва	+	+				+
8. Задоволеність та розвиток персоналу	+		+		+	
9. Вагомість людських ресурсів		+				
10. Навчання і поширення знань у сфері якості				+		+
11. Партнерство та ресурси	+	±	+		±	+
12. Система управління якістю та процеси	±	±	+		+	+
13. Аналіз інформації та використання новітніх технологій	+	+			±	±
14. Інформаційний менеджмент				+		
15. Розробка нової продукції та інновація процесів	+					
16. Вплив на суспільство			+			
17. Задоволеність зацікавлених сторін		±	+	±	±	+
18. Результативність та ефективність роботи	+	+	+	+	+	+
+	наявність оціночного показника в моделі					
±	часткова наявність оціночного показника в моделі					

Отримана система оціночних показників підкреслює значну роль рівня кваліфікації та компетентності виконавців науково-дослідних робіт, які за рахунок лідерства та приверженості якості, партнерства та раціонального використання наявних ресурсів, впровадження результативної СУЯ, ефективного аналізу інформації та використання новітніх технологій підвищують результативність НДР НДУ.

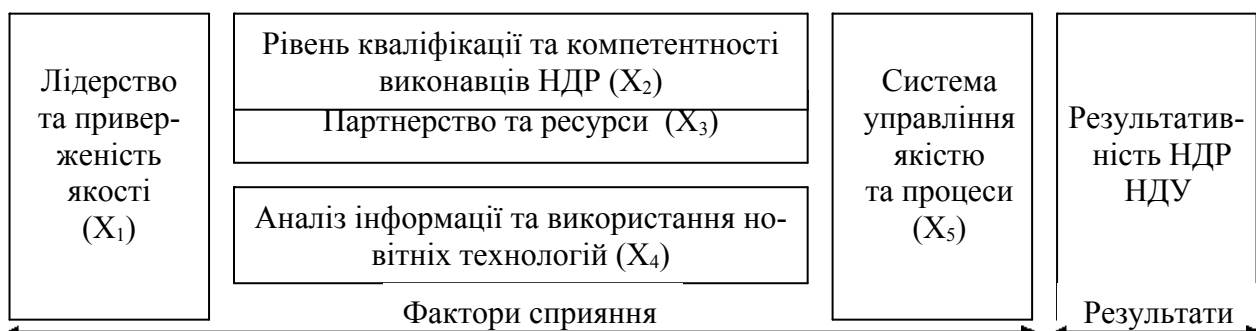


Рис. 1. Показники оцінки результативності НДР НДУ

Як доведе провідний світовий досвід та отримані результати дослідження [див. рис. 1] результативна СУЯ являється одним із факторів, що суттєво впливає на результативність НДР НДУ. Тому, на наступному етапі дослідження постає завдання визначення показників, за якими слід проводити об'єктивну і достовірну оцінку результативності СУЯ НДУ. Для цього було застосовано експертний метод та проведено вибіркове опитування п'яти груп респондентів, що були сформовані для визначення показників оцінки результативності НДР НДУ. Для визначення узгодженості оцінок експертів було розраховано коефіцієнт конкордації Кендалла та перевірено його значимість за критерієм  $\chi^2$ . Експертами було оцінено за 100-бальною шкалою 27 переваг, які надає результативна СУЯ у відповідності із вимогами ДСТУ ISO 9004-2001, Додаток А [7] та обрані суттєвіші з урахуванням специфіки роботи НДУ (рис. 2).



Рис. 2. Показники оцінки результативності СУЯ НДУ

Результати експертної оцінки свідчать про те, що результативність СУЯ НДУ тісно пов'язана з кваліфікацією та компетентністю працівників НДУ, процесом проектування та розроблення і ґрунтується на неформальному встановленні відповідальності, повноважень та інформуванні, якісному перебігу процесу документування, результативному управлінні ресурсами, лідерстві.

Визначені у ході дослідження показники оцінки результативності НДР НДУ та СУЯ дозволили запропонувати концептуальну модель СУЯ НДУ, в основу якої покладено процес (рис. 3). У запропонованій моделі СУЯ НДУ елемент «Процеси життєвого циклу управління документацією», тісно пов'язаний з елементами «Відповідальність керівництва», «Управління ресурсами», «Процеси життєвого циклу НДР», «Вимірювання, аналізування та поліпшення», що відповідає вимогам [1].

При цьому декомпозиція процесів життєвого циклу НДР в моделі СУЯ НДУ проведена з урахуванням вимог [8], а декомпозиція процесу «Управління документацією», проведена з урахуванням вимог ДСТУ 1.2:2003 [9] на основі циклу Демінга, дозволила структурувати його на п'ять підпроцесів та визначити етапи життєвого циклу нормативної документації (рис. 4).

Для подальшого визначення ролі процесу управління документацією СУЯ НДУ та оцінки ступеня його впливу на результативність НДР необхідно побудувати відповідні багатofакторні моделі та оцінити їх якість за умовами, описаними у [10].

$$Y = 0,58 + 0,56x_2x_4x_1x_5 + 0,25x_2x_5 + 0,19x_2 + 0,14x_3$$

де:  $x_1 = 1*(X_1 - 2,56e-009)$ ;  $x_2 = 1*(X_2 - 3,26e-009)$ ;  $x_3 = 1*(X_3 + 0)$ ;  
 $x_4 = 1*(X_4 + 0)$ ;  $x_5 = 1*(X_5 + 0)$ .

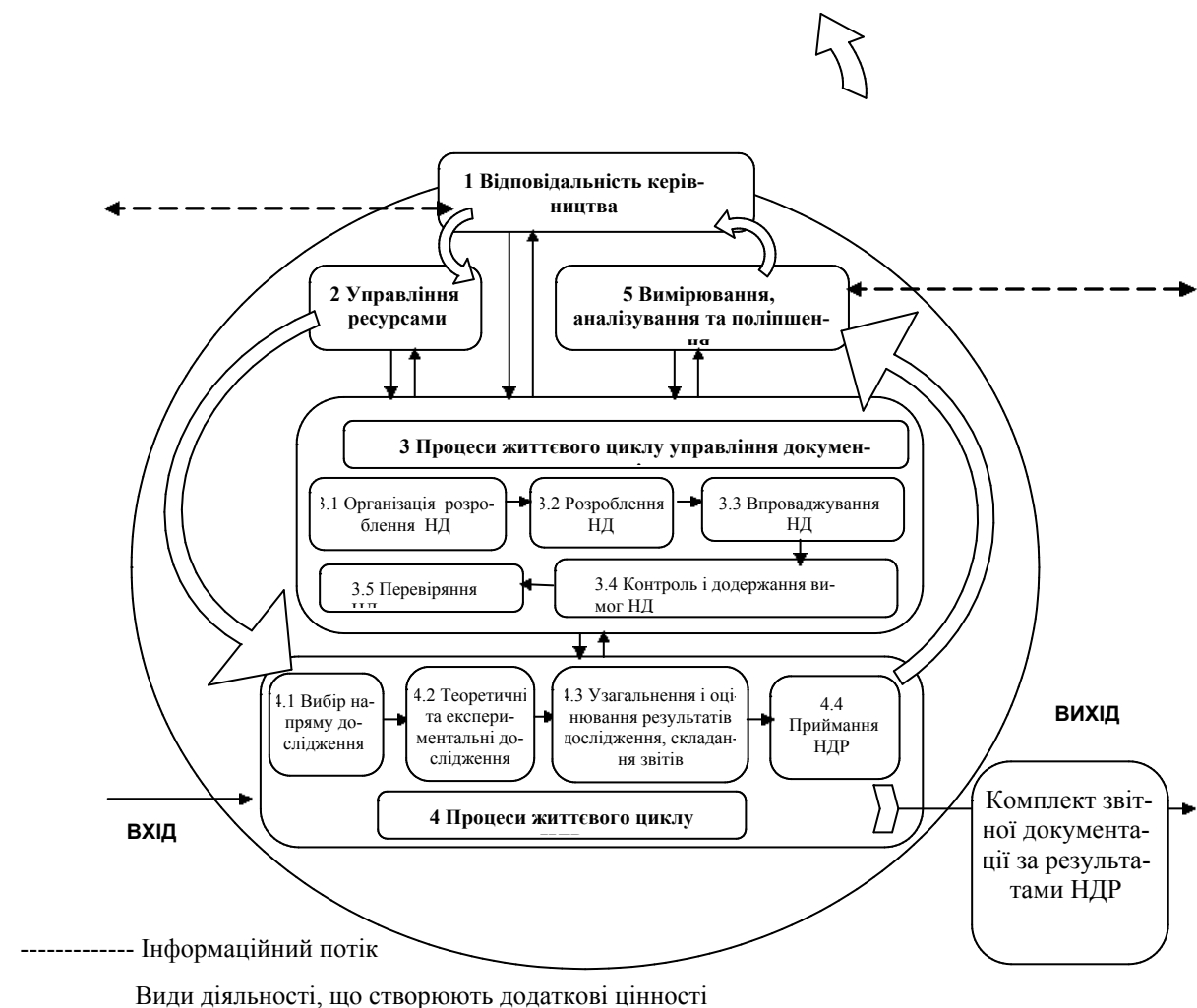


Рис. 3. Структурна схема концептуальної моделі СУЯ НДУ

Отримана модель оцінки рівня результативності НДР (див. рис. 1) має вигляд:

За результатами дослідження встановлено, що максимальний внесок у формування рівня науково-технічної результативності НДР має фактор «Рівень кваліфікації та компетентності виконавців НДР» (32,57 %). Далі в порядку зменшення внеску фактори розподілились наступним чином: «Партнерство та ресурси» (28,33 %); сукупний вплив факторів «Рівень кваліфікації та компетентності виконавців НДР» та «Рівень результативності СУЯ» (18,24 %); сукупний вплив факторів «Рівень кваліфікації та компетентності виконавців НДР», «Аналіз інформації та використання новітніх технологій за тематикою НДР», «Лідерство та приверженість якості», «Рівень результативності СУЯ НДУ» (13,57 %) (рис. 5).

Тенденцію зміни рівня результативності НДР від рівня якості перебігу процесу документування СУЯ ( $X_5$ ) при варіюванні рівня кваліфікації та компетентності виконавців НДР ( $X_2$ ) наведено на рис. 6.

Отримана модель оцінки результативності СУЯ НДУ (див. рис. 2) має вигляд:

$$Y = 0,59 + 0,31x_1x_2x_5x_6 + 0,25x_2x_5x_6 + 0,21x_2x_6 + 0,11x_3x_4 + 0,06x_1,$$

де:  $x_1 = 0,94 \cdot (X_1 - 1,06)$ ;  $x_2 = 2,27 \cdot (X_2 - 0,50)$ ;  $x_3 = 2,25 \cdot (X_3 - 0,49)$ ;

$x_4 = 0,24 \cdot (X_4 - 4,87)$ ;  $x_5 = 1 \cdot (X_5 - 1)$ ;  $x_6 = 2,27 \cdot (X_6 - 0,49)$ .

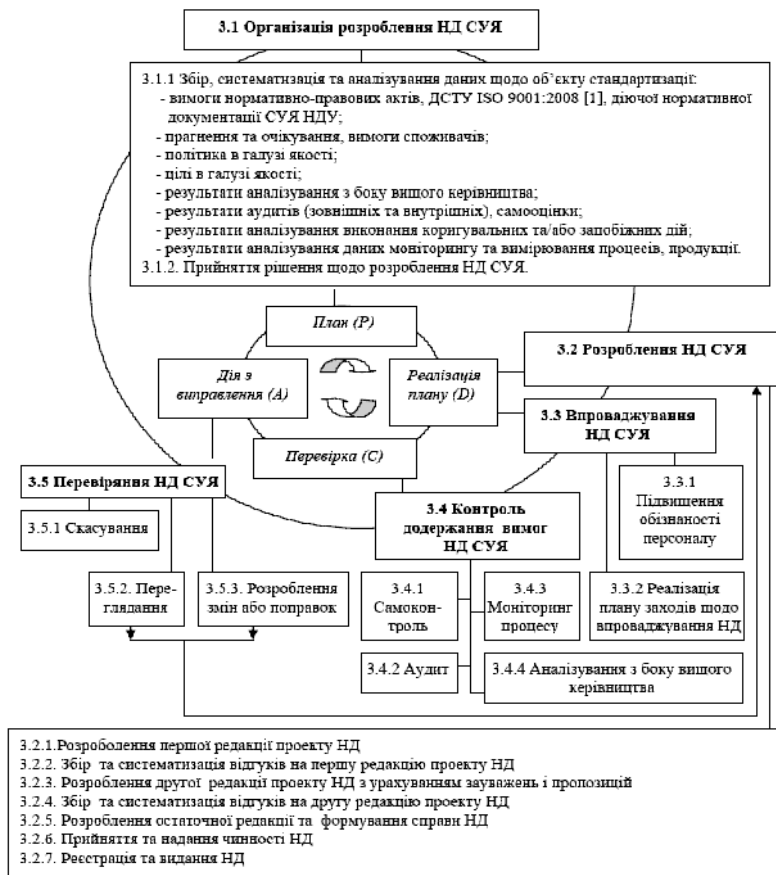
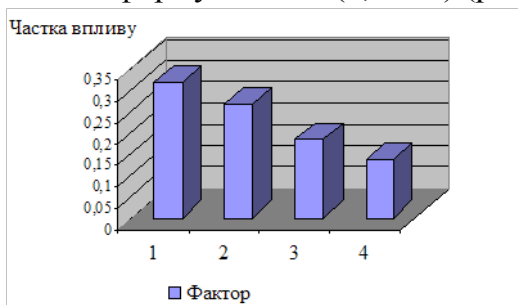


Рис. 4. Модель життєвого циклу процесу управління документацією СУЯ

Далі в порядку зменшення внеску фактори розподілились наступним чином: сукупний вплив факторів «Персонал», «Рівень якості перебігу процесу документування» (26,55 %); сукупний вплив факторів «Лідерство», «Працівники», «Управління ресурсами», «Рівень якості перебігу процесу документування» (20,75 %); «Лідерство» (4,99 %); сукупний вплив факторів «Проектування та розроблення», «Відповідальність, повноваження та інформування» (1,17 %) (рис. 7).



1- вплив фактору X<sub>2</sub>; 2 – вплив фактору X<sub>3</sub>; 3 – взаємний вплив факторів X<sub>2</sub>, X<sub>5</sub>; 4 - взаємний вплив факторів X<sub>2</sub>X<sub>4</sub>X<sub>1</sub>X<sub>5</sub>; де X<sub>1</sub> – лідерство; X<sub>2</sub> - рівень кваліфікації та компетентності виконавців НДР; X<sub>3</sub> – партнерство та ресурси за тематикою НДР; X<sub>4</sub> - аналіз інформації та використання новітніх технологій за тематикою НДР; X<sub>5</sub> - рівень результативності СУЯ.

Рис. 5. Розподіл факторів, що впливають на рівень результативності НДР

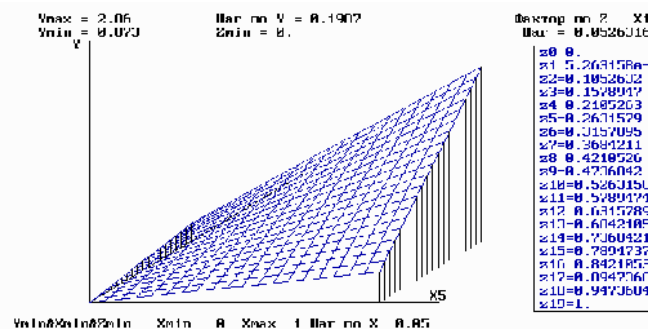
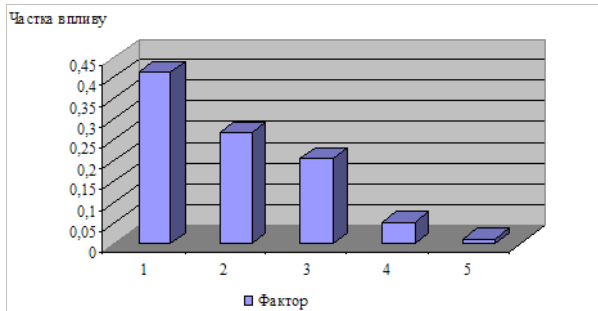


Рис. 6. Тенденція зміни рівня результативності НДР від рівня якості перебігу процесу документування СУЯ (X<sub>5</sub>) при варіюванні фактора X<sub>2</sub>



Тенденцію зміни рівня результативності СУЯ від рівня якості перебігу процесу документування СУЯ ( $X_6$ ) при варіюванні фактора «Працівники» ( $X_2$ ) наведено на рис. 8.



1 - взаємний вплив факторів  $X_2, X_5, X_6$ ; 2 - взаємний вплив факторів  $X_2, X_6$ ; 3 - взаємний вплив факторів  $X_1, X_2, X_5, X_6$ ; 4 - вплив фактору  $X_1$ ; 5 - взаємний вплив факторів  $X_4, X_4$ ; де  $X_1$  - лідерство;  $X_2$  - працівники;  $X_3$  - проектування та розроблення;  $X_4$  - відповідальність, повноваження та інформування;  $X_5$  - управління ресурсами;  $X_6$  - рівень якості перебігу процесу документування.

Рис. 7. Розподіл факторів, що впливають на результативність СУЯ НДУ

Таким чином, за результатами дослідження зроблено висновки, що розроблена концептуальна модель СУЯ НДУ адекватно відображає процеси, що в ній відбуваються, забезпечує формування й реалізацію ефективних управлінських рішень, результативність НДР та може бути використана в процесі само-оцінювання науково-дослідних установ.

Доведено, що базою для підвищення результативності СУЯ НДУ, а відповідно і результативності НДР, являється зокрема раціональний пакет нормативної документації СУЯ НДУ, що характеризується ієрархічною структурою, принципами створення та процесом життєвого циклу. Спільне використання двох отриманих за результатами дослідження моделей дозволило визначити опосередкований вплив сукупності факторів «Рівень якості перебігу процесу документування» та «Рівень кваліфікації та компетентності виконавців НДР» на результативність НДР на рівні 18,24 %.

**Список літератури:** 1. *Системи управління якістю. Вимоги (ISO 9001:2005, IDT): ДСТУ ISO 9001:2008.* - [Чинний від 2009-09-01]. - К.: Держспоживстандарт України, 2009. - IV, 50 с. 2. *Маслов Д.В. Сравнительный анализ мировых премий по качеству / Д.В.Маслов, Белокоровин Э.А. // Стандарты и качество.-2005.-№ 5.-с.88-94.* 3. *Маслов Д.В. От качества к совершенству. Полезная модель EFQM / Д.В.Маслов.* - М.: РИА «Стандарты и качество». - 2008. - 152 с. 4. *Эванс Джеймс Р. Управление качеством: учеб. пособие / Джеймс Р.Эванс [пер. с англ. под ред. Э.М.Короткова].* - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2007. - 671 с. - (Серия «Зарубежный учебник»). 5. *Шаповал М.І. Менеджмент якості: [підручник] / Шаповал М.І.* - [3-тє вид., випр. і доп.]. - К.: Тво «Знання», КОО, 2007. - 471 с. 6. *Бешелев С.Д. Математико-статистические методы экспертных оценок / С.Д.Бешелев, Ф.Г.Гурвич.* - М.: Статистика, 1980. - 263 с. 7. *Системи управління якістю. Настанови щодо поліпшення діяльності (ISO 9004:2000, IDT) : ДСТУ ISO 9004:2001.* - [Чинний від 2001-10-01].- К.: Держстандарт України, 2001. - IV, 44 с. - (Національний стандарт України). 8. *Система розроблення та поставлення продукції на виробництво. Правила виконання науково-дослідних робіт. Загальні положення : ДСТУ 3973-2000.* - [Чинний від 2001-07-01].-К.: Держспоживстандарт України, 2001.-IV, 21 с. 9. *Національна стандартизація. Правила розроблення національних нормативних документів: ДСТУ 1.2:2003.* - [Чинний від 2003-07-01]. - К.: Держспоживстандарт України, 2003. - IV, 16 с. 10. *Хімичева Г.І. Процес документування в*

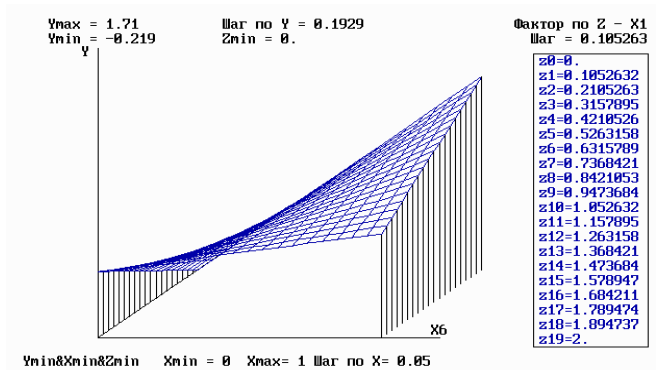


Рис. 8. Тенденцію зміни рівня результативності СУЯ від рівня якості перебігу процесу документування СУЯ ( $X_6$ ) при варіюванні фактора  $X_2$ .

науково-дослідних установах: вплив на рівень результативності науково-дослідних робіт та системи управління якістю / Г.І.Хімічева, С.Н.Лапач, І.В.Лазько // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2009. - № 6/2 (42). – с. 26 - 29.

Поступила в редколлегию 01.10.2010

**УДК 351.851:352**

**Н. И. ЛИСОВАЯ**, заст. директора Черкаського обласного інституту післядипломної освіти педагогічних працівників

## **УЧАСТЬ ГРОМАДСЬКОСТІ В УПРАВЛІННІ РОЗВИТКОМ ОСВІТИ**

У статті розглядаються сутність поняття «громадськість», принципи взаємодії загальноосвітнього навчального закладу з громадськістю. На прикладі досвіду роботи О. В. Сухомлинського, директора Павлівської школи Кіровоградської області, та О. А. Захаренка, директора Сахнівської школи Черкаської області, висвітлено форми та методи співпраці з батьками, громадськістю сіл.

В статье рассматриваются сущность понятия «общественность», принципы взаимодействия общеобразовательного учебного заведения с общественностью. На примере опыта работы А. В. Сухомлинского, директора Павлышской школы Кировоградской области, и А. А. Захаренко, директора Сахновской школы Черкасской области, освещены формы и методы сотрудничества с родителями, общественностью сел.

*Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями.* Нова система управління сферою освіти утверджується як державно-громадська. Вона має враховувати регіональні особливості, тенденції до зростання автономності навчальних закладів, конкурентоспроможності освітніх послуг, орієнтації освіти не на відтворення, а на розвиток. Така модель управління має бути відкритою і демократичною.

Відкритість системи передбачає розширення управлінських можливостей громадської думки. При цьому особливої уваги набуває інформаційний обмін між представниками державного управління та громадськістю, механізмом якого є діалог, співпраця, взаємодія. Цим пояснюється актуальність обраної теми.

*Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми.* Провідними принципами реформування системи управління Конституція України визначає принципи демократизації, самоврядування, узгодження регіональних інтересів з державно-громадськими. Тому таким важливим на сьогодні є розвиток теорії управління – управління персоналом, управління стратегічними змінами, управління на державно-громадських засадах.

Методологічне значення для розуміння й усвідомлення проблем управління освітою в нових соціально-економічних умовах мають положення, викладені у працях В. Андрущенко, С. Гончаренка, І. Зязюна, В. Кременя, С. Крисяка, В. Лугового, Т. Лукіної та інших. Проблеми вдосконалення системи управління загальноосвітньою школою розкриті в наукових працях В. Маслова, Л. Даниленко, Н. Островерхової, Ю. Конаржевського та інших. До окремих теоретичних і практичних аспектів діяльності регіональних, районних/міських органів управління звертаються В. Грабовський, Д. Дейкун, Г. Єльнікова, О. Зайченко, Л. Калініна, М. Кондаков, Г. Сурміло, П. Худомінський та інші.

Аналіз наукових досліджень засвідчив наявність значної кількості праць вітчизняних і зарубіжних авторів, що стосуються творення освітньої політики на різних управлінських рівнях. Проте ще не знайшли достатньої розробки питання управління загальноосвітнім навчальним закладом на державно-громадських засадах.

*Формулювання цілей статті (постановка завдання).* Мета статті полягає в з'ясуванні сутності поняття «громадськість», участі батьківської громадськості у вирішенні спільних шкільних справ, розгляді принципів взаємодії школи і громадськості.

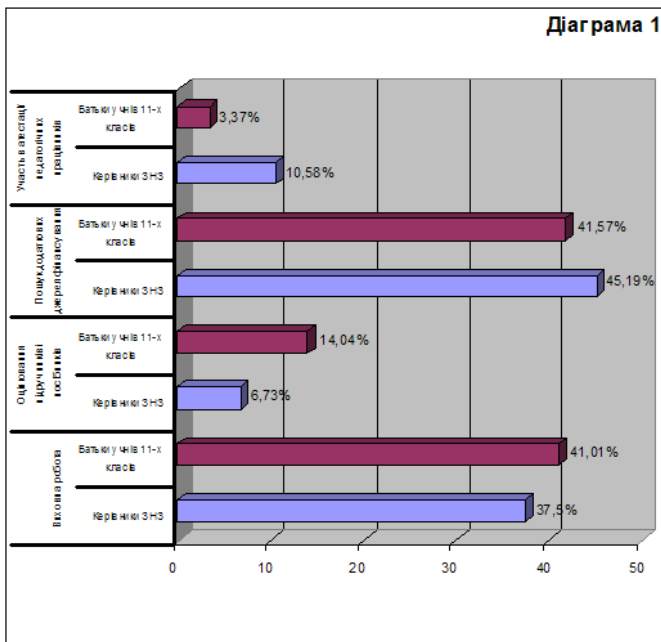
*Виклад основного матеріалу дослідження з новим обґрунтуванням отриманих наукових результатів.* Для того щоб охарактеризувати процес залучення громадськості до управління та оцінити її роль, виявити, що взагалі можна очікувати від громадськості при формуванні освітньої політики, її участі в управлінні навчальними закладами, спробуємо з'ясувати саму сутність поняття «громадськість», специфіку окремих її типів. Ще у 90-х роках минулого сторіччя науковцями була запропонована принципово нова концепція управління, яка передбачала участь громадськості у справах школи (О. Глазунова, Ю. Громико, Д. Дмитрієв). Їх підхід до визначення поняття «громадськість» визначає умови, від яких залежить ефективність співпраці органів державного та громадського управління.

«Громадськість» - передова частина, передові кола суспільства [3, с.199]. Це особлива форма організації населення, котра характеризується двома ознаками. По-перше, спрямованістю керівного впливу на саму себе (громадське замовлення на освіту адресується громадськістю не до інстанцій, а до себе самої). По-друге, критерієм громадськості є наявність позицій і цілей у її представників, відповідальність за їх досягнення [13].

Дослідники виділяють три типи громадськості, які по-різному беруть участь у розвитку освіти.

Перший тип – непрофесіонали. Це батьки, учні старших класів, інші категорії груп населення. Специфіка їх ставлення до освіти полягає в тому, що, незважаючи на те, що вони зацікавлені у продукті школи і є якоюсь мірою його споживачами, але не компетентні в технологіях освіти і, як правило, не розглядають її продукт у контексті державних цілей та ідеалів. Багато хто із них зацікавлені в результатах освіти, мають бажання впливати на систему освіти, залишаючись при цьому в межах своєї компетентності. Механізм впливу непрофесіоналів на освіту – це, в основному, вибір типу закладу освіти для себе або своїх дітей, матеріальна підтримка школи [13].

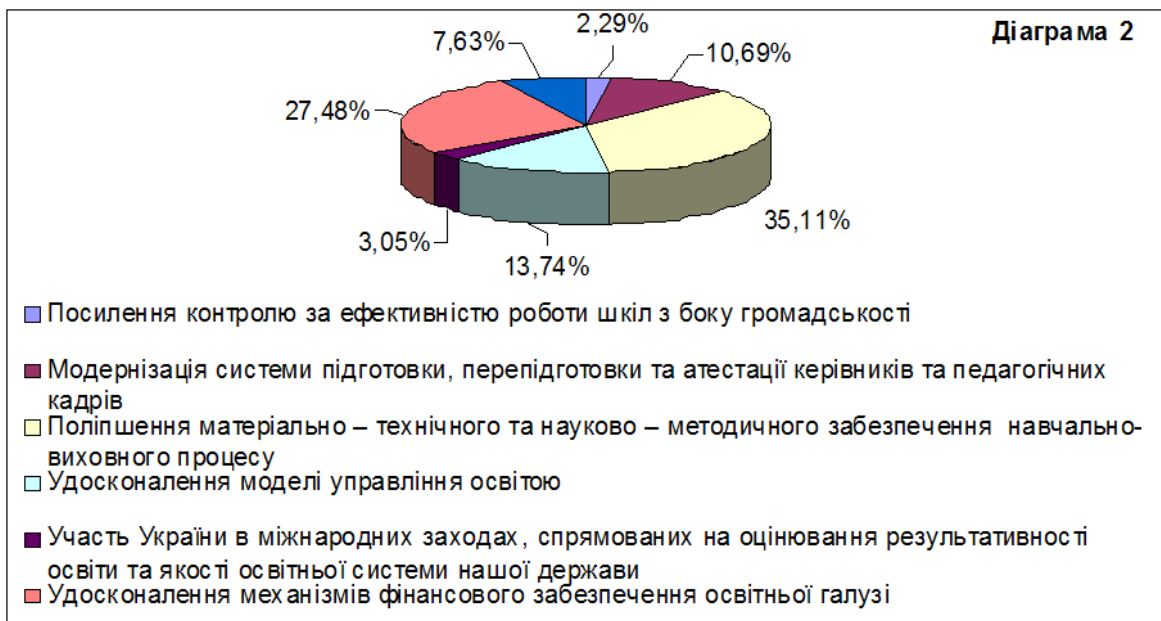
Моніторинг щодо ставлення учнівської молоді та інших категорій населення (керівників загальноосвітніх навчальних закладів, класних керівників, батьків) до реформ у галузі освіти, проведений у 2009 році, показав, що всі категорії респондентів вважають за необхідне залучати громадськість до управління загальноосвітніми навчальними закладами. Для спільного вирішення основних проблем розвитку загальноосвітніх навчальних закладів керівники і батьки учнів назвали, в першу чергу, пошук додаткових джерел фінансування (45,19% і 41,57% відповідно) і здійснення виховної роботи (37,5% і 41,01% відповідно). Разом з тим, аналіз анкетування висвітлив таку проблему: більшість освітян і батьків не усвідомлюють, що представники батьківської громадськості також можуть брати участь в оцінюванні підручників, в атестації педагогічних працівників. Позитивну відповідь дали тільки 10,5% керівників ЗНЗ та 3,3% батьків (див. діаграму 1).



Відповідаючи на запитання: «Що, на Вашу думку, найбільшою мірою сприяє підвищенню якості загальної середньої освіти у країні?», 35% директорів ЗНЗ найважливішим чинником назвали поліпшення матеріально-технічного та науково-методичного забезпечення навчально-виховного процесу і 27,48% - вдосконалення механізмів фінансового забезпечення освітньої галузі (див. діаграму 2):

Аналіз діаграм 1, 2 показав, що керівники ЗНЗ ще не готові до інноваційних змін, не мають глибоких знань з основ державно-громадського управління. На цю проблему звернув

увагу В. А. Грабовський, дослідник державно-громадського управління загальноосвітніми навчальними закладами на районному рівні [4]. Узагальнення ним результатів анкетування керівників районного та шкільного рівнів виявило, що 74,6% з них не готові до впровадження державно-громадського управління загальною середньою освітою.



Отже, залучення батьків, громадськості до управління розвитком освіти вимагає активізації традиційних та нових форм громадського спрямування. На сьогодні в закладах освіти діють такі громадські формування, органи самоврядування:

- батьківські комітети, які сформовані на підставі «Примірного положення про батьківські комітети (ради) загальноосвітніх навчальних закладів» (наказ МОН України від 02.06.2004 № 440);
- ради закладів освіти - «Примірного положення про раду загальноосвітнього навчального закладу» (наказ МОН України від 27.03. 2001 № 159);

\* кожний учасник анкетування міг позначити не більше трьох відповідей

- піклувальні ради - «Положення про піклувальну раду загальноосвітнього навчального закладу» (наказ МОН України від 05.02. 2001 №45).

Як зазначають дослідники, практики, ці органи ще діють формально. Освітня ініціатива від громадських організацій майже не надходить. Незважаючи на певні напруження з питань управління на громадських засадах, значні зусилля з боку “освітніх закладів і органів управління освітою, прогресивних громадян та окремих громад, державно-громадське управління освітою в Україні недостатньо інституційно сформовано, його функціональна здатність і реальний вплив залишаються ще низькими. Попри численні приклади впровадження його елементів на всіх управлінських рівнях освіти, воно не набуло системності, залишається фрагментарним, маловпливовим. Аналіз практики показує, що органи громадського самоврядування в освіті працюють нерегулярно. Здебільшого громадські освітні структури формальні, а отже, недієві” [1, с.46].

Що ж робив В.О. Сухомлинський як директор школи, щоб підвищити компетентність батьківської громадськості, яка не тільки фінансово підтримувала б школу, а, головне, впливала б на рівень навчання і виховання дітей? У Павлівській школі створили «... педагогічну школу для батьків, у ній відділи: дошкільний, батьків учнів 1-3 класів, 4-8 класів, 9-10 класів. За три роки до того, як віддавати своїх дітей до навчання, мати й батько починають вчитися в педагогічній школі для батьків. Два рази на місяць вони слухають лекції директора школи, заступників директора по навчально-виховній, по позакласній роботі, вчителя, який через три роки навчатиме 1 клас...»[14, с.536]. А вчителям, класним керівникам Василь Олександрович говорив: «Учіть батьків мистецтва виховання як найбагороднішої, найлюдянішої, найвищої творчості, як виконання високого громадянського обов'язку...»[14, с.537]. А ще давав поради (якими так необхідно керуватися і сьогодні) класним керівникам, щоб ведучи діалог з батьками, не «пророблювали» тих батьків, що допускають помилки і прорахунки у вихованні. «Якщо ви почнете «вертати душі», виставляти на загальний огляд людську біду, до вас приходитиме все менше і менше батьків, ви відштовхнете їх від школи...»[14, с.538].

Не можна не звернутися ще до одного корифея педагогіки – О.А.Захаренка, який давав настанову таку: ”Виховання неможливе без тісної співдружності школи і сім'ї... Ми вважаємо, що батьки мають добровільно брати участь у всіх шкільних заходах, а не лише приходити на збори, урочисті свята. І нам слід шукати ненав'язливі шляхи прилучення батьків до школи, відкривати в кожному з них індивідуальну неповторність, педагогічне обдарування й майстерність. Уважне ставлення до навчальних досягнень, високе цінування трудової діяльності учня і батька – важливий чинник стимуляції бажання дітей бути кращими” [7, с.26].

Отже, досвід великих педагогів учить партнерству, співпраці, продуктивному, толерантному діалогу з батьківською громадськістю.

Другий тип громадськості - це педагогічна громадськість. Механізмом впливу педагогічної громадськості на розвиток освіти, навчальних закладів є створення особистих авторських навчальних програм, посібників, варіантів організації навчально-виховного процесу. Але їх вибір залишається за учнями та батьками.

Третій тип - освітня громадськість. Її характеризує, окрім компетентності в питаннях технології освіти, наявність особистих цілей, що пов'язані з осмисленням і визначенням функцій, цілей та змісту освіти. Цей тип громадськості відповідає за формування громадського замовлення на освіту та за реалізацію функцій освітньої системи в суспільстві. Освітня громадськість є носієм культурних зразків, чим і обумовлює культурний рівень змісту та організації освіти.

Якщо зацікавленість в освіті у громадськості першого та другого типу є природною і може виникнути сама по собі, то формування освітньої громадськості не відбувається

стихійно, воно має бути спеціально організоване. На нашу думку, нам не обійтись без її підтримки у вирішенні таких проблем:

- оптимізація мережі закладів освіти;
- створення освітніх округів;
- створення та розвиток старшої профільної школи;
- забезпечення соціального захисту учасників навчально-виховного процесу;
- формування здорового способу життя;
- зміцнення матеріально-технічної бази закладів освіти.

«Реалізація шкільної реформи великою мірою залежить від зрілості керівників вищих рангів, у чийх руках матеріальні ресурси і влада, щоб ними розпоряджатися. А там, де зрілості нема, де вважають, що енергія і кошти вкладені в школу, є марнотратством, - там відсутні перспективи на одержання знаючих, умілих, ділових кадрів», - так зазначав О. А. Захаренко [7, с.52]. Він намагався активно вести діалог з керівниками різних підприємств і організацій, представниками громадських організацій, щоб кожен із них зрозумів ідею, потребу, мрію керівника, яку необхідно було впровадити у життя школи і села. «Школі, у якій я працюю, щастить і на батьків, і на керівників підприємств, владних структур...», - таку оцінку дав Олександр Антонович. А може, щастило батькам, керівникам району, області, дітям, що у них був такий директор, який завжди був ініціатором добрих вагомих справ, вміло застосовував механізм соціального партнерства? Про стан справ і діти, і директор школи постійно інформували батьківську громадськість, громаду всього села. «Щоранку доповідають усьому селу: мікрофон включено, голоси дочок і синів лунають у сільських оселях, у колгоспній конторі, у виробничих приміщеннях, де працюють батьки. Село слухає своїх дітей. Кожен знає достеменно, що робиться у школі» [7, с.57].

Так, соціальне партнерство, діалог з громадськістю – це механізм, з допомогою якого можна створити умови для вільного та конструктивного обміну інформацією, а також успішного виконання програм розвитку кожного навчального закладу. А щоб досягти такої мети, необхідно дотримуватися основних принципів взаємодії, а саме:

- *принципу довіри* (у його межах потрібно виявляти рівноправність і доброзичливість у спілкуванні, спільній діяльності, брати до уваги думки та побажання батьківської громадськості, представників громадських організацій, пересічних громадян);

- *принципу відкритості* (інформація має бути донесена до всіх зацікавлених у її отриманні учасників процесу розроблення та прийняття рішень. Змістом цього принципу стає те, що поширення інформації та залучення громадян до відповідних програм (проектів) здійснюється без будь-яких обмежень з огляду на соціальний статус, професію, політичні погляди. Кожен етап роботи із залучення громадян має базуватися на дотриманні відкритих, зрозумілих та єдиних для усіх учасників правил поведінки).

Невідривно поєднаний з попередніми *принцип об'єктивності*. Неправдива, викривлена інформація може суттєво підірвати довіру батьків, населення до школи, його керівників. Натомість об'єктивно оцінена ситуація, ретельно підібрана аргументація здатні заздалегідь пригасити проблеми або успішно їх вирішити.

Одним із важливих принципів залучення громадян до розроблення програм (проектів), прийняття та контролю за виконанням рішень є *принцип координованості дій*. Інформація, яка виходить за межі навчального закладу, оцінка пропозицій батьків, учнів, громадян не повинні бути суперечливими. Такі випадки неузгодженості знижуватимуть довіру.

Отже, дотримання названих принципів, правильно організований інформаційний обмін, постійний зворотний зв'язок допоможуть керівнику загальноосвітнього навчаль-

ного закладу налагодити ефективну управлінську діяльність із залученням громадськості (батьківських комітетів, шкільних рад, піклувальних рад), сприятимуть своєчасному і швидкому реагуванню на освітні потреби батьків, учнів, громадян та досягненню спільними зусиллями поставленої мети.

**Список літератури:** 1. Біла книга національної освіти України / Акад. пед. наук України ; за ред. В. Г. Кременя. – К., 2009. – 185 с. 2. Бочкарев В. И. Государственно – общественное управление образованием : каким ему быть? / В. И. Бочкарев // Педагогика. – 2001. - № 2. – С. 37-39. 3. Великий тлумачний словник сучасної української мови (з дод. і допов.) / Уклад. і голов. Ред. В. Т. Бусел. – К.; Ірпінь: ВТФ «Перун», 2005. – 1728с. 4. Грабовський В. Модель державно-громадського управління районною системою загальної середньої освіти з моніторинговим супроводом / В. Грабовський // Вісник Національної академії державного управління при Президенті України. - 2004. - № 4. - С. 355 – 363: табл. – Бібліогр. : 18 назв. 5. Закон України “Про освіту” // Освіта. – 1991. – 25 червня. 6. Закон України “Про середню загальну освіту” // Інформ. зб. М-ва освіти України. – 1999. – № 20. – С. 3 - 9. 7. Захаренко О. А. Слово до нащадків. – К.: СПД Богданова А.М., 2006. – 216с. 8. Конституція України : Прийнята на п'ятій сес. Верхов. Ради України, 28 черв. 1996 р. – К. : Ін-т законодавства Верхов. Ради України, 1996. – 249 с. 9. Концепція громадянської освіти в Україні. - [www.edu-democracy.org.ua/...formy.html](http://www.edu-democracy.org.ua/...formy.html). 10. Мазак А. В. Управління освітньою галуззю в умовах становлення громадянського суспільства в Україні : регіональний аспект : Автореф. дис. канд. наук з держ. управління : 25.00.02 / Нац. акад. держ. управління при Президенті України. – К., 2005. – 20 с. 11. Національна доктрина розвитку освіти України у ХХІ столітті. – К. : Шкільний світ, 2001. — 24 с. 12. Освіта України. Нормативно - правові документи. – К. : Міленіум, 2001. – 472 с. 13. Соловйов Ю. І. Рівень державного управління. - [osvita.ua/school/school\\_today/1295](http://osvita.ua/school/school_today/1295). 14. Сухомлинський В. О. Твори у 5-ти томах. Т. 2. – К.: Радянська школа. – 1976. – 654с.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 331.45**

**Ю.С. ЛУКЬЯНОВА**, асист., УИПА, г. Харьков

## **ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ТРАВМАТИЗМ И МЕРЫ ЕГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ**

Вивчені питання, пов'язані з проблемою безпеки людини в процесі виробничої і побутової діяльності.

Изучены вопросы, связанные с проблемой безопасности человека в процессе производственной и бытовой деятельности.

**Постановка проблемы:** Изучение вопросов, связанных с проблемой безопасности человека, в процессе производственной и бытовой деятельности.

Занимаясь вопросом производственного травматизма, следует понимать коренные причины этого явления. Таковыми можно считать не те причины, что напрямую приводят к травматизму (например, низкое качество оборудования, отсутствие защитных средств, отсутствие контроля, низкая квалификация персонала – все они будут рассмотрены ниже), а такие, что создают условия для их возникновения.

**Постановка задания:** Рассмотрение вопросов, связанных с улучшением мер безопасности на производстве. Одним из важнейших условий борьбы с производственным травматизмом является систематический анализ причин его возникновения, которые делятся на технические и организационные.

**Анализ основного материала исследования:** Уровень производственного травматизма и профессиональной заболеваемости в Украине уверенно преступил допустимую

границу и опережает экономически развитые страны мира в 5-6 раз. В Украине на каждые 20 учтенных несчастных случаев, а по некоторым отраслям и регионам и на каждые 10-15 приходится один случай со смертельным исходом. В Западной Европе этот показатель составляет один смертельный случай на 800-1300 случаев временной потери работоспособности. Производственная травма представляет собой внезапное повреждение организма человека или потерю им трудоспособности, вызванные несчастным случаем на производстве.

По данным Международной организации труда, ежегодно в мире фиксируется приблизительно 125 млн. несчастных случаев, связанных с производством, в том числе 10 млн. с тяжелыми и 220 тыс. со смертельными следствиями. На сегодня зарегистрировано около 60-150 млн. случаев заболеваний, связанных с работой. Как свидетельствуют статистические данные, на предприятиях, в учреждениях, организациях Украины всех форм собственности ежедневно травмируется в среднем свыше 200 работников, из них около 30 становятся инвалидами и 5-6 лиц получают травмы со смертельным следствием. Риск стать жертвой несчастного случая на производстве или пострадать от профзаболевания.

Производственные факторы могут вызвать травмы. Под производственной травмой понимают нарушение анатомической целостности или физиологических функций тканей или органов человека вследствие механического, теплового, химического и другого влияния факторов производственной среды на организм человека в связи с выполнением им профессионального труда, любой производственной задачи или общественной деятельности.

Согласно влиянию факторов производственной среды на работников травмы делятся на механические, тепловые, химические, электрические, лучевые, комбинированные.

К профессиональным заболеваниям принадлежат заболевание, вызванные действием: химических факторов - острые, хронические интоксикации и их следствия, трахеит, бронхит, пневмония, анемия и т.п.; ионизирующих излучений - острая лучевая болезнь, острые лучевые поражения; физических перегрузок и перенапряжение органов и систем - радикулит, миофасцит и др.; промышленных аэрозолей - пневмокониозы, силикоз, хронический бронхит и т.п. Поэтому травматизм на производстве не случайно начали приравнять к национальному бедствию. Он не только наносит много горя и страданий людям а и оказывает непосредственное влияние на экономику страны.

На протяжении многих лет высоким остается производственный травматизм в угольной промышленности.

Непоследовательность реформ, недостаток инвестиций обусловили глубокий кризис угольной промышленности. В области сложилась крайне отрицательная ситуация в сфере охраны труда, выросшая аварийность, снизилась угледобыча, резко ухудшились условия труда. По прогнозным данным Донецкого научного центра гигиены труда и профилактики травматизма, если такой уровень условий труда сохранится, заболеваемость шахтеров пневмокониозом и хроническим пылевым бронхитом возрастет до 2005 г. в 10-15 раз, а компенсационные выплаты им вследствие потери здоровья увеличатся в 25 раз.

Таким самым является положение и на предприятиях горно-металлургического комплекса. За последние годы уровень производства здесь сократился в 2,3 раза, а уровень травматизма со смертельными следствиями повысился в такой самой пропорции. А в агропромышленном комплексе ежегодно гибнет 700-800 лиц, или 40 % всех смертельно травмированных в народном хозяйстве.

Снизилась угледобыча, резко ухудшились условия труда. По прогнозным данным Донецкого научного центра гигиены труда и профилактики травматизма, если такой уровень условий труда сохранится, заболеваемость шахтеров пневмокониозом и хрониче-



ским пылевым бронхитом возрастет до 2005 г. в 10-15 раз, а компенсационные выплаты им вследствие потери здоровья увеличатся в 25 раз.

Продолжительный период труда во вредных условиях способствует возникновению профессиональных заболеваний. На предприятиях Украины в 2000 г. было выявлено 2130 случаев профессиональных заболеваний, в том числе 1012 - вследствие действия пыльности, 349 - вибрации, 163 - шума, 486 - физических перегрузок, 113 - химических факторов, 5 - других факторов<sup>2</sup>. Более всего (60 %) случаев профессиональных заболеваний наблюдается среди работников угольной промышленности.

Кроме профессиональных болезней, на производстве выделяют группу так называемых производственно обусловленных заболеваний. К ним относят те, что вообще не отличаются от обычных болезней, однако неблагоприятные условия труда вызывают возникновение некоторых из них и ухудшают их ход. Например, у лиц, которые выполняют физическую работу в неблагоприятных условиях, чаще возникают такие заболевания, как радикулит, варикозное расширение вен, язвенная болезнь желудка и т.п.. Если же работа требует большой нервно-психической нагрузки, то чаще возникают неврозы и болезни сердечно-сосудистой системы.

Общая сумма возмещения вреда работникам, которые пострадали от несчастного случая на производстве или профессионального заболевания, составляет 350-400 млн. грн. на год, что из-за сложных экономических условий настоящего приводит к накоплению задолженности по этим выплатами и рост социального напряжения в отдельных регионах. Постоянно ухудшаются условия и безопасность труда в сфере малого бизнеса: на частных, арендных, малых предприятиях, в кооперативах и фирмах, где работают свыше 7 млн. человек, а службы охраны труда практически отсутствуют.

Достичь важного улучшения ситуации можно лишь при условии, когда одновременно с мероприятиями по обеспечению постепенного роста экономики государства будет проводиться эффективная работа по устранению указанных недостатков по всем направлениям.

**Выводы:** Вместе с тем высокий уровень травматизма объясняется не только объективными причинами: сложной социально-экономической ситуацией в стране, изменением характера производственных отношений между предприятиями и внутри них, нарушением схемы управления охраной труда, старением основных фондов и др.. Это объясняется уменьшением затрат на охрану труда, ослаблением производственной дисциплины, неритмичностью труда, сработанностью оборудования, сокращением служб охраны труда, увеличением количества малых неконтролируемых предприятий. Это следствие преимущественно неудовлетворительной организации труда и нарушений технологической дисциплины, неадекватного мышления и отношение к вопросам безопасности участников трудовых и производственных процессов по всей вертикали управления и исполнения, отсутствие эффективных стимулов (кроме самой жизни, но это для многих - не стимул) работать безопасно, без риска для здоровья, т.е. всего того, что связано с самим работником и что принято называть «человеческим фактором».

Актуальность изучения дисциплины еще больше возрастает в связи с существованием потенциальной опасности деятельности: ни в одном виде деятельности невозможно достичь абсолютной безопасности, любая деятельность потенциально опасна.

Изучение данных вопросов является важным шагом в расширении мировоззрения будущих специалистов, о безопасности человека и ее защите в процессе производственной и бытовой деятельности, в условиях чрезвычайных ситуаций мирного и военного времени.

**Список литературы:** 1. Психология безопасности: Сост. Шишков В.З., Тарадай В.И.-К.:НИН-ЦОП, 1996. – 62с. 2. Красносельский В.Б. Безопасность труда в промышленности. – 1995, №8. – с.16-18. 3. Энциклопедия по безопасности и гигиене труда. Т.3. – М.: Профиздат, 1996. 4. В.Ц. Жидецкий «Практикум по Охране труда» Научное пособие, Львов, Афиша, 2000. 5. Здоровье человека и окружающая среда // Величковский Б.Т. – М., Новая школа, 1997. 6. Учебное пособие «Производственный травматизм» – М.: Профиздат, 1996.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 006.83**

**Н.В. МАРТИНОВИЧ**, асп., НУ «Львівська політехніка»

**Є.В. ПОХОДИЛО**, докт. техн. наук, проф., НУ «Львівська політехніка»

### **КОНТРОЛЬ ТВЕРДОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ ЗА ЕЛЕКТРИЧНИМИ ПАРАМЕТРАМИ**

Запропоновано твердість питної води контролювати за електричними параметрами. Наведено графічні результати досліджень.

Предложено жесткость питьевой воды контролировать по электрическим параметрам. Приведены графические результаты исследований.

**Вступ.** Твердість води визначає органолептичні властивості питної води та показники фізіологічної повноцінності якості води, які характеризують адекватність її мінерального складу біологічним потребам організму [1].

При моніторингу природних вод та при проведенні робіт з оцінювання якості води величезне значення мають достовірність аналітичних даних та оперативність їх отримання. При виборі методу аналізу вагоме значення має і зручність та доступність проведення аналітичних робіт.

Існує кілька методів визначення твердості води: хімічні, органолептичні, електрохімічні, тестові, біотестування.

Хімічні методи аналізу трудомісткі, потребують велику кількість реактивів (комплексометричний), затрати часу та людських ресурсів, а в деяких випадках (метод атомної спектрометрії), для отримання точніших результатів, і високовартісні.

За допомогою біотестування [в лабораторних умовах](#) оцінюється якість води [з](#) використанням живих організмів. Тестування довготривале і дає лише узагальнені показники якості води.

Органолептичні методи ґрунтуються на використанні й оцінюванні інформації, яку отримує людина завдяки своїм органам чуттів. Зрозуміло, що результати такого оцінювання містять елементи суб'єктивізму, оскільки згадані характеристики якості не піддаються точному вимірюванню.

Тестові методи призначені для широкого кола споживачів і використовуються в домашніх умовах [2]. Вони прості та зручні у використанні, низької точності. Застосовують, переважно, для контролю твердості води для побутової техніки та акваріумів. Похибка вимірювання за таким методом близько 25 %.

Електрохімічні методи аналізу, зокрема кондуктометрія, ґрунтуються на використанні електрохімічних процесів, що відбуваються у електролітичній комірці. Основними його перевагами є порівняно висока точність та відтворюваність, простота та доступність приладів, оперативність та безперервність контролю твердості води.

Як відомо, вода має здатність проводити електричний струм. Електропровідність залежить від кількості солей, розчинених у воді. Фізичною сутністю цих методів аналізу є зміна електричних параметрів залежно від концентрації солей твердості, електрохімічних реакцій на межі розподілу фаз, товщини та знаку адсорбційного шару. Аналітичним сигналом є параметр адмітансу, за яким оцінюється твердість води [3].

## 1. Постановка задачі

Враховуючи вище перелічені методи, потрібно вибрати найоптимальніший, котрий давав би можливість швидко, точно та з високою періодичністю контролювати якість питної води, зокрема її твердість. Поставлені вимоги задовольняють електрохімічні методи, а саме імпедансний метод, що є досить простим, зручним і точним методом вимірювання. Активна частина імпедансу електрохімічної системи поряд з реактивною частиною є одним з найважливіших параметрів, які несуть інформацію про стан води. Вона дає відомості про швидкісні характеристики електродних стадій. Реактивна складова імпедансу несе інформацію про фізико-хімічні властивості контрольованої води.

## 2. Основний матеріал та результати дослідження

Для проведення дослідження використовувалися вимірювач імпедансу, первинний перетворювач, аналітична вага, мірні колби, солі кальцію та магнію, що зумовлюють твердість води. Дослідження проводилися при кімнатній температурі.

Спочатку протестували дистильовану воду, спостерігаючи характер зміни активної та реактивної складових адмітансу від частоти та побудували графік залежності (Рис. 1).

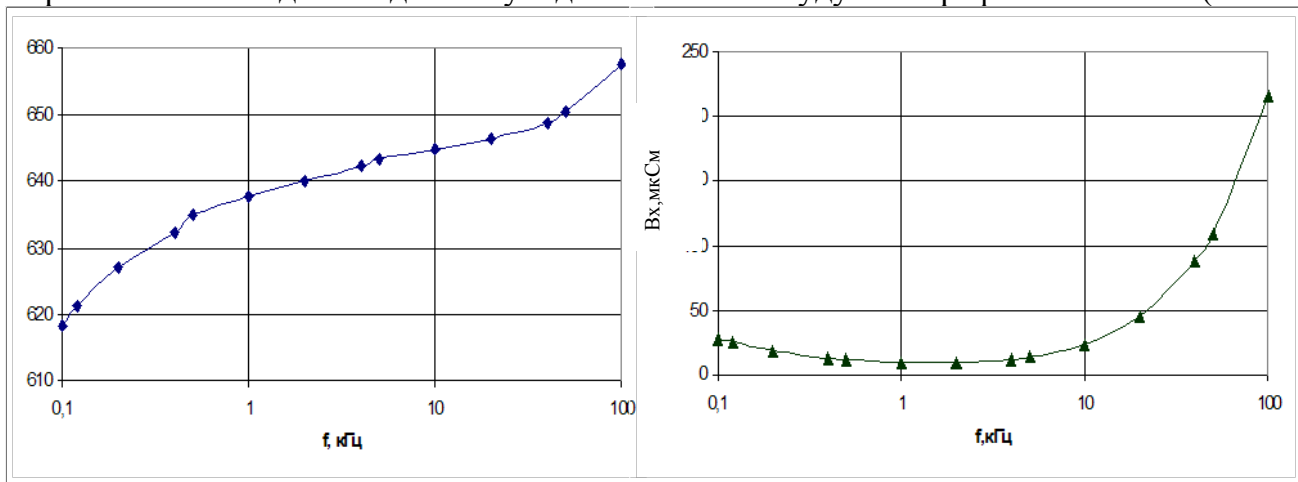


Рис. 1 Залежність активної та реактивної складових адмітансу дистильованої води від частоти

Із графіку видно, що активна складова електропровідності збільшується із зростанням частоти, причому, в діапазоні від 100 Гц до 1кГц спостерігається стрімкий зріст. В діапазоні від 2 кГц до 100 кГц спостерігається незначне збільшення значень електропровідності. Тобто чутливість вимірювань адмітансу води за реактивною складовою є найбільшою на початку діапазону.

Реактивна складова електропровідності на початку діапазону спадає, а потім швидко зростає. Це можна пояснити так званими приелектродними ефектами. Діапазон зміни реактивної складової адмітансу досить великий.

Знявши показники вимірювального засобу для дистильованої води, слід дослідити воду відомої нам твердості та порівняти графіки залежностей.

Вода, що містить велику кількість розчинених солей  $\text{Ca}^{2+}$  і  $\text{Mg}^{2+}$  називається твердою (в деяких джерелах літератури - жорстокою), на відміну від м'якої, що вміщає ці солі в малій кількості. Для зрозумілості та доступності наведемо таблицю класифікації води за її твердістю. Характеристики твердості приблизно відповідають діапазону концентрації мінеральних речовин.

Таблиця 1. Типи питної води за твердістю

Тип води	Твердість, мг-екв/л	Твердість		
		$\text{Ca}^{2+}$ , мг/л	$\text{Mg}^{2+}$ , мг/л	$\text{CaCO}_3$ , мг/л
Дуже м'яка	0 – 1,5	0 – 30,06	0 – 18,24	0-75,00
М'яка	1,5 – 3,0	30,06 – 60,12	18,24 – 36,48	75,00-150,00

Середньо-тверда	3,0 – 4,5	60,12 – 90,18	36,48 – 52,72	150,00-225,00
Досить тверда	4,5 – 6,5	90,18 – 130,26	52,72 – 79,04	225,00-325,00
Тверда	6,5 – 11,0	130,26-220,44	79,04 – 131,76	325,00-550,00
Дуже тверда	>11,0	>220,44	>131,76	>550,00

На рис.2 показано, як із зростанням частоти змінюються параметри адмітансу води, що містить невелику кількість солей твердості.

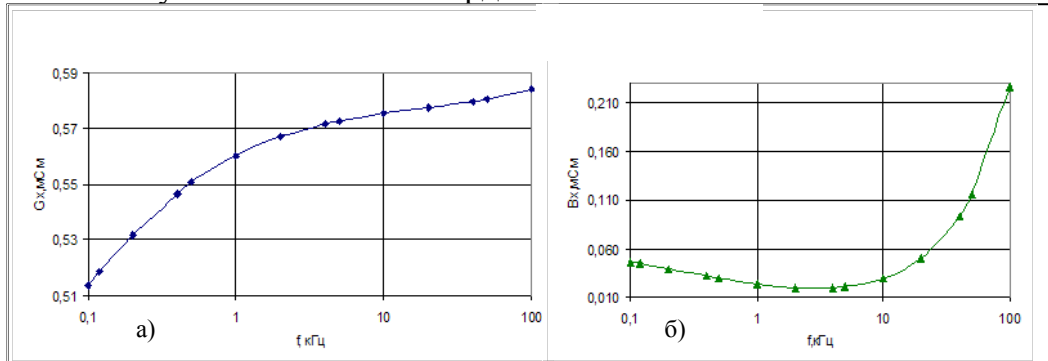


Рис. 2 Залежність активної (а) та реактивної (б) складових адмітансу дуже м'якої води від частоти

Порівнявши рис. 1 і рис. 2, бачимо, що графіки дистильованої води та води, яка містить солі твердості однотипні. Проте самі значення активної та реактивної електропровідності змінилися, адже змінився склад рідини.

Аналогічну ситуацію можна спостерігати і при твердості води, що рівна 3 мг-екв/л (рис.3).

*Твердість води = 3 мг-екв/л*

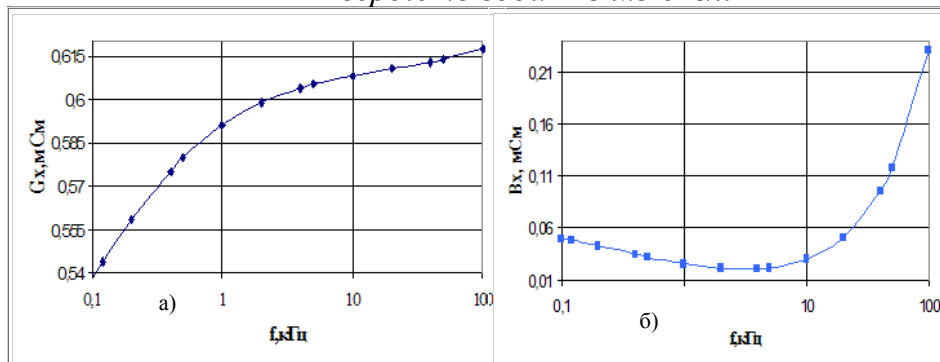


Рис. 3 Залежність активної (а) та реактивної (б) складових адмітансу м'якої води від частоти

Логічно, що самі значення адмітансу зросли із збільшенням солей, тобто твердості води. Проте характер залежностей не змінився, як у випадку із дистильованою водою, так і з водою, що містила солі твердості.

Використаємо воду, в якій загальна твердість води перевищує встановлені і передбачені норми. Згідно [1] жорсткість (твердість) води не повинна перевищувати 7 мг-екв/дм<sup>3</sup>, а в окремих випадках 10 мг-екв/дм<sup>3</sup>.

Проаналізуємо воду, твердість якої рівна 12 мг-екв/дм<sup>3</sup>, тобто перевищує встановлені норми якості води, та побудуємо графік залежностей.

Із графіку (рис 4., б) видно, що характер залежності реактивної складової, у порівнянні із попередніми рисунками, змінюється (спрямування у протилежному напрямку).

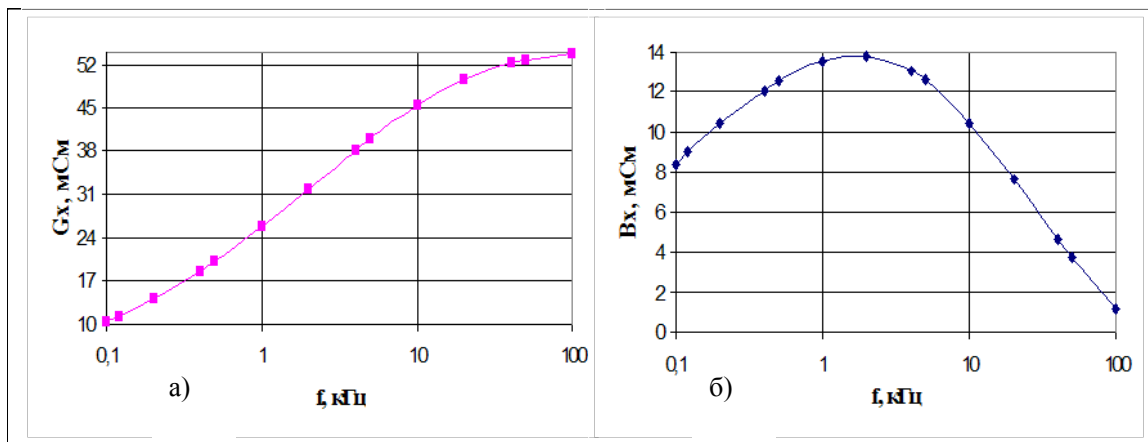


Рис. 4 Залежність активної (а) та реактивної (б) складових адмітансу дуже твердої води від частоти

### Висновки

Для оперативного контролю твердості питної води слід використовувати електрохімічні методи, а саме – імпедансний метод.

За графіками залежності реактивної складової адмітансу від частоти, а саме за характером зміни, можна контролювати граничну допустиму норму твердості води, що встановлена ДСанПІНом [1].

**Список літератури:** 1. Державні санітарні правила і норми "Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання" №383. 2. Ковалёв В. Общая жесткость аквариумной воды // Живая Вода. 2001. 3. Є.Походило, О. Гонсьор. Контроль якості питної води за електричними параметрами // Вимірювальна техніка та метрологія. – 2008.- №68. – С.237 – 242.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 631. 362**

**В.М. ЛУК'ЯНЕНКО**, канд. техн. наук; доцент, Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

**О.О. ЖИЛІНА**, ст. викл., Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

**В.М. КІСЬ**, заст. Гол. Харківської районної держадміністрації, канд. техн. наук

### АНАЛІЗ МЕТОДІВ ЗНИЖЕННЯ РІВНЯ НИЗЬКОЧАСТОТНОЇ ВІБРАЦІЇ НА РОБОЧОМУ МІСЦІ ОПЕРАТОРА МОБІЛЬНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

Стаття присвячена знаходженню шляхів для визначення ефективного методу зниження рівня низькочастотної вібрації на робочому місці оператора мобільних сільськогосподарських машин.

Статья посвящена нахождению путей для определения эффективного метода снижения уровня низкочастотной вибрации на рабочем месте оператора мобильных сельскохозяйственных машин.

**Постановка задачі.** Сидіння для самохідних машин і тракторів повинні бути виконані так, щоб додатково понизити дії коливань оператора, тобто мати віброзахисну підвіску, що встановлюється між джерелом вібрації (підлога кабіни) і об'єктом віброізоляції (оператор).

Проте підвіска остову сидіння в тракторах і інших самохідних машинах з ряду причин (компонувальних, конструктивних, технологічних, експлуатаційних) не забезпечує

при збільшених швидкостях руху машини необхідного рівня низькочастотної вібрації на робочому місці оператора.

**Наукова новизна.** Синтез системи віброзахисту з використанням основних чинників, що впливають на рівень коливань (жорсткість підвіски з лінійними і нелінійними характеристиками пружних елементів, сил сухого тертя і рідинного демпфування, ходу підвіски) тракторів Т-150К і Т-150КМ дозволить забезпечити необхідний рівень низькочастотної вібрації на робочому місці оператора.

Найбільш поширені на самохідних машинах сидіння з пасивними підвісками, що сприймають сили і моменти, які передаються від підлоги кабіни сидінню за допомогою трьох елементів: пружного, гасильного і направляючого.

**Аналіз останніх публікацій** показав, що при розрахунку параметрів пасивної підвіски серійного сидіння тракторів Т-150К і модифікацій не враховувався вплив на рівень коливань таких факторів, як сила сухого тертя, демпфування, хід підвіски і поєднання їх при різних варіантах вхідної дії.

**Мета.** Визначення оптимального методу розрахунку пасивних механічних підвісок сидінь операторів мобільних сільськогосподарських машин.

**Вказана мета досягається** шляхом розрахунку коливальних систем при випадковій збуджуючій дії. Для опису вхідних дій і реакції віброзахисної системи використовується спектральна щільність прискорень або переміщень, ефективність роботи оцінюється передавальними функціями.

Питання синтезу віброзахисних систем розглянуті в роботі В.П. Рослякова [1].

Виходячи із запропонованої в [1] класифікації, під інженерним синтезом системи мається на увазі створення системи, що забезпечує оптимальне значення критерію якості її роботи шляхом зміни параметрів системи в допустимих конструкцією межах і рекомендується наступна його послідовність:

- 1) формулювання критерію якості;
- 2) вибір раціональної конструкції системи, що задовольняє додатковим (не пов'язаним з критерієм якості) умовам (технологічність, ступінь уніфікації, простота експлуатації, вартість і так далі);
- 3) визначення допустимих меж зміни параметрів;
- 4) визначення збуджуючої дії (вхідних величин);
- 5) визначення динамічних властивостей системи в цілому і її окремих ланок;
- 6) оцінка впливу різних параметрів на критерій оптимальності і оптимізація параметрів системи;
- 7) проектування оптимальної системи і її випробування;

Крім того, питання синтезу віброзахисних систем з урахуванням накладених обмежень розглядаються в роботах Волошина П.Л., Фалєєвої Е.Н. [2], Ганієва Р.Ф. і Фролова К.В. [3], Жигарєва В.П. і ін. [4], Ларіна В.Б. [5], Силаєва А.В. [6].

Необхідно відзначити, що для віброзахисної підвіски тракторного сидіння найбільш характерним виглядом збуджуючої дії є кінематична, тобто випадок, коли віброізольована маса отримує зсув в результаті коливань основи (підлоги кабіни) в місці кріплення підвіски сидіння. Методи розрахунку коливань лінійної одномасової системи при кінематичній синусоїдальній дії розроблені Дзе Ф.С. із співавторами [7], Добріковим Б.А., Пілатовим Г.А., Целіковим Ю.П., Шуваловим Е.А. [8, 9], Аніловічем В.Я. [10].

Проте в даних моделях не враховувався такий невід'ємний чинник конструкції підвіски, як сухе тертя в шарнірах. Крім того, необхідно враховувати нелінійний характер пружних сил, обумовлений наявністю жорстких і пружних упорів, застосуванням нелінійних пружних елементів.

Аналітичному дослідженню коливальних систем з сухим тертям і нелінійними характеристиками поновлюючої сили присвячені роботи Буніна Н.І. і Ліпської М.Е. [11, 12], Ротенберга Р.В. [13], Рослякова В.П. [11], Маліновського Е.Ю. і Гайцгорі М.М. [14], Вульфсона І.І. і Коловського М.З. [15]. У цих роботах розглядаються моделі систем з пружними елементами, що мають кусочно-лінійні характеристики. Такі характеристики мають більшість реальних систем. Для можливості аналітичного вирішення диференціальних рівнянь, що описують коливання нелінійних систем, проводиться гармонійна лінеаризація нелінійних членів рівняння. В той же час в роботі [15] показано, що кусочно-лінійні характеристики не можуть бути лінеаризовані поблизу точок зламу.

Одним з шляхів синтезу оптимальних віброзахисних систем є введення додаткових структурних елементів, що поліпшують якість віброзахисту.

Зміні властивостей механічних систем при накладенні додаткових зв'язків присвячені роботи Елісеєва С.В. і Баландіна О.А. [16], Розенберга Д.Е. і ін. [17], Чихладзе З.Б. [18].

Динамічні властивості таких систем оцінювалися по їх амплітудно-частотних характеристиках. Аналіз результатів розрахунку, приведений в роботі [16] показав, що такі системи дають значне зниження рівня коливань в одній точці частотного діапазону і значне збільшення в останніх, можливість виникнення другого резонансу і ускладнення підвісу.

Слід зазначити, що всі аналітичні залежності, з описаних вище методів розрахунку, отримані в припущенні, що коливання на вході підвіски змінюються по гармонійному закону, хоча реальний процес збуджуючої дії, в загальному випадку, є випадковим.

Методи розрахунку коливальних систем при випадковій збуджуючій дії розглядаються в роботах Маслова І.Т. [19, 20], Ларіна В.Б. [5], Синева А.В. [21] і інших авторів [22-29].

Для опису вхідних дій і реакції віброзахисної системи використовується спектральна щільність прискорень або переміщень, ефективність роботи оцінюється передавальними функціями [30].

Прискорення на подушці сидіння розраховуються по залежності:

$$\ddot{z}_c^2 = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} S_c(\omega) / \Phi_c(j\omega)^2 d\omega, \quad (1)$$

де  $S_c(\omega)$  - спектральна щільність прискорень точки остову в місці установки сидіння;  $|\Phi_c(j\omega)|$  - модуль передавальної функції сидіння.

Питання отримання оптимальних передавальних функцій розглядаються в роботі [21].

Однією з важливих причин низької ефективності віброзахисту шляхом підресорювання сидіння оператора є відсутність можливості пов'язати при розрахунку параметри сидіння і трактора в цілому.

Таке положення виникло через відсутність об'єктивних даних про спектральний склад і рівні коливань на вході підвіски сидіння за різних умов експлуатації трактора з урахуванням збуджуючої дії ґрунтово-дорожніх фонів.

**Висновки.** Синтез системи віброзахисту з використанням основних чинників, що впливають на рівень коливань (жорсткість підвіски з лінійними і нелінійними характеристиками пружних елементів, сил сухого тертя і рідинного демпфування, ходу підвіски) при обліку спектральних характеристик і рівнів коливань тракторів Т-150К і Т-150КМ дозволить реалізувати раціональні параметри в пасивній підвісці, конструктивно і технологічно достатньо простій і економічній.

**Список літератури:** 1. Росляков В.П. Теория колебаний и устойчивости колесных машин при случайных возмущениях. Дис. ... д-ра техн. наук, -Курск, 1969, - 299 с. 2. Волошин П.Л., Фалее-

ва Е.Н. К вопросу оптимизации параметров подвески колесного трактора. - Тракторы и с.х. машины, 1974, № 3, с. 1-4. 3. Ганиев Р.Ф., Фролов К.В. К задаче виброамортизации приборов и машин в нелинейной постановке. - В кн.: Колебания и устойчивость машин, приборов и элементов систем управления. - М.: Наука, 1968. -222 с. 4. Жигарев В.П. Определение оптимальной передаточной функции подвески транспортных машин. - Труды МАДИ, 1974, вып. 91. Устойчивость управляемого движения автомобиля. 5. Ларин В.Б. Статистические задачи виброзащиты. - Киев: Наукова думка, 1974. - 127 с. 6. Силаев А.В. Спектральная теория подрессоривания транспортных машин. - М.: Машиностроение, 1972. - 190 с. 7. Дзе Ф.С., Морзе И.Е., Хинкл Р.Т. Механические колебания. - М.: Машиностроение, 1966, с.80-82. 8. Добряков Б.А., Целиков Ю.П., Шувалов Е.А. Выбор параметров подрессоривания сиденья тракториста. - Сборник трудов научно-технической конференции. Автомобильный транспорт. Сер. Автомобили и двигатели, вып. ХУП. Хабаровск, 1970, с.54-61. 9. Пилатов Г.А., Добряков Б.А., Целиков Ю.П. Снижение интенсивности низкочастотных колебаний, действующих на водителя при работе на мощных колесных тракторах. Записки ЛСХИ, Л., 1969, т.13. Механизация сельскохозяйственного производства, с. 112-122. 10. Анилович В.Я. Метод расчета колебаний скоростных тракторов при езде по неровностям. - Тракторы и сельхозмашины, 1963, № 12, с. 7 - 10, 1965, № 6, с. 15-18. 11. Бунин Н.И., Липская М.Э. Методы расчета низкочастотных колебаний рабочих мест колесных тракторов. Методика. - М.: ВНИИНАШ, 1971. - 51 с. 12. Липская М.Э. О поведении нелинейной колебательной системы при гармоническом возбуждении. -Изд. АН СССР. Сер. машиноведение, 1977, № 3, с. 22-24. 13. Ротенберг Р.В. Подвеска автомобиля. -М.: Машиностроение, 1972. -300 с. 14. Малиновский Е.Ю., Гайцгори М.М. Динамика самоходных машин с шарнирной рамой. - М.: Машиностроение, 1974. - 94 с. 15. Вульфсон И.И., Коловский М.З. Нелинейные задачи динамики машин. - Л.: Машиностроение, 1968. - 282 с. 16. Елисеев С.А., Баландин О.А. О влиянии связей по ускорению на динамические свойства механических систем. - Изд. АН СССР. Сер. Машиноведение, 1974, № 2, с.16-19. 17. Розенберг Д.Е., Синев А.В., Степанов Ю.В. Оценка предельных возможностей виброзащиты человека - оператора для некоторых схем подрессоривания тракторных сидений. - Изд. АН СССР. Сер. Машиноведение, 1977, № 2, с. 34-40. 18. Чихладзе З.В. Определение виброзащитных свойств подрессоренных сидений с учетом динамических характеристик тела человека-оператора. - Дис. ... канд. техн. наук. - М., 1977. - 148с. 19. Маслов И.Т. Выбор характеристик подрессоривающей системы сиденья автомобиля при случайных нагрузках. - Автомобильная промышленность, 1976, № 9, с. 19-20. 20. Маслов И.Т. Расчет нелинейной подвески сиденья автомобиля при случайных возмущениях. - Автомобильная промышленность, 1976, № 7, с. 27-28. 21. Синев А.В. Оптимальные спектральные плотности входных случайных воздействий для пассивных и активных виброзащитных систем. - Машиноведение, 1973, № 1, с. 14-20. 22. Нахтигаль М.Г. Исследование подрессоривания сиденья колесного трактора при случайных возмущениях: Автореф. ... дис. ... канд. техн. наук. - Воронеж, 1970. - 18 с. 23. Анилович В.Я. Статистическая теория подрессоривания машинно-тракторных агрегатов: Автореф. ... дис. ... д-ра техн. наук, М.: 1967, 36 с. 24. Лурье А.Б. Статистическая динамика сельскохозяйственных агрегатов. 2-е изд., перераб. и дополн. - М.: Колос, 1981, -382с. 25. Анилович В.Я. Анализ и синтез систем подрессоривания машинных агрегатов при случайных воздействиях. - Труды семинара по теории механизмов и машин. Харьков: изд-во ХГУ, 1966, вып. 2, - 138 с. 26. Гольдштейн В.Д. Снижение низкочастотных колебаний рабочего места оператора свеклоуборочного комбайна.: Автореф, ...дис. ... канд. техн. наук, - М.: 1977, 18 с. 27. Росляков В.П., Сверчков В.П. Случайные колебания колесного трактора под влиянием микрорельефа. - Труды Курского СХИ, Курск, 1969, вып. 5, с. 133-139. 28. Сверчков В.П. К вопросу о спектре вертикальных колебаний колесного трактора. - Труды Курского СХИ. Курск, 1969, вып. 5, с. 133-139. 29. Заяц Я.И. Исследование колебаний водителей сельскохозяйственных тракторов при движении по полям случайных профилей и проблемы эффективности виброзащиты. - В кн.: Влияние вибрации различных спектров на организм человека и проблемы вибрации. М.: Наука, 1972, с. 13-17. 30. Барский И.Б., Анилович В.Я., Кутьков Г.М. Динамика трактора. - М.: Машиностроение, 1973. - 280 с.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 004.9:378.1**



*В.С. ДОБРЯК*, асп., НАУ им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»

*М.С. МАЗОРЧУК*, канд. техн. наук, доц., НАУ им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ВУЗЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКИХ ГИБРИДНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

У статті представлені результати прогнозування якості підготовки студентів у вищому навчальному закладі з використанням нечіткої гібридної нейронної мережі. Розглянуто можливість застосування методів і моделей теорії гібридних нейронних мереж для прогнозування комплексної оцінки якості підготовки фахівців з урахуванням безлічі різних факторів. Для оцінки похибки прогнозу і впливу чинників на рівень підготовки фахівців проведено розрахунок комплексної оцінки якості в середовищі MATLAB.

В статье представлены результаты прогнозирования качества подготовки студентов в высшем учебном заведении с использованием нечеткой гибридной нейронной сети. Рассмотрена возможность применения методов и моделей теории гибридных нейронных сетей для прогнозирования комплексной оценки качества подготовки специалистов с учетом множества различных факторов. Для оценки погрешности прогноза и влияния факторов на уровень подготовки специалистов проведен расчет комплексной оценки качества в среде MATLAB.

### **Введение**

Анализ научных публикаций и практических разработок показывает, что в настоящее время проблема контроля качества образовательной деятельности и прогнозирования успеваемости является актуальной задачей. До настоящего времени не разработана единая научно обоснованная система показателей качества подготовки специалистов, в которой учитывались бы множество разнородных факторов, влияющие на успеваемость студентов вузов. Одной из основных трудностей, возникающей в процессе оценки качества подготовки специалиста, является анализ качественных данных, которые в большинстве случаев сложно поддаются оценке (например: заинтересованность в обучении, уровень восприятия материала, обучаемость и т.д.).

Таким образом, существует необходимость разработки информационно-аналитической системы, которая позволила бы определять и прогнозировать комплексную оценку качества подготовки студента с учетом влияния разнородных факторов на процесс обучения. Основные задачи исследования и реализации системы прогнозирования успеваемости были рассмотрены в работе [1].

### **Постановка задачи исследования**

Целью данной работы является сравнение точности прогноза системы оценки качества, построенной на основе комплекса методов статистического анализа и нечеткого экспертного прогнозирования с результатами прогнозирования уровня качества с использованием гибридной (нечеткой) нейронной системы.

Объектом исследования является процесс подготовки студента в вузе с учетом множества различных факторов внутренней и внешней среды.

Предметом исследования является метод прогнозирования оценки качества подготовки специалиста.

Основные задачи исследования следующие:

1. Разработать нечёткую гибридную нейронную сеть для прогнозирования комплексной оценки успеваемости специалистов.

2. Создать структуру гибридной системы и настроить её параметры с помощью ANFIS – редактора (*MATLAB*).

3. Сравнить результаты, полученные с помощью информационно-аналитической системы, построенной на базе статистических моделей и нечетких экспертных систем [1], и гибридной нейронной системы.

### Решение поставленной задачи

Входные данные модели представленной в работе [1] принадлежат к различным типам шкал: текущий рейтинг, оценка общего образования, рейтинг вуза - порядковая шкала, личностные качества студентов, уровень квалификации профессорско-преподавательского состава - номинальная или интервальная шкалы. Как отмечалось в [1], для получения комплексной оценки большинство этих данных целесообразно представить нечеткими числами. Построить типичное уравнение регрессии в таком случае для прогнозирования сложно. К тому же, предполагается, что между комплексной оценкой качества и всеми выбранными показателями качества образования существует нелинейная связь. Поэтому, несмотря на различия входных данных модели, для оценки качества подготовки специалиста возможно построить гибридную (нечеткую) нейронную сеть.

Гибридные нечеткие нейронные сети объединяют в себе достоинства нейронных сетей и систем нечеткого вывода [2]. Важнейшим достоинством нейронных сетей считается возможность их обучения и адаптации. По завершению обучения нейронные сети, становятся незаменимыми средствами решения задач распознавания образов, аппроксимации, оптимизации, классификации. С другой стороны, накопленные нейронной сетью знания, оказываются распределёнными между всеми её элементами, что делает их практически недоступными для наблюдателя. Этому недостатка лишены системы управления с нечеткой логикой. Объединение обоих подходов позволяет, с одной стороны, привнести способность к обучению и вычислительную мощь нейронных сетей в системы с нечеткой логикой, а с другой стороны – усилить интеллектуальные возможности нейронных сетей свойственными «человеческому» способу мышления нечеткими правилами выработки решения. Нечеткие нейронные сети (*fuzzy-neural networks*) осуществляют выводы на основе аппарата нечеткой логики, однако параметры функций принадлежности настраиваются с использованием алгоритмов обучения нейронных сетей. Наибольшее распространение в настоящее время получили архитектуры нечеткой нейронной сети вида ANFIS (*Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System*) и TSK (*Takagi-Sugeno-Kanga*) [3].

Правила преобразования сигнала в искусственном нейроне описываются с помощью следующих выражений:

$$Y = f(S), \quad (1)$$

$$S = \sum_{i=1}^n w_i x_i + c, \quad (2)$$

где  $Y$  - выходной сигнал нейрона;

$S$  – результат суммирования;

$x_i$  – компонент вектора входного сигнала ( $i = 1..n$ );

$w_i$  – вес синапса ( $i = 1..n$ );

$c$  – параметр смещения.

Вес синапса может иметь как положительный, так и отрицательный знак. Уравнение (1) представляет собой функцию активации нейрона, в качестве которой могут быть использованы различные нелинейные преобразования – квадратичная, экспоненциальная, синусоидальная и т.д. Получив вектор входного сигнала  $X$ , нейрон выдаёт некото-

рое число  $Y$  на своём выходе. Нейронная сеть представляет собой совокупность нейронов с определённой топологией.

Построение и использование нейронной сети состоит из следующих этапов:

1. Выбор типа и структуры нейронной сети.
2. Обучение нейронной сети на основе имеющейся информации.
3. Проверка нейронной сети на контрольном примере.
4. Использование полученной нейронной сети для решения поставленной задачи.

Для прогнозирования оценки качества подготовки специалистов на основании данных и значений показателей успеваемости студентов СУЛА за 2008/2009 г. обучения была использована нечёткая модель гибридной сети, которая является многослойной нейронной сетью без обратной связи с четырьмя входами и одним выходом.

Каждая входная переменная имеет три лингвистических термина. Для получения более приближенной модели к разработанной использовались трапецеидальные функции принадлежности. Функция принадлежности выходной переменной была выбрана линейной. Используется структура системы нечёткого вывода типа Sugeno первого порядка с четырьмя входами и одним выходом из правил вида [2]:

$$R_i : \text{if } X \text{ is } A_i \text{ and } Y \text{ is } B_i \text{ and } Z \text{ is } C_i \text{ and } Q \text{ is } D_i \quad (3)$$

$$\text{then } z_i = s_i x + t_i y + p_i z + h_i q + r_i,$$

где  $X, Y, Z, Q$  – нечёткие переменные, определённые на множествах вещественных чисел  $D_x, D_y, D_z$  и  $D_Q$ ;

$A_i, B_i, C_i, D_i$  – значения нечётких переменных  $X, Y, Z, Q$  в правиле  $R_i$ .

Значения нечётких переменных определяются как нечёткие множества, определённые на  $D_x, D_y, D_z$  и  $D_Q$ . Нечёткая модель представляет собой совокупность правил указанного вида (3).

Для заданных вещественных значений входных сигналов  $x^*, y^*, z^*, q^*$  в каждом правиле вычисляется значение правой части:

$$z_i = s_i x^* + t_i y^* + p_i z^* + h_i q^* + r_i, \quad (4)$$

и сила его срабатывания

$$w_i = \text{AND}(A_i(x^*), B_i(y^*), C_i(z^*), D_i(q^*)), \quad (5)$$

где  $\text{AND}$ - вещественная функция от двух переменных, формализующая операцию конъюнкции. Значения правых частей правил агрегируются с учётом силы срабатывания правил:

$$Y = \frac{\sum_i w_i z_i}{\sum_i w_i}. \quad (6)$$

В результате на выходе нечёткой модели получается вещественное значение переменной  $Y$ . Таким образом, нечёткая система определяет некоторую вещественную функцию, зависящую от способа задания нечётких множеств и определения операции конъюнкции.

### Результаты расчетов

В ходе социологического исследования были выявлены основные показатели, влияющие на качество обучения: квалификационный потенциал профессорско-преподавательского состава, рейтинг студента, оценка уровня личных качеств специалиста и его способности к обучению. Все входные данные были приведены к нечеткому виду (лингвистических переменных), которые и использовались для моделирования. Недостатком использования сети вида ANFIS есть ограниченность количества входных переменных, так при более 5-6 значений возникают значительные проблемы вычисления.

После окончания обучения данной гибридной сети может быть выполнен анализ графика ошибки обучения (рис. 1). Из графика видно, что обучение закончилось уже после 1 цикла. Ошибка обучения при этом составила  $R = 1,1 \cdot 10^{-4}$ .

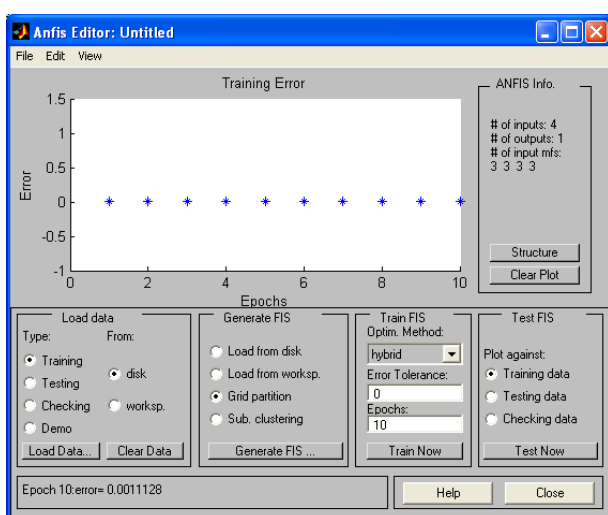


Рис. 1. Ошибка обучения гибридной сети

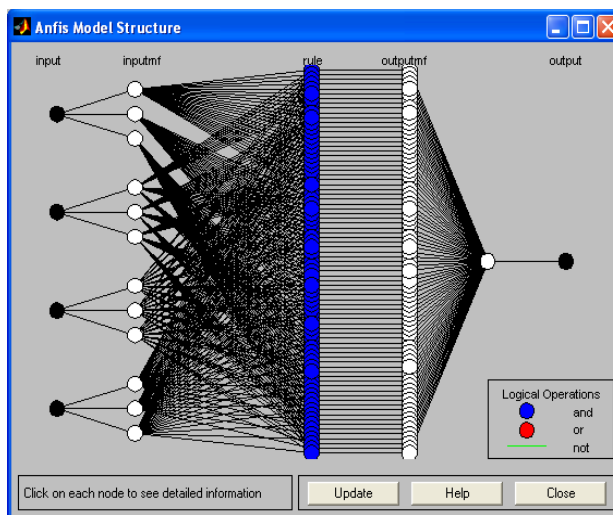


Рис.2. Структура построенной нечёткой модели

На рис. 2 представлена структура модели гибридной нечёткой нейронной сети.

В ходе тестирования обученной системы были получены следующие результаты: 67% данных практически совпало с точками построенной системы, 33% близки к построенными точками. Результаты тестирования представлены на рис. 3.

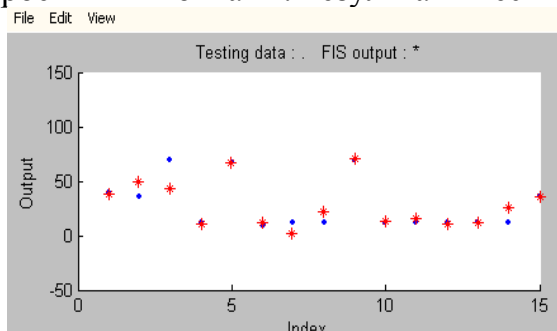


Рис. 3. Окно проверки тестовых значений учащегося (2-5),  $X_4$  - квалификационный потенциал профессорско-преподавательского состава факультета (0-3).

Для проверки адекватности построенной нечёткой модели гибридной сети можно сравнить прогнозируемые и известные комплексные оценки качества подготовки специалистов, которые представлены в таблице, где  $X_1$  - оценка личностных характеристик учащегося (0-100),  $X_2$  - текущий рейтинг учащегося (1-32),  $X_3$  - оценка общего образования

и  $X_4$  - квалификационный потенциал профессорско-преподавательского состава факультета (0-3).

Результаты показывают, что средняя абсолютная ошибка прогноза составляет 5.46, что позволяет говорить о высокой степени адекватности построенной нечёткой модели гибридной сети (табл. 1).

Таблица 1 - Погрешность прогноза комплексной оценки качества подготовки специалистов (тестирующая выборка)

№ Студента по списку	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	Комплексная оценка качества (1-100)	Прогноз комплексной оценки качества (ANFIS) (1-100)	Абсолютная ошибка прогноза
1	40	1	5	0.18	39	38,1	0,9
2	45	6	5	0.18	36	49,8	13,8
3	43	3	5	0.18	69	43,3	25,7
4	39	8	4	0.18	12	10	2
5	42	2	5	0.18	68	65,1	2,9
6	46	1 1	4	0.18	12	13,5	1,5
7	40	1 6	3	0.18	12	6	6
8	47	1 0	4	0.18	12	18,2	6,2
9	44	4	5	0.18	69	70,5	1,5
10	21	1 3	3	0.18	12	13,7	1,7
11	43	1 2	3	0.18	12	15,6	3,6
12	42	1 1	4	0.18	12	10,3	1,7
13	40	8	4	0.18	12	12	0
14	41	7	4	0.18	12	25,4	13,4
15	43	9	4	0.18	36	35	1

На рис. 4 представлен график распределения полученных комплексных оценок качества с помощью предложенной модели и гибридной (нечеткой) системы. Большинство точек в середине графика близки друг к другу.

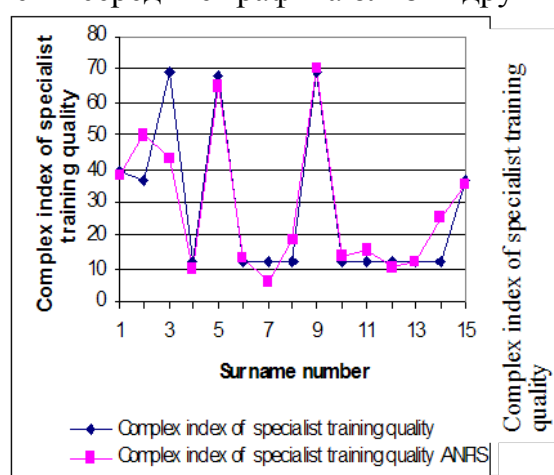
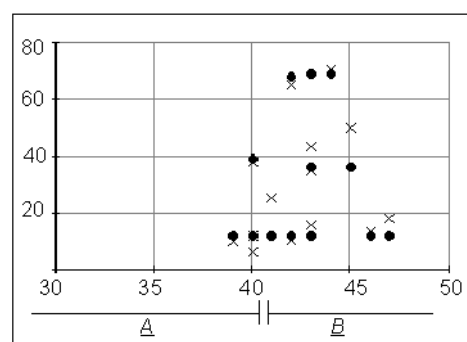


Рис.4. Распределение комплексного показателя качества



Value of personal skills of students  
 ● – Complex index of specialist training quality (present model)  
 × – Complex index of specialist training quality (ANFIS model)

Рис. 5. Связь между комплексным показателем качества и личностными характеристиками специалистов, A – терм «низкие личностные качества», B – терм «средние личностные качества»

Начиная с 6 студента, комплексная оценка качества специалистов близка к 12 баллам, так как текущий рейтинг слишком низкий и успеваемость в среднем около 4 баллов (за исключением 9 студента). Гибридная нейронная система определила комплексную

оценку качества в диапазоне от 10 до 16, тогда как по результатам работы информационно-аналитической системы [1] комплексный показатель качества составил от 9 до 20.

На рис. 5 представлена зависимость комплексной оценки качества подготовки от личностных качеств специалиста.

Так практически у всех студентов индивидуальные характеристики лежат в интервале средних значений (терм: «средние личные качества»). Из рисунка видно, что уровень личностных способностей оказывают больше влияния на комплексную оценку качества, чем другие показатели, которые влияют на процесс обучения.

### **Заключение**

Таким образом, результаты, полученные в работе [1], практически совпадают с прогнозированием комплексной оценки качества подготовки специалистов с использованием гибридной (нечеткой) нейронной сети. Погрешность не превышает 2%.

По проведенному исследованию можно сделать выводы, что:

1) построенная гибридная нейронная сеть позволяет с достаточно высокой точностью прогнозировать уровень подготовки специалиста на основе множества различных факторов;

2) для получения достоверной комплексной оценки качества подготовки студентов необходимо провести экспертное оценивание для построения адекватных правил в информационно-аналитической системе;

3) необходимо более глубоко изучить процесс оценки знаний, умений и навыков студентов для вывода функций принадлежности каждой лингвистической переменной;

4) специалистам необходимо вести более активную деятельность в процессе обучения, принимать участие в конференциях, научных исследованиях и т.д., так как эти показатели значительно влияют на личный рейтинг и способствуют повышению уровня качества подготовки.

**Список литературы:** 1. Добряк В.С. Разработка информационно-аналитической системы оценки качества подготовки специалистов в техническом ВУЗ / В. С. Добряк, К.А. Гончарова, М.С. Мазорчук // Радиоэлектронные и компьютерные системы. - 2010. - № 1(42). - С. 35-41. 2. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. -М.:Горячая линия – Телеком, 2004. – 381 с. 3. Дьяконов В.П. Математические пакеты расширения MATLAB. Специальный справочник / В.П. Дьяконов, В.В. Круглов. - СПб.: Питер, 2001.-480 с.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 658.562.012.7**

**Е.С. МАЛЫШКИНА**, асп., ХНУРЭ, г. Харьков

**А.Б. ЕГОРОВ**, канд. техн. наук, проф. ХНУРЭ, Харьков

**М.С. КОСТЕНКО**, студентка ХНУРЭ, Харьков

### **МЕТОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОЦЕНИВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Стаття присвячена оцінюванню якості процесів навчання у ВНЗ. Розроблено методи оцінювання параметрів якості процесу навчання (результативності студента, параметра викладання). Експериментально підтверджена адекватність теоретичної моделі, яка була отримана раніше. Продемонстрована можливість використання методу найменших квадратів при оцінюванні параметрів викладання, які ґрунтуються на статистичних даних з невідомим законом розподілу та виміряних у порядковій шкалі.

Статья посвящена оценке качества образовательных процессов в вузе. Разработаны методы оценивания параметров качества образовательного процесса (результативности студента, параметра преподавания). Экспериментально подтверждена адекватность ранее полученной теоретической модели. Показана возможность использования метода наименьших квадратов при оценивании параметров преподавания на основе статистических данных с неизвестным законом распределения и измеренных в порядковой шкале.

Проблема оценки качества образовательных процессов в последние годы вызывает все больший интерес [1–3]. Данная работа развивает результаты исследований по построению модели системы качества вуза, приведенных в работах [4, 5].

**Цель работы.** Экспериментально подтвердить правильность (адекватность) ранее полученной теоретической модели [5].

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**: 1) разработать методы получения оценок параметра преподавания и параметра студента; 2) получить экспериментальные оценки параметров преподавания и параметров студентов.

**Объект исследования.** Модель образовательных процессов СМК вуза.

**Предмет исследования.** Параметры образовательного процесса и методы из экспериментальной оценки.

На рис. 1 представлена обобщенная модель процесса обучения дисциплине [5].

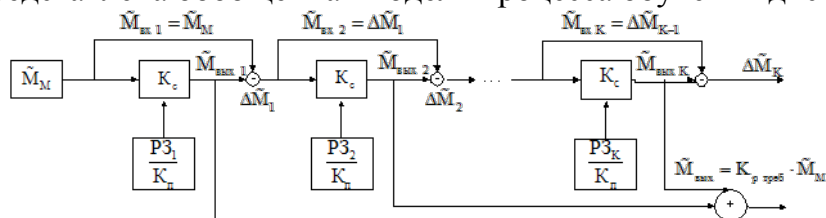


Рисунок 1 – Цикл процесса индивидуального обучения дисциплине

$P3$  (реальные затраты) – временной ресурс, необходимый студенту для усвоения  $\tilde{M}_M$  с установленной (требуемой) результативностью процесса обучения  $K_{p \text{ треб}}$ ;  $K_n$  – параметр преподавания, определяющий уровень качества преподавания, характеризующий возможность уменьшить необходимые для достижения установленной результативности  $P3$ . Уровень качества преподавания включает в себя квалификацию преподавателя, методическую и техническую обеспеченность занятий.  $\Delta \tilde{M}_k$  – «образ качества» выходной модели  $k$ -ой единичной реализации процесса обучения дисциплине.

В результате теоретических исследований [5] получена зависимость для расчета эффективности процесса обучения дисциплине  $K_3$ :

$$K_3 = K_c \cdot K_n. \quad (1)$$

Для проверки адекватности модели образовательного процесса (1) необходимо убедиться, во-первых, в том, что параметр преподавания является статистически значимым фактором и действительно влияет на эффективность образовательного процесса, во-вторых, что это влияние имеет линейный характер.

Решение этих задач основано на статистической обработке реальных результатов образовательного процесса. Использовались данные об успеваемости 5775 студентов, обучающихся в 231 академических группах у 536 преподавателей Харьковского национального университета радиозлектроники за осенний и весенний семестры в различные годы. Итого анализировалось 1060 вариантов ведомостей групп. Для обеспечения однородности статистических выборок внутри одной академической группы к рассмотрению принимались только те дисциплины, которые относятся к циклу профессиональной (профессионально-ориентированной) и практической подготовки для данной спе-

циальности. Результаты были представлены в 100-балльной шкале. Обозначим через  $K_{ij}$  эффективность образовательного процесса для  $i$ -го студента академической группы ( $i=1, \dots, I$ ) при воздействии параметра преподавания  $K_{nj}$ ,  $j=1, \dots, J$ . Тогда данные наблюдения над исследуемой случайной величиной  $K_{ij}$ , % можно представить в виде таблицы 1 (статистический массив (\*)).

Таблица 1 – Пример результатов успеваемости одной академической группы (ТСМ-06-1) за один семестр (осень 2008) при воздействии различных параметров преподавания  $K_{nj}$

студенты $i$	параметры преподавания								$\bar{K}_j$	$K_{ci}$
	$K_{n1}$	$K_{n2}$	$K_{n3}$	$K_{n4}$	$K_{n5}$	$K_{n6}$	$K_{n7}$	$K_{n8}$		
1	60	60	60	75	90	60	60	80		60
2	83	95	92	90	95	98	95	80		95
3	60	90	60	60	75	75	75	90		75
4	61	60	60	67	70	62	75	60		67
5	75	75	75	75	85	80	75	85		75
6	66	60	60	75	90	75	60	80		60
7	76	99	90	96	80	99	75	80		96
8	60	90	93	90	93	90	75	96		90
9	87	75	66	75	80	92	75	87		75
10	60	60	60	60	70	60	75	60		60
11	60	60	60	60	65	60	60	70		60
12	60	60	60	61	60	60	60	60		60
13	76	75	60	80	80	75	75	88		75
14	60	60	60	75	75	60	60	70		60
15	60	60	60	80	92	90	75	60		75
16	87	75	60	75	75	75	75	85		75
17	70	70	60	60	90	98	60	80		60
18	60	61	60	61	70	75	75	75		61
19	72	81	90	75	80	90	60	82		75
20	80	61	60	61	70	75	75	80		61
21	91	92	93	94	92	96	75	80		92
22	91	81	90	75	85	85	75	70		75
23	84	97	75	75	93	100	75	77		75
24	79	60	60	60	70	75	60	80		60
25	98	91	92	90	95	96	75	77		90
26	91	75	90	90	92	90	60	60		75
27	88	92	95	90	95	97	95	80		92
28	61	75	90	90	80	80	75	80		75
29	90	84	75	80	90	92	75	80		80
30	60	60	60	60	65	60	60	80		60
31	66	67	75	60	90	90	75	80		67
32	79	60	60	60	70	70	75	76		60
33	60	60	60	60	60	60	75	60		60
$\bar{K}_{ij}$	72	75	60	75	80	80	75	80	75	

Используя эти данные, нужно проверить гипотезу о том, что изменение параметра  $K_n$  влияет на случайную величину  $K_{ij}$ . К особенностям исследуемого статистического массива (\*) можно отнести следующие:

1) закон распределения эффективности  $K_{ij}$  образовательного процесса изначально не известен;



2) эффективность образовательного процесса  $K_{n,j}$  представлена в порядковой шкале (в одной из первых отечественных статей по теории измерений (конец 1960-х годов) было установлено, что баллы, присваиваемые экспертами при оценке качества знаний учащихся, как правило, измерены в порядковой шкале [6]);

3) эффективность образовательного процесса  $K_{n,j}$  при воздействии  $K_{n,j}$  может содержать довольно много повторяющихся величин (одинаковые оценки у разных студентов);

4) количество исследуемых выборок (количество различных уровней параметра преподавания) в одной академической группе  $J \geq 3$ ;

5) выборки являются зависимыми, поскольку они измерены на одних и тех же испытуемых.

Следовательно, проверять гипотезу о том, что параметр преподавания  $K_n$  является статистически значимым фактором, влияющим на эффективность образовательного процесса, необходимо с помощью критериев, свободных от распределения (непараметрических) и основанных на порядковых статистиках и рангах. Единственное предположение, которое присутствует в таких критериях, – это предположение о непрерывности исследуемых величин (и, как следствие, однозначная определенность медианы).

Учитывая вышеуказанные особенности статистического массива, следует применять критерии оценки достоверности сдвигов для связанных выборок. При количестве параметров преподавания  $J \leq 6$  и количестве студентов в академической группе  $I \leq 12$  используется L-критерий тенденций Пейджа, а при  $J > 6$  и  $I > 12$  – критерий  $\chi_r^2$  Фридмана [7]. В данном случае применяем критерий  $\chi_r^2$  Фридмана, в основе которого лежит статистика:

$$\chi_r^2 = \left[ \frac{12}{I \cdot J \cdot (J+1)} \cdot \sum_{j=1}^J (T_j^2) \right] - 3 \cdot I \cdot (J+1), \quad (2)$$

где  $I$  – количество студентов в группе;

$J$  – количество параметров преподавания;

$T_j$  – суммы рангов по каждому из параметров преподавания. Для получения  $T_j$  необходимо проранжировать значения эффективностей для первого студента, полученные им при  $K_{n,1}$ ,  $K_{n,2}$ ,  $K_{n,3}$  и т.д. параметрах преподавания. Проранжировать то же самое по отношению ко всем другим студентам. Просуммировать ранги по каждому параметру преподавания.

Для группы ТСМ-06-1 критическое значение статистики  $\chi_r^2$  Фридмана, соответствующее заданному уровню значимости (вероятности ошибки 1-го рода)  $\alpha = 0,05$  равно 14,067. Расчетное значение  $\chi_{r,33}^2 = 36,33$  статистики  $\chi_r^2$  больше ее верхнего критического значения. Следовательно, гипотеза о том, что эффективность образовательного процесса не зависит от параметра преподавания  $K_n$ , противоречит реальным данным наблюдения, это означает, что ее надо отклонить и признать различия параметров преподавания  $K_n$  значимыми.

Полученные результаты по всем исследуемым академическим группам свидетельствуют о том, что параметр преподавания  $K_n$  значимо влияет на эффективность в 852 случаях из 1060 ( $> 80\%$ ). Это в свою очередь может означать, что параметры преподавания  $K_{n,j}$  в других случаях примерно равны между собой. Относительно большое количество одинаковых параметров преподавания наблюдается на лучших кафедрах, т.е. там, где процесс обучения характеризуется высокой зрелостью.

Для расчета параметра преподавания  $K_{n,j}$  и для проверки адекватности выбранной модели (1) воспользуемся регрессионным анализом. В данной модели параметр студента

$K_c$  рассматривается как контролируемая величина, значения параметров студентов  $K_{c1}, K_{c2}, \dots, K_{cI}$  которой задаются заранее, а соответствующие им наблюдаемые значения  $K_{s1j}, K_{s2j}, \dots, K_{sjj}$  – как реализации случайной величины  $K_{sj}$ . Следовательно, параметр преподавания  $K_{nj}$  – неизвестная постоянная, которую требуется оценить. Для этого необходимо вначале оценить значения  $K_{c1}, K_{c2}, \dots, K_{cI}$  контролируемой величины  $K_c$ , которые в таблицах результатов успеваемости академических групп выражены неявно.

Для оценки значений  $K_{c1}, K_{c2}, \dots, K_{cI}$  в академической группе введем следующие обозначения:

$\bar{K}_{sj}$  –  $j$ -я эффективность – средний уровень успеваемости студентов академической группы при воздействии  $K_{nj}$ . Согласно теореме [6], из всех средних по Коши допустимыми средними в порядковой шкале являются только члены вариационного ряда. Следовательно, в качестве среднего для данных, измеренных в порядковой шкале, можно использовать медиану (при нечетном объеме выборки). При четном же объеме следует применять один из двух центральных членов вариационного ряда – как их иногда называют, левую и правую медиану. Таким образом,  $\bar{K}_{sj} = Me(K_{sj})$ . В таблице 1 представлены медианы для каждой выборки.

$\bar{K}_s$  – стандартная эффективность – среднее значение  $j$ -х эффективностей в академической группе (за один семестр). Т.е.,  $\bar{K}_s = Me(\bar{K}_{sj})$ .

Следовательно, за  $K_{ci}$  принимается среднее значение успеваемости  $i$ -го студента академической группы при воздействии на него параметров преподавания  $K_{nj}$ , при которых  $j$ -е эффективности  $\bar{K}_{sj}$  равны стандартной эффективности процесса обучения  $\bar{K}_s$  в данной академической группе.

В рассматриваемом примере  $\bar{K}_s = 75$ . Стандартной эффективности равны 1-я, 3-я и 7-я эффективности при воздействии  $K_{n2}, K_{n4}$  и  $K_{n7}$  соответственно. Следовательно, для определения  $K_{c1}, K_{c2}, \dots, K_{c33}$  необходимо вычислить медианы успеваемости для каждого студента при воздействии на него параметров преподавания  $K_{n2}, K_{n4}$  и  $K_{n7}$ . Результаты расчета  $K_{c1}, K_{c2}, \dots, K_{c33}$  представлены в правом столбце таблицы 1.

Для оценки параметра  $K_{nj}$  в исследуемой академической группе выберем подходящую модель регрессии. Воспользовавшись данными из табл. 1, оценим характер и тесноту связи между эффективностью образовательного процесса  $K_{sj}$  и параметром студента  $K_{cj}$ .

Линейное расположение точек на диаграмме рассеивания (рис.2) и их сравнительно небольшой разброс относительно воображаемой прямой дают серьезные основания для выбора линейной модели регрессии.

В случае парной линейной регрессии в качестве модели

$$\text{используется линейная функция } K_{sj} = \beta_0 + K_{nj} \cdot K_{ci} + e_i, \quad (3)$$

здесь  $\beta_0, K_{nj}$  – неизвестные постоянные;  $e_1, \dots, e_I$  – ошибки эксперимента, остающиеся ненаблюдаемыми.

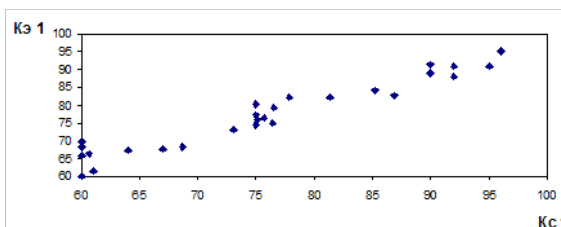


Рисунок 2 – Диаграмма рассеивания экспериментальных данных

Относительно величин  $e_1, \dots, e_I$  предположим, что они являются независимыми случайными величинами, имеющими общий непрерывный закон распределения, который в остальном нам не известен. В классическом регрессионном анализе отклонения  $e_i$  считаются гауссовскими величинами с нулевым математическим ожиданием, и для оценивания неизвестных параметров  $\beta_0, K_{n_j}$  применяют метод наименьших квадратов. В непараметрической же постановке законы распределения случайных ошибок  $e_i$  не задают какого-либо начала отсчета. Поэтому говорить об оценивании параметра  $\beta_0$  неправомерно. Представляет интерес лишь коэффициент наклона  $K_{n_j}$  [8]. Учитывая особенности статистического массива (\*), оценку параметра  $K_{n_j}$  получаем с помощью критерия Брауна-Муда, а не с помощью метода наименьших квадратов [9].

Имеется  $I$  пар наблюдений  $(K_{c_i}, K_{s_{ij}})$ , где  $I$  – количество студентов в академической группе. Разбиваем все наблюдения на две статистические группы по значению  $K_c$ : группу значений, превышающих  $Me(K_c)$ , и группу значений  $K_{c_i} < Me(K_c)$ . Предположим, что мы располагаем априорной оценкой коэффициента регрессии  $K_{n_j}$ . Для нее можно найти регрессию  $\hat{K}_{s_{ij}} = K_{c_i} \cdot K_{n_j}$  и вычислить регрессионные остатки  $\Delta K_{s_{ij}} = K_{s_{ij}} - \hat{K}_{s_{ij}}$ . Затем определим количество положительных ( $\Delta K_{s_{ij}} > 0$ ) остатков  $m_1$  и  $m_2$  в двух группах.

Статистикой критерия является величина:

$$A^* = \frac{2}{\sqrt{I}} \left( \left| m_1 - \frac{I}{4} \right| + \left| m_2 - \frac{I}{4} \right| \right), \quad (4)$$

Критическое значение  $A^*$ -статистики равно  $A_{\alpha=0,95}^* = 2,237$  [9]. При  $A^* > A_{\alpha=0,95}^*$  гипотеза адекватности регрессии, а следовательно, пригодность выбранного коэффициента регрессии  $K_{n_j}$  отклоняется с вероятностью  $\alpha = 0,95$ . В этом случае оценка  $K_{n_j}$  заменяется на другую, и итерация продолжается до тех пор, пока критерии не будут отклоняться критическим значением.

В таблице 2 представлены интервальные оценки параметров преподавания (с точностью до сотых) для исследуемой академической группы, при которых модель регрессии (3) будет адекватной.

Таблица 2 – Оценки параметров преподавания

	$K_{n_1}$	$K_{n_2}$	$K_{n_3}$	$K_{n_4}$	$K_{n_5}$	$K_{n_6}$	$K_{n_7}$	$K_{n_8}$
Критерий Брауна-Муда	[0,96; 1,11]	[1; 1,03]	[0,97; 0,99]	[1; 1,02]	[1,05; 1,16]	[1; 1,19]	[0,98; 0,99]	[1; 1,06]
МНК	1,00	1,02	0,99	1,02	1,10	1,10	0,98	1,04

Сопоставим эти результаты с теми, что дает метод наименьших квадратов.

Из табл.2 видно, что оценки параметров преподавания, вычисленные с помощью МНК, попадают в интервалы оценок, вычисленные по критерию Брауна-Муда. Аналогичные результаты получены для 1059 вариантов ведомостей по 5-8 параметрам преподавания в каждой.

Исходя из этого можно сделать вывод, что, несмотря на особенности статистического массива (\*), для получения оценок параметров преподавания в дальнейшем можно использовать МНК.

Поскольку один и тот же параметр преподавания за один семестр может встречаться в различных академических группах как одной, так и нескольких специальностей, возникает необходимость расчета общего параметра преподавания за исследуемый семестр. Например, параметр преподавания  $K_{n_1}$  (дисциплина ОПЗ, преподаватель А.) за осенний семестр 2008 года встречается у 3-х групп специальности ИМЗ и у 3-х

групп специальности ТСМ (3-й курс). Следовательно, для оценки величины  $K_{n1}$  необходимо проверить возможность объединения параметров студента  $K_{ci}$  указанных  $k=6$  академических групп в одну выборку. Т.е. с помощью определенных критериев проверить гипотезу о том, что генеральные совокупности, из которых извлечены сравниваемые выборки  $K_{ck}$ , имеют одинаковые распределения. Итак, имеется статистический массив (\*\*), состоящий из величин  $K_{cik}$ , особенности которого аналогичны особенностям статистического массива (\*) за исключением следующих:

- 1) выборки являются независимыми, т.к. они измерены на разных испытуемых;
- 2) количество студентов в каждой академической группе может отличаться.

Учитывая особенности статистического массива (\*\*), гипотезу о том, что генеральные совокупности, из которых извлечены сравниваемые выборки, имеют одинаковые распределения, следует проверять с помощью критерия Уилкоксона, если количество сравниваемых академических групп равно 2, или с помощью критерия Крускала-Уоллиса, если количество сравниваемых академических групп равно 3 и более [7].

Поскольку в рассматриваемом случае количество сравниваемых академических групп равно 6, то используется критерий Крускала-Уоллиса, который является непараметрической альтернативой однофакторного дисперсионного анализа и представляет собой обобщение критерия Уилкоксона для трех и более выборок. В основе критерия лежит статистика:

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^k \frac{W_k^2}{I_k} - 3(n+1), \quad (3)$$

где  $I_k$  – количество студентов в  $k$ -ой академической группе;

$n$  – суммарный объем всех  $k$  академических групп;

$W_k$  – сумма рангов элементов  $k$ -ой академической группы в общем вариационном ряду.

Расчетное значение  $h=6,739$  статистики  $H$  меньше ее верхнего критического значения  $h_{(0,05)}=11,07$ . Это свидетельствует о том, что гипотеза об однородности выборок не противоречит опытным данным. К такому же выводу приводит и сравнение значимости  $\alpha^* = 0,24$  с заданным уровнем значимости  $\alpha = 0,05$  ( $\alpha^* > \alpha$ ). Следовательно, выборки можно объединить для последующего расчета параметра преподавания с помощью регрессионного анализа.

Для оценки общего (семестрового) параметра преподавания  $K_{n1 \text{ общ}}$  используем объединенные данные об успеваемости студентов при воздействии на них параметра преподавания  $K_{n1}$  для исследуемых 6 академических групп. Оценка параметра  $K_{n1 \text{ общ}}$  осуществлялась с помощью критерия Брауна-Муда:  $K_{n1 \text{ общ}} \in [0,95; 0,99]$ , а также с помощью МНК:  $K_{n1 \text{ общ}} = 0,95$ .

Аналогичным образом были получены оценки 536 параметров преподавания (за различные семестры). Все оценки параметров преподавания, вычисленные с помощью МНК, попадают в интервалы оценок, вычисленные по критерию Брауна-Муда.

### Выводы.

1. Разработан метод оценивания параметров качества образовательного процесса (результативности студента, параметра преподавания).
2. Разработана методика оценивания параметра преподавания при реальной реализации образовательного процесса.
3. Экспериментально подтверждена адекватность теоретической модели [5].

4. Показана возможность использования метода наименьших квадратов при оценивании параметров преподавания на основе статистических данных, измеренных в порядковой шкале с неизвестным законом распределения.

**Список литературы:** 1. *Волков О.И., Віткін Л.М.* и др. Системи управління якістю ВНЗ: теорія і практика: моногр. – К.: Наукова думка, 2005. – 285с. 2. *Пархоменко Н.О.* Розробка оцінки якості навчального процесу в вищому навчальному закладі методом науково-технічного прогнозування: автореф. дис. ... к.т.н.: 05.01.02. – К.: КНУТД, 2007. – 18 с. 3. *Стригунова М.М.* Удосконалення нормативної бази оцінювання якості освітніх послуг вищих навчальних закладів України: автореф. дис. ... к.т.н.: 05.01.02. – Севастополь: СНУЯЕтаП, 2008. — 25 с. 4. *Малышкіна Е.С., Егоров А.Б., Гиниятова О.Е.* Определение показателей качества образовательного процесса // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Збірник наукових праць. – Харків: НТУ «ХПІ», 2010. – № 23 – С. 40–49. 5. *Малышкіна Е.С., Егоров А.Б., Лохмачёв Р.В.* Модель процесу навчання дисципліні // Збірник наукових праць ХУПС. – 2010. – № 3(25). – С. 150–155. 6. *Орлов А.И.* Эконометрика: учебник. – М.: Экзамен, 2004. – 412 с. 7. *Сидоренко Е.В.* Методы математической обработки в психологии. – СПб.: ООО «Речь», 2003. – 350 с. 8. *Тюрин Ю.Н.* Непараметрические методы статистики. – М.: Знание, 1978.–64 с. 9. *Кобзарь А.И.* Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 816 с.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 331.101.1**

**Г. В. МИГАЛЬ**, канд. техн. наук, доц., НАУ им. Н. Е. Жуковского «ХАИ»  
**О. Ф. ПРОТАСЕНКО**, канд. техн. наук, доц., ХНЭУ, г. Харьков

#### ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА

Показано, що інтерпретація інформації, отриманої в результаті вимірювань параметрів в біоритмологічних БАТК, за допомогою характеристичних ознак і нерівностей, дає можливість оцінити зміни в роботі біоритмів організму людини і на підставі цього зробити висновок про стан природного середовища.

Показано, что интерпретация информации, полученной в результате измерений параметров в биоритмологических БАТК, с помощью характеристических признаков и неравенств дает возможность оценить изменения в работе биоритмов организма человека и на основании этого сделать вывод о состоянии природной среды.

**Актуальность.** Известна причинно-следственная связь между негативными изменениями в окружающей природной среде и непрерывно ухудшающимся состоянием здоровья человека, которое непосредственно влияет на формирование функционального состояния человека-оператора. Следовательно, можно предположить, что источником мониторинговой информации о негативных изменениях в окружающей природной среде могут служить результаты оценки функционального состояния человека. На сегодня создано большое количество методов и способов исследования функционального состояния человека-оператора, которые позволяют получать его достаточно точные оценки, то есть имеются как теоретическая, так и практическая базы для развития высказанного предположения. В связи с этим актуальным является изучение возможности использовать результаты исследования изменений функционального состояния человека-оператора при проведении экологического мониторинга какого-либо объекта. Для реализации этого необходима методологическая разработка информационной системы оценки и прогноза из-

менений в состоянии окружающей природной среды путем исследования изменений функционального состояния оператора.

**Анализ публикаций.** На сегодня существуют методы оценки изменений в природной среде путем всестороннего исследования различных параметров функционального состояния человека. Например, в работах [1 - 5] предложено на основе психофизиологических реакций подсистем организма человека на изменения отдельных факторов природной среды (геомагнитного поля Земли, солнечной активности и т.д.) оценивать ее состояние. При этом основной недостаток данных способов состоит в том, что они позволяют исследовать реакцию на изменения в состоянии природной среды только отдельных подсистем организма человека (сердечно-сосудистой, дыхательной, пищеварительной и т.д.), в то время как изменения в организме, как правило, носят системный характер.

Известны также способы мониторинга окружающей природной среды путем измерения параметров кожи (например электрической проводимости) в биологически активных точках [6 - 8]. Применение методов рефлексодиагностики в данном вопросе способствует повышению точности результатов мониторинга, что обусловлено системностью получаемой информации о функциональном состоянии человека. Однако необходимо отметить следующее:

- при измерении некоторых параметров кожи (например кожно-гальванической реакции) возникает значительное количество погрешностей, которые сложно учесть;
- многие биологически активные точки кожи реагируют не только на изменения в состоянии природной среды, но и на многие другие факторы (например, параметры микроклимата, электромагнитные излучения и т.д.).

Указанные недостатки усложняют возможность получения адекватной оценки изменений в состоянии окружающей природной среды.

Наиболее перспективным направлением в установлении взаимосвязи изменений в состоянии природной среды с нарушениями функционального состояния организма человека-оператора, с нашей точки зрения, является изучение биоритмов. Это обусловлено тем, что ритмические изменения интенсивности функциональной активности любого рода (и на любом уровне функциональной организации) представляют собой универсальную форму постоянного реагирования организма человека на воздействия внешней среды [9].

**Цель и постановка задачи.** Целью данной работы является установление взаимосвязи изменений в окружающей природной среде с нарушениями функционального состояния человека-оператора на основе анализа работы биоритмов его организма.

**Результаты и обсуждение.** Для реализации поставленной цели сначала необходимо определиться с классом исследуемых биоритмов, что даст возможность выбрать источники получения информации о них, методы исследования, а также испытуемых.

Необходимость изучения вопросов взаимодействия организма с окружающей средой определяет выбор такого класса биоритмов, как адаптивные, которые имеют колебания с периодами, близкими к основным геофизическим циклам, и способствуют адаптации организма к периодическим изменениям окружающей среды [9]. Однако видов адаптивных биоритмов достаточно много и изучение их в рамках одной работы не представляется возможным. В связи с этим в данной работе остановимся на анализе работы биоритмов, которые отражают сезонные изменения в состоянии человека в течение года. Это обусловлено тем, что, во-первых, сезонные изменения существенно влияют на изменения в психофизиологическом состоянии человека, а во-вторых, необходимо учитывать особенности работы биоритмов организма в зависимости от периода года. Согласно

классификации биоритмов, приведенной в работе Н.И. Моисеевой, В.М. Сысуева [10], интересующие нас биоритмы относятся к макроритмам и называются цирканнуальными.

В качестве источников информации использовались биоритмологические биологически активные точки кожи (БАТК) [11, 12]. Параметры биоритмологических БАТК характеризуют динамику активности и пассивности различных функциональных систем организма человека в зависимости от сезонных особенностей состояния окружающей природной среды, то есть служат показателем сезонного состояния биоритмов человека. Исследуемыми параметрами являлись ёмкость  $C$  (пФ) и сопротивление  $R$  (МОм) точек кожи в переменном поле.

Исследования проводились в течение года. В качестве испытуемых выбраны лица в возрасте 20 - 25 лет, занятые различными видами деятельности. Выбор именно такой возрастной категории для исследований обусловлен тем фактом, что именно в этот период состояние организма является самым оптимальным, а ответы на воздействия различных факторов наиболее адекватны, то есть не нужно учитывать влияние каких-либо дополнительных факторов на работу биоритмов (например, острые реакции на изменение погодных условий у людей старших возрастных категорий).

Для интерпретации полученных в результате исследования данных применялся способ построения функциональных областей в комплексной плоскости. Для построения функциональных областей используются значения емкости и сопротивления кожи в БАТ. При этом в комплексной плоскости по оси  $X$  располагаются значения емкости кожи в биоритмологических БАТ, а по оси  $Y$  – значения сопротивления кожи в БАТ. Каждая точка функциональной области характеризует психофизиологическое состояние одной из 12 подсистем организма человека. В качестве характеристических признаков изменений работы биоритмов использовались:

- смещение функциональной области;
- изменение площади функциональной области.

Использование данных признаков позволило установить следующие закономерности:

1. Если площадь функциональной области, построенной по результатам измерения параметров биоритмологических БАТК в соответствующий период года, не изменяется или уменьшается, а ее смещение минимально относительно первоначального положения, то это свидетельствует об отсутствии изменений в работе биоритмов организма человека, а значит, и в его функциональном состоянии (рис. 1, а). На основании этого можно предположить, что возможны следующие варианты развития событий:

- в рассматриваемый период никаких неадекватных изменений в состоянии окружающей природной среды не происходило;
- изменения в состоянии природной среды произошли, но человек может быстро и эффективно адаптироваться к ним.

2. Если площадь функциональной области, построенной по результатам измерения параметров биоритмологических БАТК в соответствующий период года, постоянно изменялась (в большую или меньшую сторону – не имеет значения), а ее смещение относительно первоначального положения значительно, то это говорит о наличии нарушений в работе биоритмов и, следовательно, в функциональном состоянии оператора (рис. 1, б). На основании этого можно предположить, что возможны следующие варианты развития событий:

- в состоянии природной среды произошли изменения, и для организма человека «цена» адаптации к ним высока, что впоследствии, может привести к развитию внешнего дисинхроза (нарушение синхронизации биоритмов с фазностью внешней среды); есте-

ственно, такие изменения имеют негативный характер и опасны как для человека, так и для природы;

– возможной причиной нарушений работы биоритмов является общее изменение функционального состояния человека (например, болезнь); в данном случае изменения не касаются изменений в состоянии природной среды, однако данный вариант требует дополнительных исследований функционального состояния человека-оператора для установления действительных причин его нарушения.

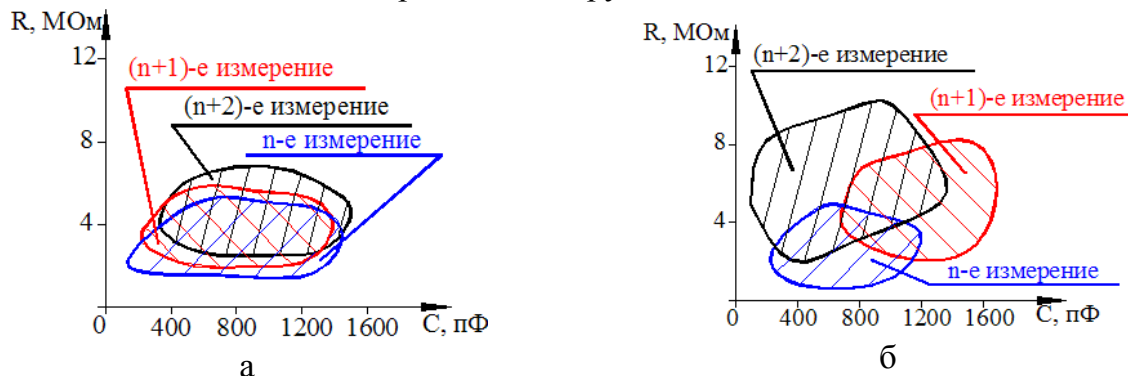


Рисунок 1 – Динамика функциональных областей в комплексной плоскости в процессе исследований: а – отсутствие изменений в работе биоритмов организма человека; б – изменения в работе биоритмов организма человека

Помимо характеристических признаков, которые дают качественную оценку изменений работы биоритмов человека, на основании использования тех же функциональных областей можно получить и количественные оценки. С этой целью использовались результаты наших предыдущих исследований функциональных состояний человека-оператора. В ходе этих исследований установлено, что процессы адаптации организма человека к новым условиям существования могут протекать в трех направлениях:

оптимально, если флуктуации психофизиологических показателей гомеостаза составляют не более  $\pm 30\%$ ;

допустимо, если флуктуации психофизиологических показателей гомеостаза составляют не более  $\pm 50\%$ ;

недопустимо, если флуктуации психофизиологических показателей гомеостаза составляют более  $\pm 50\%$ .

Данное экспериментальное предположение совпадает с результатами исследований функциональных состояний операторов, приведенными в литературных источниках [13].

Вышеперечисленные утверждения можно применить при анализе изменений площади функциональной области в комплексной плоскости. В результате получены следующие характеристические неравенства:

$$|S^{n+1} - S^n| \leq 0,5 S^n, \quad (1)$$

$$|S^{n+1} - S^n| > 0,5 S^n, \quad (2)$$

где  $S^n$  – площадь функциональной области, отображающей функциональное состояние человека-оператора на момент n-го измерения;  $S^{n+1}$  – площадь функциональной области, отображающей функциональное состояние человека-оператора на момент (n+1)-го измерения.



Применение для анализа динамики функциональных областей в комплексной плоскости характеристических неравенств позволило установить следующие закономерности:

– выполнение характеристического неравенства (1) означает, что колебания в работе биоритмов являются допустимыми для нормального функционирования организма человека, то есть изменения в состоянии природной среды (если таковые имели место) не опасны;

– реализация характеристического неравенства (2) свидетельствует о том, что колебания в работе биоритмов являются опасными для нормальной жизнедеятельности организма (может развиться внешний дисинхроз), и, следовательно, изменения в состоянии природной среды (если таковые имели место) опасны.

Использование в процессе анализа динамики функциональных областей в комплексной плоскости как характеристических признаков, так и характеристических неравенств дало возможность прийти к следующим выводам:

– если смещения функциональной области в комплексной плоскости относительно первоначального положения на протяжении исследований незначительны (см. рис. 1, а) и выполняется характеристическое неравенство (1), то можно сделать вывод, что изменений в работе биоритмов организма не было;

– если же смещения функциональной области в комплексной плоскости относительно первоначального положения на протяжении исследований существенны (см. рис. 1, б) и выполняется характеристическое неравенство (2), то можно сделать вывод, что произошли значительные изменения в работе биоритмов организма.

**Выводы.** На основании вышеизложенных данных можно сделать следующие обобщающие выводы:

– работа цирканнуальных биоритмов организма человека зависит от состояния природной среды;

– объективную информацию об изменениях в работе данного класса биоритмов можно получить на основе измерения параметров кожи в биоритмологических БАТ;

– интерпретация информации, полученной в результате измерений параметров в биоритмологических БАТК, с помощью характеристических признаков и неравенств дает возможность оценить изменения в работе биоритмов организма человека и на основании этого сделать вывод о состоянии природной среды.

**Список литературы:** 1. Кузнецов А.Г. Экологическая физиология человека: адаптация человека к экстремальным условиям среды / А.Г. Кузнецов, Б.М. Савин. – М.: Наука, 1979. – 704 с. 2. Слоним А.Д. Физиологические механизмы адаптации человека к природным факторам среды / А.Д. Слоним. – Новосибирск: Книга, 1967. – 158 с. 3. Деряпа Н.Р. Биоклиматические аспекты адаптации человека / Н.Р. Деряпа // Адаптация человека в различных климато-географических и производственных условиях. – 1981. – С. 62 - 64. 4. Николаев В.Н. Естественные электромагнитные поля – экологический фактор, модулирующий адаптационные резервы организма / В.Н. Николаев // Адаптация человека в различных климато-географических и производственных условиях. – 1981. – С. 64 - 65. 5. Айдаралиев А.А. Адаптация человека к экстремальным условиям: опыт прогнозирования / А.А. Айдаралиев, А.Л. Максимов. – Л.: Наука, 1988. – 126 с. 6. Туркменов М.Т., Биоритмологический принцип прогнозирования функционального состояния организма человека по биофизическим показателям активных точек / М.Т. Туркменов // Оценка и прогнозирование функционального состояния в прикладной физиологии. – Фрунзе: Илим. – 1984. – С. 344 - 345. 7. Рыжиков Г.В. Геомагнитное поле как фактор эмоционального напряжения / Г.В. Рыжиков // Стресс, адаптация и функциональные нарушения. – Кишинев: Штиинца. – 1984. – С. 198. 8. Волович В.Г. Человек в экстремальных условиях природной среды / В.Г. Волович. – М.: Мысль, 1980. – 190 с. 9. Филиппов М.М. Психофизиология функциональных состояний / М.М.

Филиппов. – К.: МАУП, 2006. – 240 с. 10. Моисеева Н.И. Временная среда и биологические ритмы / Н.И. Моисеева, В.М. Сысуев. – Л.: Наука, 1981. – 127 с. 11. Самосюк И.З. Акупунктура / И.З. Самосюк, Ю.П. Лысенюк. – К.-М.: Укр. енцикл., АСТ ПРЕСС, 1994. – 541 с. 12. Фомберштейн К.Б. Рефлексотерапия в курортологии / К.Б. Фомберштейн. – К.: Здоровье, 1991. – 190 с. 13. Зараковский Г.М. Закономерности функционирования эргатических систем / Г.М. Зараковский, В.В. Павлов – М.: Радио и связь, 1987. – 231 с.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 616.89-008.1-053.2:502.11**

**Е.А. МИХАЙЛОВА**, докт. мед. наук, вед. науч. сотр., Інститут охорони здоров'я дітей та підлітків АМН України, м. Харків

**Т.Ю. ПРОСКУРИНА**, канд. мед. наук, керівник відділення дитячої психоневрології, Інститут охорони здоров'я дітей та підлітків АМН України, м. Харків

**Д.В. ЛОКОШКО**, ординатор відділення функціональної діагностики Інститут охорони здоров'я дітей та підлітків АМН України, м. Харків

### **РОЛЬ ФАКТОРІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА В ФОРМУВАННІ ПОРУШЕНЬ ПСИХІЧНОГО ЗДОРОВ'Я У ДІТЕЙ**

Показано, що на основі оцінки несприятливих екологічних, медико-біологічних факторів, показників здоров'я і розвитку дітей на початку навчання можлива розробка прогностичних алгоритмів, що дозволяють виявити на ранньому етапі ризик затримок інтелектуального розвитку в молодшому шкільному віці.

Показано, что на основе оценки неблагоприятных экологических, медико-биологических факторов, показателей здоровья и развития детей в начале учебы возможна разработка прогностических алгоритмов, которые позволяют обнаружить на раннем этапе риск задержек интеллектуального развития в младшем школьном возрасте.

Актуальність проблем охорони психічного здоров'я підростаючого покоління, підвищення ефективності медико-гігієнічної та екологічної освіти, формування та розвиток у учнів системи ціннісних орієнтацій, знань та практичних навичок в галузі здоров'я людини обумовлені потребою суспільства в збереженні здоров'я людства в сучасних соціально-економічних та екологічних умовах.

Стан здоров'я населення, відповідно до поглядів ВООЗ, зв'язано конкретно з двома основними факторами – станом суспільства і навколишнього середовища, що на сучасних позиціях визначається як «екосоціальне середовище».

Серед факторів, що впливають на виникнення та розвиток психічних розладів, кількість хворих серед населення і відповідні епідеміологічні показники, виділені наступні групи:

- 1) рівень розвитку психіатричної допомоги, принципи її організації;
- 2) внутрішні умови розвитку хвороби;
- 3) соціальні фактори;
- 4) природне антропогенне середовище.

Роль навколишнього середовища як причину психічних розладів або посилюючого їх фактора поки остаточно не з'ясовано. У доступній нам літературі ми знайшли багато досліджень по вивченню впливу клімату, географічних особливостей місцевості проживання на розвиток і поширення психічних розладів. Відомо, наприклад, що найбільш серйозним наслідком впливу високих концентрацій свинцю може бути порушення розумового розвитку дітей. Підвищення рівня свинцю може відбуватися при розчиненні його солей у водопровідній воді, відшаруванні утримуючої свинець фарби, забруднення повітря і ґрунту його частками, у тому числі, що містилися в газах автомобілів, що працюють на бензині зі свинцевими присадками, а також у повітрі промислових викидів (металоплавильні, металообробні заводи). Вважається, що в Європейському регіоні

близько 2 млн. чоловік, у тому числі 400 тис. дітей піддаються впливу концентрацій свинцю в навколишньому повітрі, що перевершують припустимі рівні, прийняті ВООЗ.

До вивчення питань екологічної психіатрії можна також підійти з позицій, аналізуючих події, зв'язані з антропогенним забрудненням біосфери. У цьому відношенні екологічна психіатрія є частиною більш загальної сучасної проблеми екологічної патології людини. Маються цілі групи нових хвороб, безпосередньо зв'язаних з пороками технізації і промислового виробництва. Наприклад, у Японії ставляться діагнози «йоккайтська астма» (вплив двоокису сірки), хвороба «Мінамата» (хронічний вплив ртутьорганічних з'єднань), хвороба «ітай-ітай» (розм'якшення кісток і внаслідок цього множинні переломи, що виникають під впливом кадмію).

Екологічні наслідки забруднення оточуючого природного середовища є одною з найважливіших проблем у світі, особливо для країн з розвинутою промисловістю. Враховуючи, що більшість забруднювачів мають патогенну активність і кумулятивні властивості, дуже важливо визначити вплив забруднення природного середовища на розвиток дитини, відкрити природу їх дії та захистити підростаюче покоління від їх негативного впливу.

В Україні екологічна ситуація в більшості промислових регіонів відрізняється крайнім неблагополуччям. Промислові регіони характеризуються інтенсивним різноманітним забрудненням повітря, серед якого значимими є аерозолі важких металів, їх вплив на проживаюче населення формує шкідливу дію у зв'язку з біологічними особливостями металів: здібність до кумуляції, тривалість біологічного напівжиття, наявність віддалених у часі ефектів - мутагенність, канцерогенність, тератогенність та ін. Якість атмосферного повітря зумовлює від 7% до 20% хвороб населення. Зазначена проблема особливо актуальна для Придніпровського регіону, оскільки тут на 5,3% від площі України розміщено до 40% потужностей чорної металургії, 20,5% хімічної та машинобудівної промисловості, 11% електроенергетики.

По показникам забруднення навколишнього середовища Донецько-Придніпровський регіон знаходиться на першому місці в Україні. Серед забруднюючих чинників навколишнього середовища значне місце займають важкі метали.

Актуальність екологічної проблеми вимагає пошуку психопрофілактичних технологій охорони здоров'я дитячої популяції. Ланцюг антропогенних впливів на здоров'я дитини є прямою загрозою репродуктивності, спричиняє зниження інтелектуальної активності, пригнічення імунологічної біоактивності, появу алергічних захворювань, підвищує онкогенні ризики і ймовірність розвитку злоякісних утворень, а також нових захворювань, пов'язаних з невідомими генними мутаціями мікробів, вірусів тощо.

Для того, щоб визначити особливості психоемоційного стану школярів, нами були проведені дослідження учнів перших класів міст Жовті Води та Чугуїв. Було досліджено 204 школяра у віці від шести до семи з половиною років.

В багатьох регіонах Дніпропетровської області (особливо місто Жовті Води) уранодобувна та переробна промисловість призвели до радіаційного забруднення навколишнього середовища. Як наслідок, зростання імунodefіцитних станів, аутоімунних захворювань, онкопатології, несприятливого перебігу вагітності та пологів.

Територією для дослідження було обрано місто Жовті Води Дніпропетровської області з розвинутою уранодобувною та переробною гірничою промисловістю. Місто Жовті Води розташоване на кордоні Дніпропетровської та Кіровоградської областей. На його території знаходиться Жовторіченське родовище залізо-урано-скандієвих руд. Розробка родовища проводиться з 1895 року. Спочатку і до середини 40-х років минулого століття відбувався видобуток збагачених залізних руд, а з 1951 року розпочалася розробка уранових руд, яка була завершена наприкінці 1989 року. Історично склалася

ситуація, коли радіаційно-небезпечні об'єкти були розміщені, в основному, в межах міста. Це група шахт, гідрометалургійний завод та його резервне "хвостосховище" в кар'єрі бурих залізників, технологічні траси поблизу міста, до головного "хвостосховища" в балці "Щербаківська", до якого потрапляють відходи збагачення уранових руд. Підприємства з видобутку та переробки уранових руд - це потужні джерела радіаційного впливу на навколишнє середовище (радон та продукти його розпаду,  $\gamma$ -випромінювання, довгоіснуючі  $\alpha$ -нукліди, аерозолі та інші), що потребує проведення цілого комплексу спеціальних заходів, спрямованих на зниження радіаційного забруднення довкілля, а також на радіаційний та соціальний захист мешканців, які вимушені проживати в зоні техногенного радіаційного впливу. Також на формування радіаційного становища в місті вплинуло забруднення доріг, тротуарів, житлових будинків, шкіл та дитсадків, інших споруд і приміщень гірничими породами, які містили радіоактивні матеріали.

Місто відноситься до зони підвищеного ризику в зв'язку зі складним радіаційним становищем. За даними Держуправління охорони оточуючого середовища Дніпропетровської області, середня величина гамма фону на 88 % міста – 16-20 мкР/рік, на 8 % - 40-50 мкР/рік, на 3 % - 150-200 мкР/рік та на 1 % - більше 250 мкР/рік. В місті виявлені 5417 аномальних територій з інтенсивністю гамма поля від 120 до 1000 мкР/рік, що пов'язано з породами, які мають підвищений вміст природних радіонуклідів.

Джерелами радіаційного забруднення в місті є Східний гірнорозробничий комбінат, гідрометалургійний завод, сховища уранової руди, тверді відходи гірничих виробництв та радіоактивний газ радон. Основними радіонуклідами твердих відходів є природній уран, торій-232, полоній-210, свинець-210, радій-226 та інші продукти розкладу уранового та торієвого рядів. Хвостосховища займають більше 3,505 тис.га, на яких зосереджено біля 50 млн. т. відходів. Все це зумовлює підвищений радіаційний фон, який в сполученні з іншими мутагенними забруднювачами становить загрозу для населення.

За вибірковими даними Українського наукового центра радіаційної медицини (м. Київ) у 42 % обстежених домів у м. Жовті Води еквівалентна рівноважна об'ємна активність радону перевищила регламент (100 Бк/м<sup>3</sup>) для будівель, які експлуатуються. Робітники основного виробництва та населення міста також підлягають комбінованому впливу пилу уранової руди, парів сірчаної кислоти і сірчаного ангідриду, оксиду вуглецю, окислів азоту, аміаку, марганцю, нікелю, міді, хрому, свинцю, кадмію.

Враховуючи ті обставини, що починаючи з 50-х років минулого століття населення м. Жовті Води вимушене проживати в зоні впливу радіаційного забруднення, уряд України прийняв спеціальну постанову, згідно якої затверджено Державну програму заходів щодо радіаційного та соціального захисту населення м. Жовті Води Дніпропетровської області (постанова Кабінету Міністрів України від 8 червня 1995 року № 400).

Збереження і відновлення здоров'я дітей з порушеннями психічного здоров'я багато в чому залежить від кваліфікованого підходу як до діагностики, так і до визначення стратегії медико-психологічного супроводу дитини. Нами розроблено модель діагностики порушення емоційного та інтелектуального здоров'я у молодших школярів в умовах екопатогенної зони. Також апробовано скрінінг-діагностику, що відображає порушення в емоційній, когнітивній, комунікативній, пізнавальній сферах. Визначені психологічні особливості і структура психічних розладів учнів перших класів, які мешкають в різних екологічних умовах. А також визначено роль соціальних та біологічних факторів, що беруть участь у формуванні психічного здоров'я дитини.

Відомо, що за останні 10 років відмічається погіршення стану психічного здоров'я дітей молодших класів. Частота розладів психіки та поведінки у них зросла з 12% до 28%, що свідчить про необхідність розробки методів профілактики цих порушень. Було

встановлено, що забруднення середовища в більшому ступені відбивається на нервово-психічному статусі дітей молодшого шкільного віку і переважно хлопчиків.

Комплексне клініко-психопатологічне обстеження учнів 1-х класів загальноосвітніх шкіл установив благополучний стан психічного здоров'я в 1/3 школярів ((31,3±4,6) %) м. Жовті Води і у 1/2 школярів ((45,1±4,9) %) м. Чугуїв.

Однак, варто констатувати, що виражена психопатологія в загальній структурі захворюваності в дітей, що проживають у м. Жовті Води, склала (46,0±4,9) %, а в дітей, що проживають у м. Чугуїв – (22,0±4,1) %.

Для організації моніторингу стану психічного здоров'я й ефективності надання медичної і психологічної допомоги дітям в екологічно напруженій зоні нами розроблена багаторівнева система медико-екологічної діагностики. Перший рівень передбачає впровадження спеціально розробленої медико-педагогічної карти – анкетування, що включає різні блоки, що відбивають порушення в емоційної, когнітивний, комунікативної, пізнавальної сферах. Реєструються соматоневрологічні, психологічні прояви, рівень емоційного стресу (тест Люшера), наявність і тип мінімальної мозковий дисфункції, рівень інтелектуального розвитку (тест Равена). Клінічно доказано, що стан здоров'я дітей (паспорт здоров'я дітей) виступає об'єктивним сумарним індикатором впливу екологічних факторів дитячого закладу на стан здоров'я дошкільників. Другий рівень передбачає розробку індивідуальних програм реабілітації з урахуванням виявлених факторів психогенезу розладів (використання анамнестичних факторів – соціальне анкетування батьків). Третій рівень передбачає моніторування стану психічного здоров'я в динаміці навчання 1-х – 3-х класів.

Забруднення навколишнього середовища, що приводить до нових хвороб і погіршення здоров'я населення багатьох країн наприкінці ХХ сторіччя, представляє реальну погрозу, що важко точно оцінити і з який неможливо бороти тільки медичними засобами.

На основі оцінки несприятливих екологічних, медико-біологічних факторів, показників здоров'я і розвитку дітей на початку навчання можлива розробка прогностичних алгоритмів, що дозволяють виявити на ранньому етапі ризик затримок інтелектуального розвитку в молодшому шкільному віці. Впровадження системи функціонування медико-екологічної діагностики забезпечить профілактику розвитку розладів психічної і соціальної адаптації підростаючого покоління, збереження інтелектуального потенціалу нації.

**Список літератури:** 1. Буторина Н.Е., Жаков Я.И., Буторин Г.Г. Комплексная оценка здоровья младших школьников в экологически напряженной зоне // Охрана психического здоровья детей и подростков: Материалы IV конгр. педиатров России. – М., 1998. 2. Воронова Б.З. Влияние динамического микроклимата на функциональное состояние ЦНС и психическое здоровье школьников // Охрана психического здоровья детей и подростков: Материалы IV конгр. педиатров России. – М., 1998. 3. Кокорина Е.П. Социально-гигиенические особенности умственного развития ребенка // Охрана психического здоровья детей и подростков: Материалы IV конгр. педиатров России. – М., 1998. 4. Комиссарова И.А. Охрана внутренней среды организма как основа формирования психического здоровья // Охрана психического здоровья детей и подростков: Материалы IV конгр. педиатров России. – М., 1998. 5. Крюкова А.А., Давыдок А.М., Москалева И.А. Психоневрологический статус дошкольников, проживающих в районах радионуклидного загрязнения, и методы его коррекции // Охрана психического здоровья детей и подростков: Материалы IV конгр. педиатров России. – М., 1998. 6. Кунст А.Е., Макенбах Д.П. Измерение различий в состоянии здоровья, обусловленных социально-экономическими факторами. ВОЗ // Европейское региональное бюро. – Копенгаген, 1991. 7. Курик М.В., Оврашко Л.В., Лимар В.І. Екологія і диспансерне обстеження дітей // Педіатрія, акушерство і гінекологія. - 1995. - № 4. 8. Лысенко А.И. Роль социальных и биологических факторов в формировании состояния здоровья детей дошкольного возраста // Гигиена и санитария. – 2002. - № 3. 9. Михайлова С.А. Зависи-

мость нервно-психического здоровья детей от состояния окружающей среды и влияния социальных факторов // Охрана психического здоровья детей и подростков: Материалы IV конгр. педиатров России. – М., 1998.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 687.016**

**Е. Ю. МУРАХОВСКАЯ**, асп., УИПА, г. Харьков

**Н. Л. РЯБЧИКОВ**, докт. техн. наук, проф., УИПА, г. Харьков

### **ОБОСНОВАНИЕ ЗАКОНОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕДУЩИХ РАЗМЕРНЫХ ПРИЗНАКОВ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ АНТРОПОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ**

У роботі виділені розмірні ознаки, необхідні для аналізу, побудовані гістограми розподілів даних ознак, проведений аналіз різних математичних законів розподілу статичних величин і обґрунтована методика внесення змін в стандарти на основі обліку реальних законів розподілу розмірних ознак.

В работе выделены размерные признаки, необходимые для анализа, построены гистограммы распределений данных признаков, проведен анализ различных математических законов распределения статических величин и обоснована методика внесения изменений в стандарты на основе учета реальных законов распределения размерных признаков.

#### **Постановка задачи в общем виде.**

При промышленном изготовлении одежды невозможно учесть все без исключения размерные признаки, тем более для каждой отдельной личности.

Промышленники вынуждены пользоваться некоторыми обобщенными признаками и зависимостями, которые в наибольшей мере характеризуют тело человека. Здесь возникают вопросы следующего плана.

Какие размерные признаки нужно выделить как основные? Для промышленности их должно быть как можно меньше. Какое соотношение между основными и подчиненными размерными признаками? Сколько процентов одежды для разных размерных признаков нужно выпускать, чтобы наилучшим образом удовлетворять потребителя?

Как потребитель в этом случае может выступать все население. Естественно, что невозможно исследовать каждого жителя, который, возможно, в настоящее время и не является потребителем.

#### **Изучение состояния вопроса. Выделение нерешенных задач.**

Задача определения размерных признаков и построения на этой базе новых стандартов, которые определяют типологию населения, посвящен ряд работ отечественных и зарубежных специалистов. Так, в работе [1] рассмотрены современные методы измерения человека. К сожалению, здесь не приведены данные массовых измерений, что не дает возможность рекомендовать эти результаты для включения в стандарт.

Например, в [2,3] приведены данные по размерной типологии стран: Франции, Италии, Польши. Источник и порядок обработки данных не ясен. В [4] описана последовательность разработки размерных антропологических стандартов на основе математических методов обработки больших массивов данных. За основу берется нормальный закон распределения случайных величин, что не вполне соответствует экспериментальным данным по распределению размерных признаков.

**Цель данной работы** - обосновать методы совершенствования размерной антропологической стандартизации населения Украины на основе массовых экспериментов с учетом обоснованного математического закона распределения.

Для достижения данной цели необходимо:

- выделить размерные признаки, необходимые для анализа;
- построить гистограммы распределений данных признаков;
- провести анализ различных математических законов распределения статических величин;
- обосновать методику внесения изменений в стандарты.

Сначала определяются интервалы полученных измерений для ведущих размерных признаков.

### Обоснование методики размерной антропологической стандартизации.

Нами решается одно из основных заданий размерной типологии – определения минимальных и максимальных значений ведущих признаков, в пределах (диапазонах) которых следует изготавливать одежду.

Для каждого интервала размеров определено количество измерений, которое им отвечает и плотность частот попадания в процентном отношении. Результат приведен в табл.

Таблица. Распределение результатов измерений ведущих размерных признаков по интервалам

Интервал размеров (X, см)			Количество измерений (ni)			Плотность частот попадания (Pi)		
T1	T16	T19	T1	T16	T19	T1	T16	T19
149-155	84-94	88-98	25	65	65	0,1	0,26	0,26
155-161	94-104	98-108	60	75	65	0,24	0,3	0,26
161-167	104-114	108-118	100	45	75	0,4	0,18	0,3
167-173	114-124	118-128	50	40	15	0,2	0,16	0,06
173-179	124-134	128-138	15	25	30	0,06	0,1	0,12

Распределение размерных признаков по интервалам было осуществлено с целью расширения их для всех потребителей, которых теоретически может быть бесконечное количество.

Первый шаг в этом направлении – построение гистограммы распределения частот, с которыми встречаются разные размеры.

Для этого выбираем минимальный и максимальный определяемые размеры для каждого ведущего размерного признака. Далее разбиваем его на определенное количество отдельных интервалов (например, 5 интервалов).

То есть, если  $149 < T1 < 179$ , то в каждом интервале будет по 6 см.

Плотность частот попадания в данный интервал рассчитывается по формуле (1):

$$P_i = n_i / N \quad (1)$$

где  $n_i$  - количество измерений по размерному признаку в отдельном интервале размеров;

$N$  – общее количество результатов.

Далее, отраженная в таблице информация представлена в виде гистограмм на рис. 1 - 2.

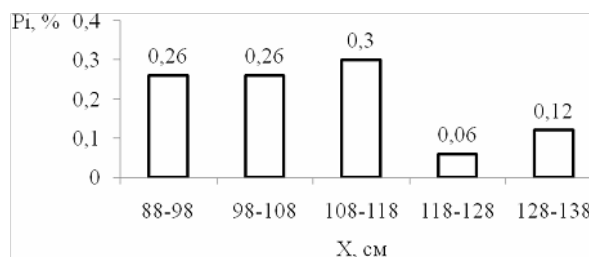
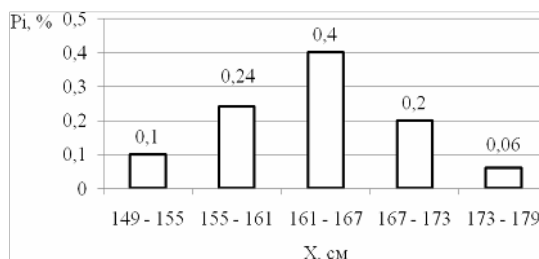


Рис. 1 . Распределение роста Т1 по пяти интервалам

Рис. 2. Распределение обхвата бедер Т19 по пяти интервалам

Предпосылкой решения поставленной задачи размерной типологии является распределение размерных признаков, близкое с законом нормального распределения.

Под нормальным распределением понимают определенную функциональную зависимость между величиной признака и частотой, с которой он встречается.

Это значит, что в любой неподбранной группе населения средние и близкие к ним значения какого-либо антропологического признака (например, обхват груди и рост) встречаются чаще всего.

По мере удаления от средних значений частота той, которая чаще всего встречается, убывает и уменьшается при очень малых и больших значениях к минимуму.

Графически зависимость между величиной признака и частотой его встречаемости изображается одновершинной симметричной кривой.

Нормальное распределение математически записывается (формула 2):

$$P(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, \quad (2)$$

где  $\mu$  – среднее значение (математическое ожидание);

$\sigma$  - среднеквадратичное отклонение;

$\pi$  - число, равное 3,1415.

Дальше в среде MATHCAD выполняется определение нормального распределения ведущих размерных признаков.

Результаты отображены на рис. 3,4.

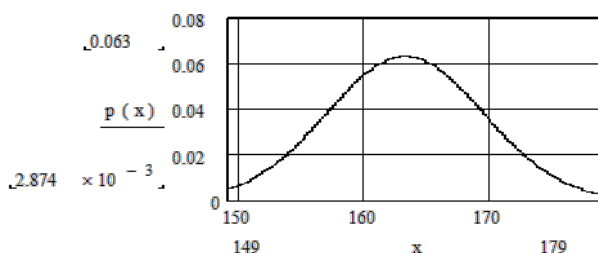


Рис. 3 . Нормальное распределение роста Т1

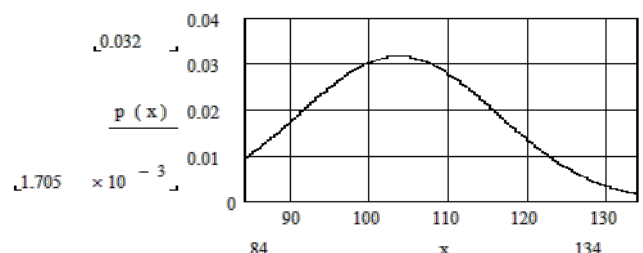


Рис. 4. Нормальное распределение обхвата груди третьего Т16

Затем выполняется сопоставление гистограмм с нормальным распределением признаков. Информация представлена на рис. 5,6.

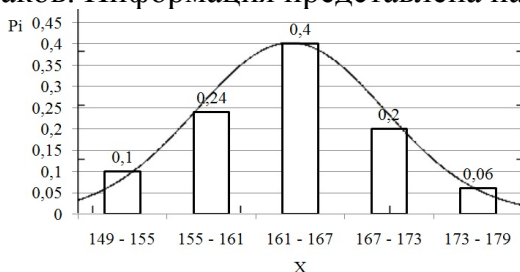


Рис. 5. Сопоставление гистограммы с нормальным распределением признака Т1

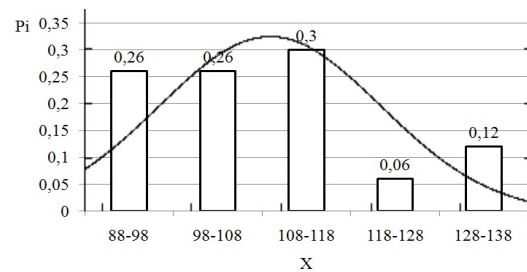


Рис. 6. Сопоставление гистограммы с нормальным распределением признака Т19.

С помощью полученных графиков доказано нормальное распределение вариационного ряда для размерного признака Т1 – длина тела.

Для признаков обхвата груди третьего и обхвата бедер с учетом выступления живота нормальное распределение и распределение размеров по интервалам согласования не находят.



То есть нормальное распределение допускает функциональную зависимость между величиной признака и частотой, с которой он встречается, и график имеет вид равномерного распределения: в любой группе населения средние и близкие к ним значения какого-либо антропометрического признака встречаются чаще всего. По мере удаления от средних значений частота, с которой встречаются признаки убывает и уменьшается при очень малых и больших значениях к минимуму. А гистограмма распределения по интервалам отображает процентное отношение значений в строгих пределах.

Существует необходимость проверки размерных признаков другими видами распределения величин. Гамма-распределение является одним из наиболее распространенных в статистической теории вероятностных распределений. Функция гамма-распределения имеет вид:

$$\frac{1}{\beta^a \Gamma(a)} x^{a-1} e^{-\frac{x}{\beta}}, \text{ где}$$

Область  $x : 0 \leq x < \infty$

Параметры:  $a$  - параметр формы;  $b$  - параметр масштаба

Математическое ожидание :  $ab$

Дисперсия:  $ab^2$

Для сравнения на рис. 8 показан график гамма - и нормального распределения.

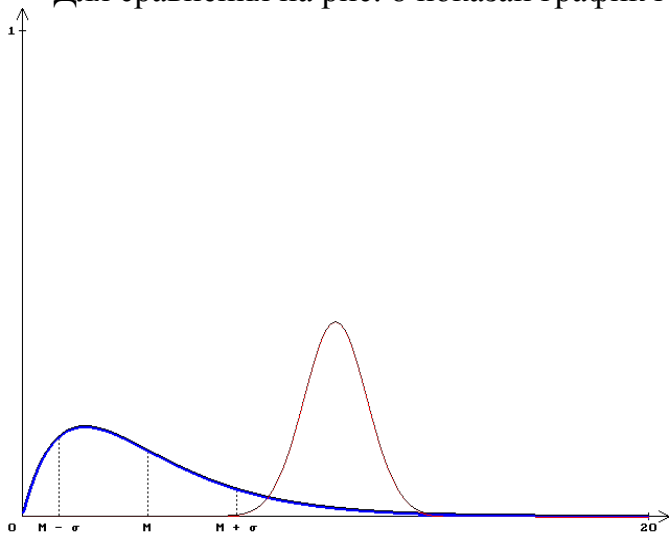


Рис. 8. График  $f(x)$  при  $a = 2, b = 2$

Перейдем к конкретным антропометрическим данным. Получим график гамма-распределения значений обхвата груди третьего и сопоставим его с гистограммой этих значений.

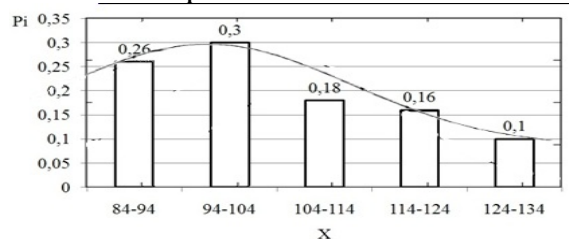


Рис. 9. Сопоставление гистограммы с гамма - распределением признака T16.

Таким образом, полученные данные показали, что нормальному распределению поддаются только значения роста человека, а для обхватных данных закономерно гамма – распределение.

### Выводы.

- в работе выделены размерные признаки, необходимые для анализа. К ним относятся: T1 - рост, T16 - обхват груди третий, T19 - обхват бедер с учетом выступа живота

- построены гистограммы распределений данных признаков, которые показали значительное отличие распределения таких размерных признаков как T16 и T19 от принятого нормального распределения.

- проведен анализ различных математических законов распределения статических величин. К ним относятся также гамма - и бета - распределения

- обоснована методика внесения изменений в стандарты на основе учета реальных законов распределения размерных признаков.

**Список литературы:** 1. Кириченко О.М., Рябчиков Н.Л., Вилков С.М. Некоторые аспекты совершенствования размерной типологии женского населения Украины. – Вісник СНУ ім. Даля №

1(107) – Луганськ, 2007. 2. . <http://fashionet.pl/?sid=glovna>. 3. <http://www.sf.ukrstat.gov.ua/perepis.htm>. 4. Рябчиков М.Л., Кириченко О.М. Розмірна антропологічна стандартизація для конструювання одягу. – «Нове слово» - Харків, 2009.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 674:661.727.1**

**Л.В.РИК**, асп., Львівська комерційна академія

**Н.І. ДОМАНЦЕВИЧ**, докт. техн. наук, проф., Львівська комерційна академія

**Я.П. СКОРОБОГАТИЙ**, канд. хім. наук, проф., Львівська комерційна академія

### **ФОРМУВАННЯ СПОЖИВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МОДИФІКОВАНИХ ДЕРЕВОПОХІДНИХ МАТЕРІАЛІВ**

Досліджено вплив модифікувальних додатків, внесених у процесі виготовлення дерево похідних матеріалів на їх споживні властивості. Показано, що формування композицій із використанням комплексу модифікувальних додатків дозволяє покращити їх технологічні та екологічні властивості.

Исследовано влияние модифицирующих дополнений, внесенных в процессе изготовления дерево производных материалов, на их потребительские свойства. Показано, что формирование композиций с использованием комплекса модифицирующих дополнений позволяет улучшить их технологические и экологические свойства.

#### **Вступ**

Сучасний стан розвитку деревообробної промисловості України свідчить про те, що вона будується із врахуванням різних чинників, до яких можна віднести стан сировинної бази, виробничі потужності, цінову політику держави. Протягом 2002 – 2009 рр. щорічний приріст обсягів виробництва у деревообробній та меблевій промисловості в середньому складав 20 – 30 %. Для ефективної зовнішньоекономічної діяльності українських виробників стратегічним напрямом є зростання якості товарів і зниження витрат виробництва, що визначає випуск високоякісних і конкурентоздатних товарів.

Починаючи з 2000 року в Україні спостерігається збільшення обсягів виробництва і споживання листових деревинних композиційних матеріалів. Дерево похідні матеріали широко використовують в житловому будівництві, виготовленні меблів, як пакувальний матеріал тощо. Одним із найбільших виробників дерево похідних матеріалів на ринку України є ТОВ “Кроно-Україна”, яке входить до складу світового лідера у цій галузі – швейцарського концерну Swiss Krono Group.

Цінність технологій виготовлення дерево похідних матеріалів заключається не тільки в отриманні ефективного матеріалу, але і у можливості використання у виробництві різних відходів деревини та низькоякісної деревини. Технологічний процес виробництва дерево похідних матеріалів передбачає хіміко-механічну переробку сировини деревного походження для забезпечення високої якості продукції. Поступове зростання обсягів виробництва дерево похідних матеріалів зумовлює значну експлуатацію наявної сировинної бази та постійний пошук шляхів щодо її розширення [1 – 4].

При цьому слід забезпечити екологічно чисте виробництво продукції, яке справляє мінімальний негативний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людини, та отримати екологічно чисту продукцію, яка завдає мінімальної шкоди навколишньому середовищу та здоров'ю людини. Дана проблема знайшла відображення у наукових дослідженнях Бехти П.А., Глухів В.В., Шварцмана Г.М., Буриндіна В.Г. [5 – 7]

#### **Постановка завдання**

Метою даної роботи було вивчення впливу модифікувальних додатків на споживні властивості деревопохідних матеріалів.

Об'єктом дослідження були деревопохідні матеріали отримані на основі розроблених композицій із деревинної стружки 90,0 – 91,0 % (ТУ 13- 273685-404-89), тріски технологічної (ГОСТ 15815-83), карбамід формальдегідної смоли КФ-МТ-15, КФС-П – 8,0 – 8,3 % (ТУ У 24.1- 00274105.011-2001), затверджувача 0,12 % технічного сульфату амонію (ГОСТ 9097-82), уротропіну – 0,03 % (ГОСТ 1381-73), парафінової емульсії – 0,37 %.

З метою порівняння отриманих результатів використовували деревопохідні матеріали, які промислово виготовляються ТОВ “Кроно Україна”.

Використання відходів виробництва деревостружкових плит (стружки, тирси та подрібненої плити від форматної обрізки і розрізки деревостружкових плит, некондиційного килиму), тріски одержаної від подрібнення кускових відходів деревообробки, меблевого та фанерного виробництв; стружки-відходів від деревообробних верстатів для виготовлення деревопохідних матеріалів не перевищувало стандартні вимоги (табл. 1).

**Таблиця 1. Частки деревинних відходів в балансі сировини**

Деревинні відходи	Кількість %
Тирса від лісопилення, стружка і тирса від деревообробки	до 20
Тріска із кускових відходів фанерного і деревообробних підприємств	до 20
Стружка і тирса від обрізки та подрібнення кромки ДСП, некондиційний стружковий килим	до 10

Тріска для виготовлення деревопохідних матеріалів виготовлялась на рубальних машинах МРН 8-50, “Майєр”1200-800. Розмірні характеристики деревинних частинок (стружки) знаходились у таких межах: середня довжина – 25 мм; середня товщина – 0,55мм; кількість деревинних частин товщиною більше 0,8 – 1 мм – макс. 5 %; кількість деревинних частин товщиною більше 1 мм (товщиною) – макс. 20 %; мінеральні вклучення – макс. 0,2 %.

### Результати досліджень та їх обговорення

Технологічний процес виробництва деревопохідних матеріалів з дрібно структурним шаром згідно ТУ У 20.2 31147999-001-2002 було проведено на лінії фірми “БІЗОН-ВЕРКЕ” з застосуванням двоповерхового великоформатного преса та пресування плит на сітчастих піддонах.

Вміст продуктів у композиції змінювали відповідно до густини отриманої деревопохідної плити 678,9 – 681,0 кг/м<sup>3</sup> та до класу токсичності Е1 і товщини 12 мм.

У табл. 2 приведені рецептури вихідного та розроблених композицій деревопохідних матеріалів (варіанти 1 – 3) визначені для отримання матеріалів товщиною 12 мм і густиною 678,9 – 681,0 кг/м<sup>3</sup>.

**Таблиця 2. Склад деревопохідних матеріалів**

№ з/п	Назва модифікувальних додатків	Варіанти рецептур деревопохідних матеріалів			
		стандарт	1	2	3
1	деревинна стружка	91,0	90,5	90,5	91,0
2	КФ-МТ-15	8,0	8,2	8,1	8,2
3	КФС-П	8,0	8,1	8,2	8,3
4	Сульфат амонію	0,12	0,12	0,12	0,12
5	парафінова емульсія	0,37	0,37	0,37	0,37
6	гексамін уротропін	0,03	0,03	0,03	0,03

Для одержання плит класу токсичності Е-1 у виробництві застосовували додавання карбаміду до сухої стружки. Норми витрат абсолютно сухої смоли у відсотках за відношення до маси абсолютно сухої стружки, яка подається в змішувач, приведено у табл. 3.

Таблиця 3. Норми витрат карбамід формальдегідної смоли

Умовна густина	Густина плити, кг/м <sup>3</sup>					
	678,9		680		681,0	
	Дозування смоли по шарах, % абсолютно сухої смоли до маси абсолютно сухої деревини					
	зовнішні	внутрішній	зовнішні	внутрішній	зовнішні	внутрішній
360	10,1	8,1	9,6	7,6	10,1	7,6
400	10,4	8,4	9,6	7,9	10,4	7,9
429	10,6	8,6	10,1	8,1	10,6	8,0
500	11,3	9,4	10,7	8,8	11,2	8,5
530	11,5	9,6	11,0	9,0	11,4	8,7

Деревостружкові шліфовані плити складаються з трьох шарів: цупкого середнього шару та однорідних зовнішніх шарів. З висушених і покритих клеєм стружок сухим методом формується килим, який пресується. Нанесений клей твердне під пресом під дією високої температури і з'єднує стружку, що надає плиті міцності.

В Україні для виготовлення ДСП відповідно до ТУ У 20.2 31147999-001-2002 використовують переважно більш дешеві карбамідо-формальдегідні смоли (КФС), оскільки для їх виробництва є вітчизняна сировина. Тверднуть карбамідо-формальдегідні смоли під час нагрівання у присутності затверджувачів – сполук кислотного характеру – кислот або їх солей із слабкими основами. Вільний формальдегід у КФС сприяє стабілізації смоли, перешкоджаючи подальшій її конденсації, але високий вміст вільного формальдегіду є одним з найбільш істотних недоліків КФС [7].

У немодифікованій КФ-МТ-15 упродовж першого місяця зберігання відбувається зменшення вмісту вільного формальдегіду, що дестабілізує смолу й призводить до втрати її життєздатності, що виявляється пізніше у сильному зростанні в'язкості.

Модифікація композиції дерево похідних матеріалів із використанням КФ-МТ-15, КФС-П смол сприяє поліпшенню фізико-механічних показників якості за товщини 12 мм та густини 678,9 – 681,0 кг/м<sup>3</sup> (табл. 4).

Таблиця 4. Фізико-механічні показники дерево похідних матеріалів за товщини 12 мм і густини 678,9 – 681,0 кг/м<sup>3</sup>

№ з/п	Назва показника	Стандарт	Дерево похідні матеріали із розроблених композицій		
			1	2	3
1	Межа міцності при згині, МПа	14	15	15	15
2	Межа міцності при розтягуванні, МПа перпендикулярно плиті	0,30	0,32	0,34	0,35
3	Вологість, %	8,8	8,2	8,2	8,3
4	Розбухання по товщині у воді за 2 год., %	12	10	11	9
5	Питомий опір висмикуванню шурупів, Н/мм	50	53	54	55
6	Вміст вільного формальдегіду, мг на 100 г сухої маси	не більше 8,0	6,3	6,2	6,0

Встановлено, що збільшення вмісту карбамідформальдегідної смоли у складі композиції із 8,0 % до 8,3 % приводить до зростання межі міцності при згині на 7,14 %, межі міцності при розтягуванні на 13,3 %.

## Висновки

Таким чином, проведеними дослідженнями визначено, що використання модифікувальних добавок під час виготовлення деревопохідних матеріалів дозволяє покращити фізико-механічні властивості, збільшити міцність матеріалу при згині, зменшити вологість на 6,82%, збільшити питомий опір висмикуванню шурупів на 6,0%.

Список літератури: 1. Глухих В. В. Снижение токсичности древесных композиционных материалов на основе оптимизации химического состава карбамидных связующих : автореф. дис. на соискание науч. степени докт. техн. наук : 05.21.00 “Технология и оборудование химической переработки древесины” / В. В. Глухих. – Екатеринбург, 1994. – 38 с. 2. Бас Л. В. Гарантія якості завжди і скрізь / Л. В. Бас // Про меблі. – 2007. – № 6. – С. 5. 3. Сабаль С. З. Проблеми технічного регулювання меблевого виробництва в контексті вступу України до СОТ / С. З. Сагаль // Світ меблів і деревини. – 2007. – № 3. – С. 12. 4. Бехта П. А. Технологія і обладнання для виробництва деревностружкових плит: навч. посібник / П. А. Бехта. – К. : ІСДО, 1994. – 456 с. 5. Шварцман Г. М. Производство древесностружечных плит / Г. М. Шварцман, Д. А. Щедро. – М. : Лесная промышленность, 1998. – 320 с. 6. Бурындин В. Г. Экологически безопасные древесные композиционные материалы с карбамидными связующими : автореф. дис. на соискание науч. степени докт. техн. наук : спец. 05.21.03 “Технология и оборудование химической переработки древесины, химия древесины” / В. Г. Бурындин. – Екатеринбург, 2000. – 33 с. 7. Рик Л. В. Емісія формальдегіду з деревинно-стружкових плит і способи її усунення / Л. В. Рик // Вісн. Львів. комерц. акад. – Сер. товарознавч. – Вип. 9. – 2008. – С. 152 – 157.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

## УДК 331.45

*М.В. РИЧ*, асп., УПА, м. Харків

### **РЕФОРМУВАННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ НА ПРИКЛАДІ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ, ЩО ВИРОБЛЯЮТЬ ЗАСОБИ ЗАХИСТУ ПРАЦЮЮЧИХ (ЗІЗ)**

Можна прогнозувати, що основні шляхи зростання продуктивності праці на ділянках заготівки і обробки пов'язані з подальшою автоматизацією процесів, а на монтажних ділянках – з новими методами комплектування операцій, послідовністю їх виконання і укрупненням, а також з широким застосуванням універсальних машин, що виконують набір автоматизованих функцій. Весь монтаж виробу зможе здійснюватися на одному–двох робочих місцях.

Можно прогнозировать, что основные пути роста производительности труда на участках заготовки и обработки связаны с последующей автоматизацией процессов, а на монтажных участках – с новыми методами комплектования операций, последовательностью их выполнения и укрупнением, а также с широким применением универсальных машин, которые выполняют набор автоматизированных функций. Весь монтаж изделия сможет осуществляться на одном–двух рабочих местах.

Ефективна робота системи технічного регулювання є вкрай важливою для динамічного розвитку економіки, зокрема:

- для забезпечення можливості інноваційного розвитку;
- для успішного виходу вітчизняного виробника на зовнішні ринки;
- для успішної конкуренції вітчизняної продукції із імпортом.

Основні норми системи технічного регулювання у ЄС:

– основні вимоги до продукції (переважно – щодо безпеки для споживача, навколишнього середовища тощо) встановлені в Директивах Європейської Комісії – Технічних регламентах;

– стандарти - добровільні, їх застосування свідчить про якість товару та/або відповідність мінімальним вимогам щодо охорони здоров'я, безпеки тощо.

На сьогоднішній день в Україні ще діє система обов'язкової сертифікації продукції в Системі УкрСЕПРО згідно наказу Держспоживстандарту України №28 від 01.02.2005 [1]. Ця система забезпечує випуск продукції належної якості, шляхом її обов'язкової перевірки в акредитованих лабораторіях і видачі виробнику сертифікатів відповідності. Але така система державного зобов'язання не забезпечує і не гарантує того, що виробник буде випускати продукцію стабільної якості постійно, а не тільки партію, що проходить випробування, для проходження процедури сертифікації. Вимоги до продукції, що підлягає обов'язковій сертифікації, встановлені державними нормативними документами і відносяться контролю якості готового виробу. Так, наприклад, в костюмі робочому від загальних виробничих забруднень обов'язковими показниками є: поверхнева щільність матеріалу; зміна розмірів після мокрої обробки; розривне навантаження тканин; водоупорність; стійкість фарбування тканини до різних чинників. За умов існування норм про обов'язковість відповідності ЗІЗ національним стандартам, створюються суттєві бар'єри для експортоорієнтованих підприємств, оскільки при для продажу товарів і на внутрішньому, і на зовнішньому ринку виробники змушені застосовувати різні стандарти.

Документи, що регламентують вимоги до процесів виробництва – занадто старі і потребують перегляду згідно вимог сучасного виробництва.

В Європейському законодавстві ця система працює інакше.

В ЄС відсутня обов'язкова сертифікація продукції – замість цього впроваджена система оцінки та підтвердження відповідності.

Зазначена система базується на системі оцінки ризику, тобто рівня небезпечності кожного виду продукції.

Відповідно до більш небезпечної продукції застосовується більш жорстка процедура оцінки та підтвердження відповідності.

Так, для найменш небезпечної продукції – можливе самостійне декларування виробником відповідності продукції технічним вимогам, для потенційно небезпечної – передбачена перевірка на таку відповідність кожної одиниці продукції незалежним органом.

Для переходу від системи обов'язкової сертифікації до системи оцінки та підтвердження відповідності за європейським підходом необхідними є розробка та ухвалення Закону України «Про ринковий нагляд» [2].

Даний закон має забезпечити перехід від державного нагляду за додержанням стандартів на стадії виробництва продукції до впровадження систем управління якістю та ринкового нагляду.

При цьому без запровадження вітчизняними виробниками системи управління якістю на виробництві (СУЯ) контроль готової продукції не буде ефективним, оскільки без такого запровадження якісні показники продукції навіть в межах однієї партії можуть бути різними.

Необхідною умовою участі підприємства в конкуренції, що посилюється, є його здатність виробляти якісну продукцію. При цьому слід пам'ятати, що в даний час поняття "якість" включає не тільки відповідність всіх характеристик продукції вимогам споживача, але і здатність підприємця стабільно виробляти цю продукцію в наперед обумовлені терміни, забезпечуючи належне післяпродажне обслуговування і передбачаючи очікування споживача.

Прогнозуючи ситуацію зі вступом України в СОТ, в умовах вільної ринкової економіки не можна чекати, що підприємство буде вибране на роль постачальника тільки на підставі того, що його продукція відповідає стандартам. Споживач вибере того, хто запропонує йому більшу "цінність за гроші". Сертифікація може стати в нагоді там, де вона потрібна як вхідний квиток для участі в конкурентній боротьбі, але після того, як підприємство вийшло на вільний ринок, тільки його здібності вести конкурентну боротьбу по

цінності, що надається споживачам, витратам і термінам визначатиме його виживання і успіх.

До 2010 р. повинні бути введені в дію всі необхідні технічні регламенти, а також відповідні національні стандарти як доказова база технічних регламентів.

Реформа дозволить значно покращити контроль за безпечністю і якістю споживчих товарів, оскільки система управління ризиками, яка лежить в основі реформи, дозволить сконцентрувати ресурси на контролі найбільш небезпечної продукції – поле контролю буде вужчим, але сам контроль глибшим.

З цієї ж причини реформа призведе до більш ефективного витрачання ресурсів – як державних, так і приватних.

З огляду на прагнення України до вступу до Європейського Союзу та до Світової організації торгівлі виконання вимог та правил цих організацій (в тому числі – і щодо системи технічного регулювання) є надзвичайно важливими для подальшого розвитку України та прискорення вступу країни до цих організацій.

При цьому доцільно застосовувати вже існуючу в ЄС систему, лише адаптувавши її (зокрема, систему управління ризиками) до вітчизняних умов.

Розгляд та аналіз проблем застосування та експлуатації засобів індивідуального захисту на виробництві

Використання ЗІЗ – фінансовоємкий і найбільш оперативний спосіб забезпечення безпеки праці і збереження здоров'я працівників. Необхідно правильно розуміти призначення ЗІЗ, як засобів захисту працівника від впливу на його здоров'я шкідливих і небезпечних виробничих чинників, а також інтересів працедавця в підвищенні ефективності його економічної діяльності.

Коли йдеться про безпеку, можна виділити два об'єкти відносин: продукція-ЗІЗ, володіючи певними властивостями і характеристиками ( $p_1, p_2, p_3, \dots$ ) та вірогідність отримання шкоди від застосування цього ЗІЗ, тобто ризик –  $R$ . Ризик спричинення шкоди є деякою функцією залежності безпеки від характеристик  $p_1, p_2, p_3, \dots$ , але при цьому ризик не можна розглядати без наявності суб'єкта дії.

З формальної точки зору, ми маємо і дворівневу систему документів, що містять вимоги до продукції-ЗІЗ – технічні регламенти і національні стандарти, яка будується таким чином: ТР містить обов'язкові для застосування і виконання суттєві мінімально необхідні вимоги безпеки на основі ризиків спричинення шкоди  $R$ , національні ж стандарти встановлюють конкретні характеристики до виду ЗІЗ в цілях добровільного багатократного застосування у вигляді показників  $p_1, p_2, p_3, \dots$ , характеризуючих безпеку.

Таким чином, вимоги безпеки по тому або іншому виду ЗІЗ, викладені в ТР є загальними вимогами до всіх класів небезпеки ЗІЗ. Виготівнику конкретного виду ЗІЗ необхідно самому встановити конкретні значення параметрів, які відповідатимуть суттєвим загальним вимогам. Доказ відповідності заявлених виготівником вимог суттєвим вимогам технічного регламенту може забезпечуватися шляхом їх зіставлення з показниками безпеки, що містяться в гармонізованих (з ТР) національних стандартах, застосування яких є добровільним. При цьому повинен діяти принцип «презумпції відповідності», полягаючий у тому, що суттєві вимоги ТР вважаються виконаними, якщо характеристика ЗІЗ відповідає конкретним характеристикам національного стандарту на даний вид продукції, гармонізованого з ТР.

Через реалізацію даного ТР, даючи можливість виробнику випускати продукцію не дотримуючись «вужьких шаблонів» (обов'язкових стандартів) зростуть об'єми виробництва. Дотримуючи загальні вимоги ТР по безпеці значно спрощується взаємна гармонізація і міждержавне визнання результатів оцінки відповідності, отже це приведе до усу-

нення технічних бар'єрів в торгівлі, підвищенню конкурентоспроможності вітчизняного товару і вільному просуванню товарів на ринку.

На практиці при виборі необхідних засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) і в офіційних документах звичайно застосовуються терміни “високоєфективні ЗІЗ” або “якісні ЗІЗ”. У обох випадках роботодавця, як правило, в першу чергу цікавить їх ціна. Щоб розв'язати цю дилему, необхідно правильно розуміти призначення ЗІЗ як засобів захисту працівника від впливу на його здоров'ї шкідливих і небезпечних виробничих чинників, а також інтересів роботодавця в підвищенні ефективності його економічної діяльності.

Згідно чинного законодавства України працівникам повинні видаватися сертифіковані ЗІЗ, тобто виробник цих засобів повинен мати сертифікат відповідності на свою продукцію.

Положенням про порядок забезпечення працівників спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту, затверджене наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 29.10.1996 року № 170 (ДНАОП 0.00.426-96) [3], передбачено, що ефективність ЗІЗ повинна підтверджуватися сертифікатами відповідності.

Які-небудь роз'яснення про ефективність ЗІЗ по їх призначенню відсутні. В результаті, основним показником ефективності є наявність або відсутність сертифікату відповідності, тобто коефіцієнт ефективності  $K_{\text{eff}} = 1$  або  $K_{\text{eff}} = 0$ .

Такий підхід влаштовує як виготівника ЗІЗ, якому достатньо мати сертифікат відповідності, так і їх покупців, яким важливо знати про його наявність на продукцію, що придбавається ними.

Відповідно до змін і доповнень, внесених в Правила забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціального взуття і інших засобів індивідуального захисту, роботодавець має право повторно видати ЗІЗ після закінчення нормативного терміну їх використання, якщо вони придатні до подальшої експлуатації. Проте при цьому не визначені критерії оцінки “вторинних” ЗІЗ і ступінь їх зносу. В результаті, багато роботодавців використовують таку можливість, щоб не купувати ЗІЗ понад встановлених норми, оскільки це приведе до додаткового оподаткування прибутку.

Таким чином, діюча законодавча і нормативно-правова база, регулююча питання забезпечення працівників ЗІЗ, носить явний витратний характер. Виробник ЗІЗ прагне випустити продукцію у великих об'ємах з мінімальними витратами на її виготовлення і встановлювати ціни на рівні, достатньому для конкуренції з іншими виробниками аналогічної продукції. При цьому не виключається можливість економії за рахунок застосування порівняно недорогої сировини, в т.ч. хімічних речовин, призначених для просочення тканин в цілях забезпечення необхідної вогнестійкості або водостойкості спеціального одягу.

Аналіз економічної ефективності охорони праці, в т.ч. за рахунок поліпшення забезпечення працівників ЗІЗ, на відміну від зарубіжних фірм у нас не знаходить поки належної уваги.

Тому представляється доцільним розглянути це питання детальніше. Спочатку розглянемо визначення, що найчастіше зустрічаються.

Економічна ефективність (economic efficiency) – визначається як результат економічної діяльності, економічних програм і заходів. Характеризується відношенням одержаного економічного ефекту до витрат засобів і ресурсів, що зумовив отримання цього результату, тобто це показник здатності організації виробляти і збувати свою продукцію з якнайменшими можливими витратами.

Технічна ефективність (technical efficiency) – визначається як показник здатності виробляти максимальний об'єм продукції прийнятної якості з мінімальними витратами чин-



ників виробництва, тобто одна компанія вважається ефективніше за іншу, якщо вона може виробляти стільки ж продукції, але з меншими витратами чинників виробництва без урахування цінового чинника. Фірма може мати високу технічну ефективність, але бути низькоефективною економічно, якщо ціни дуже високі, щоб бути конкурентоздатними.

Ефективність праці – найчастіше визначається продуктивністю сукупної праці (результативність витрат праці), хоча поняття “продуктивність” є вужчим, ніж поняття “ефективність”.

Аналізуючи різні точки зору, можна сформулювати ефективність (коефіцієнт ефективності) ЗІЗ таким чином:

$$K_{\text{eff}} = \frac{Re}{Exp},$$

де Re – результат; Exp – витрати.

Якщо  $K_{\text{eff}} > 1$ , то процес вважається ефективним, а якщо  $K_{\text{eff}} \leq 1$ , то неефективним (тобто витрати перевищують результат).

У керівництві за оцінкою професійного ризику для здоров'я працівників вказано, що ЗІЗ можуть створювати незручності, тобто надавати обтяжуючу дію на працівника. Це значить, що використання ЗІЗ приводить до підвищення:

- енерговитрат в порівнянні із станом (діяльністю) без ЗІЗ;
- кількості дій, маніпуляцій, пов'язаних із застосуванням ЗІЗ в процесі роботи.

Наглядніше вплив ЗІЗ на працездатність можна показати на прикладі ЗІЗ органів дихання (ЗІЗОД). За наявними даними, при навантаженні 200 Вт об'єм виконуваної роботи в респіраторі зменшується приблизно на 20%, в протигазі – на 30% в порівнянні з вільним диханням. При навантаженні 250 Вт зменшення виконуваної роботи більш значне: на 40% – при опорі диханню 20 Па, більш ніж на 60% – при диханні в респіраторі, на 70% – при диханні в протигазі. Таким чином, неправильний вибір ЗІЗОД без урахування тяжкості праці і інших чинників може привести до істотного зниження продуктивності праці.

Дослідження стабільності показників якості засобів індивідуального захисту працівників

Забезпечення конкурентної спроможності підприємств легкої промисловості, можливість виходу українських виробників на світовий ринок потребує гарантованого забезпечення якості. Для рішення такого роду задач потрібна достовірна оцінка комплексу основних характеристик якості виготовляємих виробів, оцінка структури їх складових і, як мінімум, нормування вимог технологічного процесу, що забезпечує гарантоване виконання міжнародних стандартів.

Для дослідження стабільності технологічного процесу (стабільності показників якості) в якості прикладу було обрано готовий костюм робочий від виробничих забруднень вітчизняного виробника. Об'єктом дослідження обрано один з показників якості костюму робочого – це тканину. Аналіз проведено за такими основними критеріями як стійкість тканини до стирання і розривне навантаження швів та тканини по основі та вутку.

Тканина - бавовняна плащева арт. ОВ0178-ХЕ виробництва Китай. Так як тканина використовується для виготовлення робочого одягу, характеристики і якісні показники сировини повинні відповідати зареєстрованому в Україні нормативному документу.

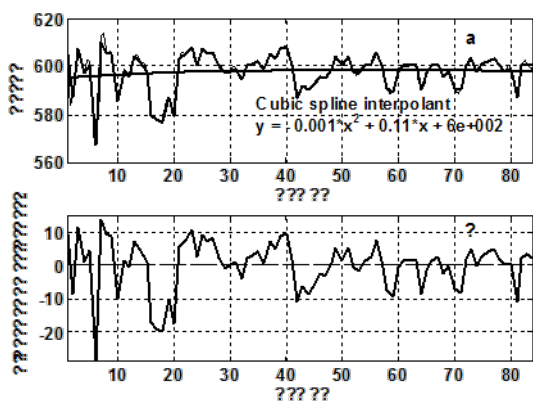
Згідно норм нормативного документа тканина повинна витримувати „стираємість” не менше 600 циклів; розривне навантаження швів та тканини, не менш: по основі 80 кгс, по утку 60 кгс.

Було зібрано числовий матеріал, а саме якісні показники готового виробу: „стійкість до стирання тканини”, „розривне навантаження по основі”, „розривне навантаження по

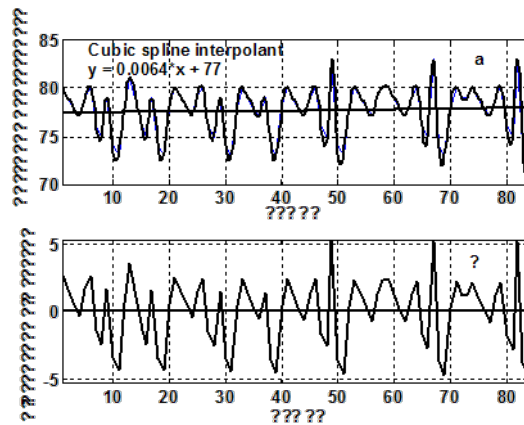
утку” за період 2007-2010рр. Контроль проводився в кожній виготовленій партії щотижнево, тобто на протязі 84 тижнів.

Експериментальні дані оброблялися за допомогою математичного забезпечення MATLAB серії 7.0.1 R 14 SP1.

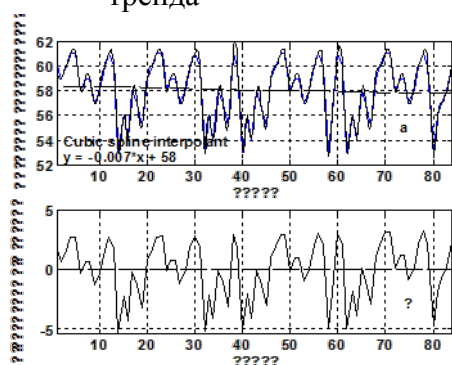
Результати експериментальних даних представлені на малюнках 1-3. Пунктирними лініями представлені трендові становлячі, обчислені за допомогою методу найменших квадратів. Попередньо вихідні дані підлягали зглаженню за допомогою кубічних сплайнів.



Мал. 1. Стійкість до стирання, а - початкові і зглажені кубічним сплайном дані, трендова складова, рівняння тренда; б - відхилення від тренда



Мал. 2. Розривне навантаження тканини(по основі), а - початкові і зглажені кубічним сплайном дані, трендова складова, рівняння тренда; б - відхилення від тренда.



Мал. 3. Розривне навантаження тканини(по утку), а - початкові і зглажені кубічним сплайном дані, трендова складова, рівняння тренда; б - відхилення від тренда найменших квадратів;

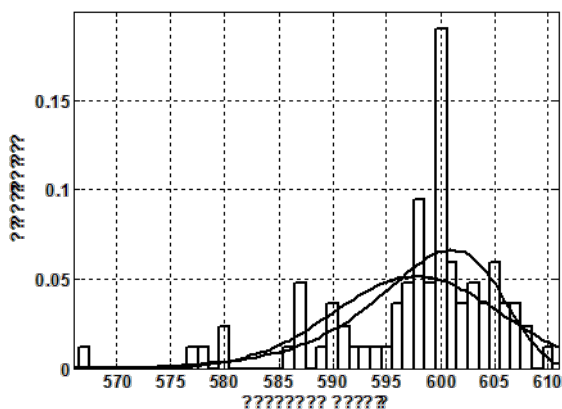
3) для всіх аналізуємих даних є характерним підвищений розкид відносно трендів, що свідчить про нестабільність властивостей тканини на протязі всього аналізуємого інтервалу (84 тижні)

Визначені статистичні характеристики показників міцності на стираємість і міцнісні характеристики тканини приведені у таблиці 1. Ці результати дають підставу стверджувати, що середні значення знаходяться істотно нижче обумовлених нормативним документом. На основі знайдених оцінок статистичних характеристик були визначені ймовірнісні показники полів розсіювання аналізуємих показників, були побудовані гістограми, представлені на малюнках 4-6.

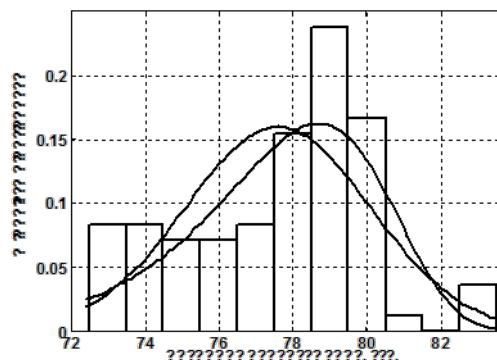
Таблиця 1. Статистичні характеристики результатів випробувань

	Вид випробувань
--	-----------------

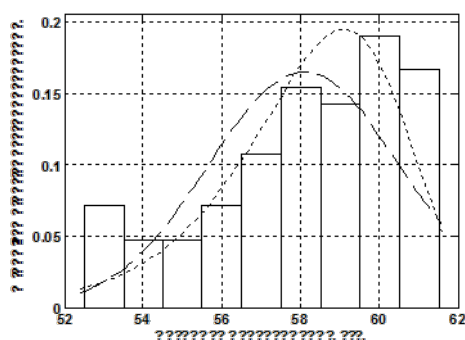
Статистичні характеристики	Стійкість до стирання, цикли	Розривне навантаження тканини (по основі), кгс	Розривне навантаження тканини(по утку), кгс
Мінімум	567	73	53
Максимум	610	83	61
Середнє	597,8	77,6	58,1
Медіана	600	78	58,5
Ср. квад.відхил.	7,714	2,5	2,4
Розмах	43	10	8



Мал.4. Імовірнісні характеристики стійкості до стирання, переривиста лінія – закон Гаусса; пунктирна лінія – закон Вейбулла



Мал. 5. Імовірнісні характеристики розривних навантажень тканини(по основі), кгс, переривиста лінія – закон Гаусса; пунктирна лінія – закон Вейбулла



Мал. 6. Імовірнісні характеристики розривних навантажень тканини(по утку) , кгс, переривиста лінія – закон Гаусса; пунктирна лінія – закон Вейбулла.

Характер гістограм свідчить про наступне:

- 1) ймовірність відхилень показників міцності не відповідає нормаль-ному закону (Гаусса);
- 2) причина відхилень пов'язана з наявністю сильної складової – це підвищене відхилення відносно тренда в сторону нижчих показників міцності.

### Оцінка структури відхилень показників якості

Для достовірної оцінки якості продукції та надійного контролю основних показників проводимо аналіз складових відхилень. Для визначення структури складових знайдені оцінки автокореляційних функцій.

Оцінку співвідношення між періодичними і випадковими складовими обчислювали за допомогою автокореляційної функції (АКФ), що визначається інтегралом:

$$\Psi(\tau) = \int f(t)f(t - \tau)dt$$

Ця функція характеризує взаємозв'язок ісходного ряду  $f(t)$  при його зміщенні на величину лага  $\tau$  (малюнки 2.5.1, 2.5.2).

Ця теорія випадкових функцій АКФ є кореляційним моментом двох значень однієї випадкової функції  $X(t)$ :

$$K(t_1, t_2) = M \{[X(t_1) - \bar{x}(t_1)][X(t_2) - \bar{x}(t_2)]\}$$

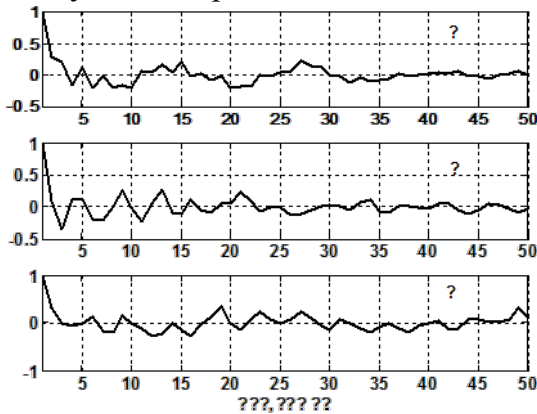
Тут

$\bar{x}(t) = M[X(t)]$ , а  $M[x]$ - математичне очікування.

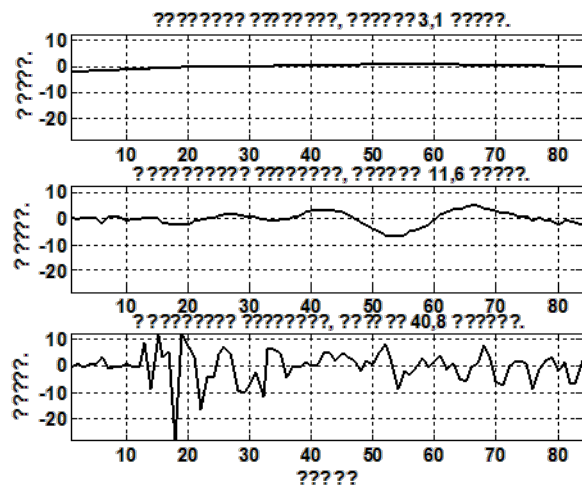
Знайдені оцінки нормованих автокореляційних функцій приведені на малюнку 7.

На основі встановлених закономірностей автокореляційних функцій проведено розподіл міцностних характеристик тканин на трендові, періодичні і випадкові складові. Розподіл проводився за допомогою цифрових фільтрів, вибір яких зроблений по методикам, що описані в програмному забезпеченні МАТЛАБ.

Результати приведені на на малюнку 8.



Мал. 7. Автокореляційні функції: а - стійкості до стирання, б - розривних навантажень тканини(по основі), в - розривних навантажень тканини(по утку)



Мал. 8. Складові характеристик стійкості на стирання

Аналогічні закономірності характерні результатам випробуваної тканини на міцність.

На основі проведених досліджень встановлено, що показники міцності тканин занижені відносно вимог стандарту та в досліджувальному часовому діапазоні 84 тижні 2007-2010 рр. володіють підвищеною нестабільністю. Основною причиною незадовільної якості є зміщення середніх значень відносно заданого поля допуску і підвищений випадковий розкид міцностних характеристик.

Для з'ясування природи такого роду коливань насамперед **вимагається вдосконалення технології виготовлення тканини**. В умовах наростаючої конкуренції та перспективного вступлення України до СОТ підприємства легкої промисловості повинні забезпечити гарантовані показники якості випускаємих виробів, що оговорені міжнародними стандартами.

Статистичний аналіз даних показав, що насамперед вимагається вдосконалення технології виготовлення тканини. В умовах наростаючої конкуренції та перспективного вступлення України до СОТ підприємства легкої промисловості повинні забезпечити гарантовані показники якості випускаємих виробів, що оговорені міжнародними стандартами.

Зроблені дослідження показали, що треба встановити наступні нормативи оцінки якості:

- 1) Допуск гарантованого приймання тканини, який дорівнює сумі рівня, вимагаємого стандартом  $\Delta_{\text{приймки}} = \Delta_{\text{стандарта}} + \Delta_{\text{надійності}}$  ;
- 2) Задати вимоги по значенню трендової та полів розсіювання випадкової складової;
- 3) Проводити систематичний аналіз стабільності технології виробництва у поставальників тканин та наявність у них систем управління якістю у відповідності з вимогами міжнародних стандартів серії ISO 9001.

При масовому виробництві швейних виробів вирішальну роль виконує технологічний процес, який є економічно і технічно доцільною сукупністю операцій по обробці, заготовці і збірці деталей і вузлів, а також виробу в цілому. Вдосконалення технологій необхідне в сучасній ситуації, коли якість товарів стає не тільки найважливішим економічним показником, але і чинником виживання в умовах жорсткої ринкової конкуренції.

До теперішнього часу рівень розвитку технологій виробництва спецодягу, заснованих на нових науково-технічних досягненнях, значно підвищився. У зв'язку з цим потрібне оновлення застарілих відомостей по всіх технічних і технологічних напрямках, особливо у області формування, склеювання, обробки, підготовки виробництва і розкрою, технологічних процесів збірки виробів і управління ними.

Велика роль в підвищенні ефективності виробництва і виживання в конкурентній боротьбі зараз належить інформаційним технологіям, які все масштабніше проникають в сферу виробництва одягу. Сучасна техніка дозволяє механізувати і автоматизувати виконання зборочно-з'єднаних технологічних операцій, а також підготовчо-заклучних операцій, виконуваних вручну: наприклад, подачу деталей в зону шиючого механізму, обрізання ниток, знімання і видалення деталей. В результаті значно підвищується продуктивність праці, забезпечується висока точність збірки і стабільність оброблюваних деталей, вузлів і з'єднань в цілому, а також знижується стомлюваність і утомленість операторів. Все це створює технічно обґрунтовані умови для виробництва стабільно якісної продукції.

Можна прогнозувати, що основні шляхи зростання продуктивності праці на ділянках заготовки і обробки пов'язані з подальшою автоматизацією процесів, а на монтажних ділянках – з новими методами комплектування операцій, послідовністю їх виконання і укрупненням, а також з широким застосуванням універсальних машин (сточнообметуючих і сточуючих), що виконують набір автоматизованих функцій. Весь монтаж виробу зможе здійснюватися на одному–двох робочих місцях.

**Список літератури:** 1. Закон України "Про стандарти, технічні регламенти та процедури оцінки відповідності". 2. Закон України "Про стандартизацію". 3. Закон України "Про підтвердження відповідності". 4. Закон України "Про акредитацію". 5. [«Про затвердження Технічного регламенту модулів оцінки відповідності та вимог щодо маркування національним знаком відповідності, які застосовуються в технічних регламентах з підтвердження відповідності»](#) - Постанова Кабінету Міністрів України від 07.10.2003 №1585. 6. [«Про затвердження Тимчасового порядку декларування відповідності продукції з низьким ступенем ризику для життя і здоров'я споживачів»](#) - Наказ Держспоживстандарту України від 01.12.2005 № 342. 7. «Перечень продукции, соответствие которой может быть подтверждено декларацией о соответствии» - Приказ Госпотребстандарта Украины №6 от 29.01.07. 8. ДСТУ ISO/IEC 17050-1:2004, IDT «Оцінка відповідності. Декларація постачальника про відповідність. Частина 1: Загальні вимоги». 9. ДСТУ ISO/IEC 17050-2:2004, IDT «Оцінка відповідності. Декларація постачальника про відповідність. Частина 2: Підтверджуюча документація». 10. ГОСТ 24684-87 «Материалы для одежды. Нормы жесткости». 11. ГОСТ 25652-83 «Материалы для одежды. Общие требования к способам ухода». 12. ГОСТ 28073-89 «Изделия швейные. Методы определения разрывной нагрузки, удлинения ниточных швов, раздвигаемости нитей ткани в швах». 13. ОСТ 17-790-85 «Материалы текстильные. Метод определения изменения линейных размеров после влажно-тепловой обработки». 14. Склянников В.П., Афанасьева Р.Ф., Машкова Е.Н. Гигиеническая оценка материалов для одежды. М., 1985. 15. Сухарев М.И., Бойцова А.М. Принципы инженерного проектирования одежды. М., 1981. 16. Чубарова З.С. Методы оценки качества специальной одежды. М., 1988. 17. Эксплуатационные свойства материалов для одежды и методы оценки их качества. / Гущина К.Г., Беляева С.А., Командрикова Е.Я. и др. М., 1984. 18. Кирюхин С. М., Додонкин Ю. В. Качество тканей. М.: Легпромбытиздат, 1986. - 160 с.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

*Ю.І.РУДИК*, канд. техн. наук, доц., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

## **ВИМІРЮВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ БЕЗПЕКИ ЕЛЕКТРОІНСТАЛЯЦІЙ**

У статті наведені результати повторних вимірювань опору ділянок побутових електроінсталяцій та їх аналіз для застосування при оцінюванні рівня пожежної безпеки. На підставі цього запропоновано нормувати значення опору струмопровідного кола, що дозволяє кількісно оцінити показники безпеки матеріалів та монтажу електромереж низької напруги під час експлуатації.

В статті приведені результати повторних вимірювань опору ділянок побутових електроінсталяцій та їх аналіз для застосування при оцінюванні рівня пожежної безпеки. На підставі цього запропоновано нормувати значення опору струмопровідного кола, що дозволяє кількісно оцінити показники безпеки матеріалів та монтажу електромереж низької напруги під час експлуатації.

*Постановка проблеми.* Теплова дія електричної енергії в побутових мережах житлових та громадських будівель найчастіше виявляється в результаті короткого замикання (у вигляді іскор та дуг), великих перехідних опорів (інтенсивне іскріння в ослаблених, окислених контактних з'єднаннях) чи струмових перевантажень (у вигляді перегрівання ділянок електромереж, електрообладнання, двигунів і апаратів), або винесення напруги на металеві конструкції і споруди.

Всі ці явища являють значну пожежну небезпеку і повинні бути відключені системою захисту. Однак навіть за умов справності запобігти всім ненормальним режимам роботи ділянок електромереж низької напруги (далі – ДЕНН) за допомогою відомих пристроїв захисту не вдається, захист не забезпечується з ряду причин [1, 2].

*Аналіз останніх досліджень і публікацій.* До останнього часу в діючих нормативно-технічних документах не розглядаються питання контролю стану електричних мереж до 1000В під час експлуатації, та зокрема, перехідного опору контактних з'єднань (далі – ПОКЗ). Однак така діагностика дозволить своєчасно виявити передаварійний пожежонебезпечний стан електромережі, контролювати рівень опору ПОКЗ та струмопровідного кола в цілому. Важливість обмеження струмових втрат з точки зору ефективності та зменшення виділення тепла в електропроводці для зниження пожежної небезпеки вважається загальноприйнятною в світі [3].

Перехідні опори мають місце за будь-яких способів з'єднання провідників один з одним. За умови належного контакту і правильного з'єднання перехідні опори незначні і практично не відрізняються від опорів інших ділянок електричного кола. З часом перехідний опір контактів збільшується, а деколи різко зростає.

Зростання перехідних опорів відбувається у таких випадках:

- 1) зниження електропровідності через утворення твердих оксидних плівок, підгоряння контактних поверхонь, їх забруднення оливними нашаруваннями й пилом;
- 2) корозія матеріалів під впливом вологи та агресивних середовищ;
- 3) електрохімічна корозія контактів внаслідок використання різних металів чи сплавів;
- 4) механічне пошкодження контактних з'єднань;
- 5) ослаблення, розхитування та порушення щільності болтових контактів через вібрацію, різницю коефіцієнтів температурного розширення матеріалу болтів і шин;

- 6) дія тепла із зовні;
- 7) від'єднання від електричної мережі електричних приладів під навантаженням;
- 8) неякісне виконання монтажу електропроводок і з'єднань, (недостатня сила стиску контактів, скручування, перекошування контактних пластин тощо);
- 9) зміни діаметру жил проводів та кабелів через недотримання значення радіуса згину їх по будівельних конструкціях або через механічний натяг, на який вони не розраховані;
- 10) підвищення механічної напруги в матеріалі контактів і їх пластичної деформації через переохолодження болтових з'єднань.

Ділянки з підвищеним ПOKЗ сильно нагріваються, що призводить до займання ізоляції, іскріння і навіть до появи електричної дуги.

Виділення тепла відбувається через погані контакти і є однією з ознак підвищення ПOKЗ у процесі експлуатації. Однак застосування методів тепловізійного або термометричного контролю для цього явища є низько ефективним, а в ряді випадків і неможливим [4].

*Постановка задачі.* Метою роботи є проведення аналізу впливу часу експлуатації побутових електроінсталяцій на зміну їх параметрів безпеки.

*Отримані результати.* Відповідно до поставлених задач було проведено експериментальне дослідження значень опору ділянок електромереж низької напруги при оцінюванні сумарного опору квартирної мережі з періодом до повторних вимірювань 5 років.

З цією метою було проведено вимірювання опору струмопровідних кіл електропроводок (освітлювальної мережі) у десяти приміщеннях. У чотирьох із них із двома відгалуженнями у кожному, і в шести приміщеннях із трьома відгалуженнями у кожному. Схема вимірювання застосовувалася відповідно до ГОСТ 7229 [5]. Склад мережі, виконання електроінсталяцій, та результати попередніх вимірювань описані в [6].

Підготовка мережі до вимірювання проводилася таким чином. Вхідні проводи обох автоматичних вимикачів А2061 від'єднувалися від вводу і до них приєднувалися щупи цифрового омметра Щ-31. Для вибору відгалуження, в якому контролювався опір струмопровідного кола, відповідні вимикачі ставилися у положення «Увімкнено», а решта – в положення «Вимкнено».

У світильниках досліджуваної ДЕНН всі лампи розжарювання замінювалися на алюмінієві цоколі відповідного типорозміру без ізолюючої деталі, виготовлені на ВАТ «Іскра» (м. Львів). Перед їх встановленням у кожного був вимірюваний електричний опір між боковою стінкою і п'ятою. Значення їх опору для кількості 100 шт. наведені у таблиці 1. Аналогічно закорочувалися гнізда штепсельних розеток з використанням короткозамкнутих за допомогою спаювання між собою обох жил штепселів.

Таблиця 1. Значення опору цоколів і штепсельних вилок, Ом

Максимальне значення	Середнє значення	Нормоване значення	Мінімальне значення
0,075	0,022	-----	0,010

Таке значення опору співмірне з опором такої ж ділянки проводу, який застосований в аналізованій ДЕНН, а також відповідає вимогам ГОСТ 17441 [7]. Таким чином, при проведенні вимірювання (рис. 1) досягнута вимога мінімізації систематичної похибки згідно ГОСТ 8.207 [8].

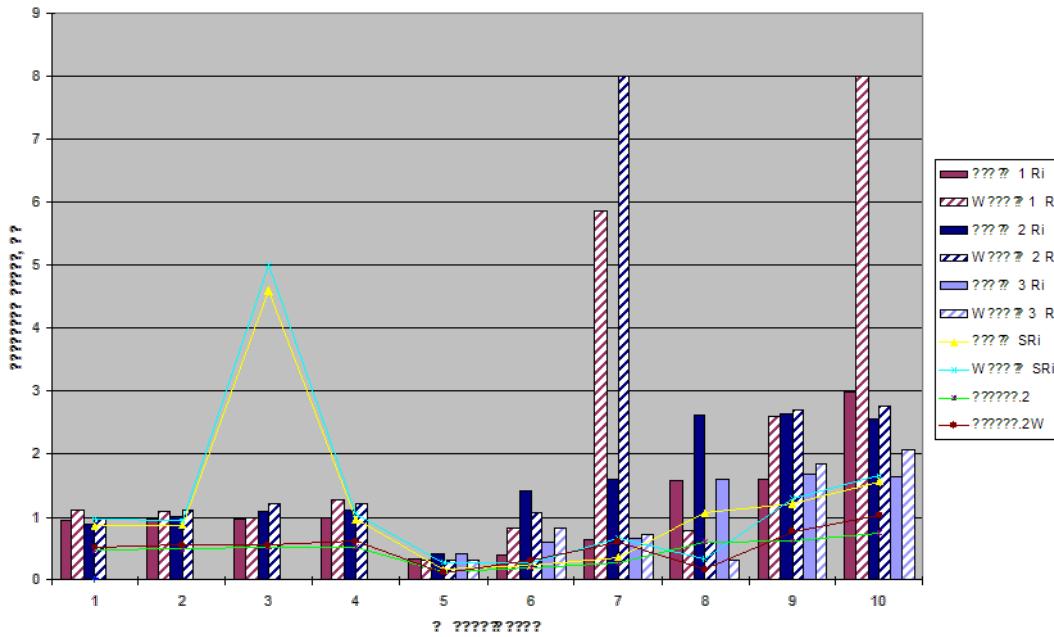


Рис. 1. Значення вимірних і розрахованих опорів ДЕНН (1 – розрахованих значень опору проводів, 2 – з врахуванням схемних рішень) та відхилення реальних значень опорів ДЕНН від розрахованих значень опору проводів та схемних рішень

При включенні цифрового омметра Щ-31 зняття показів вимірюваного значення опору струмопровідного кола ДЕНН для кожного відгалуження виконувалося при встановленому часі індикації  $t_{ind} = 5$  с, причому кожен результат вимірювання спостерігався десятикратно, що дозволяло вносити поправки з метою усунення систематичної похибки вимірювання.

Під час випробувань визначалися такі параметри досліджуваної ДЕНН, як площа перерізу струмопровідної жили (у всіх випадках - алюмінієвої), та довжина прокладання від точки контролю до кінцевих споживачів. Ці дані та результати розрахунку згідно методу, розглянутого в [9], результати проведеного повторного вимірювання опору струмопровідного кола ДЕНН (окремо за відгалуженнями та сумарних значень для приміщення) зведені у табл. 2. Для визначення співвідношення частки перехідного опору контактних з'єднань у значенні загального опору, розраховано значення опору жил проводів.



Таблиця 2. Результати розрахунку і виміряні значення опору струмопровідного кола ДЕНН (виділені значення отримані для приміщення, де проведено ремонт із заміною електропроводки з алюмінієвої на мідну)

№ пр	вимір 1 $R_i$ , Ом	Wвимір 1 $R_i$ , Ом	$F_{i,2}$ , мм <sup>2</sup>	$L_i$ , км	розр.1, Ом	вимір 2 $R_i$ , Ом	Wвимір 2 $R_i$ , Ом	$F_{i,2}$ , мм <sup>2</sup>	$L_i$ , км	розрах.1, Ом	вимір 3 $R_i$ , Ом	Wвимір 3 $R_i$ , Ом	$F_{i,2}$ , мм <sup>2</sup>	$L_i$ , км	розрах.1, Ом	вимір Р $R_i$ , Ом	Wвимір Р $R_i$ , Ом	розрах.1, Ом	розрах.2, Ом	W розрах.2, Ом
1	0,94	1,103	2,5	0,02	0,107	0,893	0,97	2,5	0,02	0,107					0,844	0,952	0,054	0,458	0,516	
2	0,958	1,085	2,5	0,02	0,107	1,007	1,113	2,5	0,02	0,107					0,871	0,931	0,054	0,491	0,549	
3	0,97	0,987	2,5	0,025	0,134	1,074	1,21	2,5	0,015	0,080					4,588	5,008	0,054	0,510	0,544	
4	0,985	1,254	2,5	0,04	0,215	1,109	1,223	2,5	0,04	0,215					0,955	1,045	0,107	0,522	0,619	
5	0,34	0,309	2,5	0,035	0,188	0,4	0,306	2,5	0,025	0,134	0,43	0,308	2,5	0,03	0,161	0,156	0,291	0,054	0,129	0,103
6	0,388	0,836	2,5	0,04	0,215	1,4	1,058	2,5	0,04	0,215	0,6	0,835	2,5	0,04	0,215	0,238	0,289	0,072	0,202	0,299
7	0,64	5,86	2,5	0,06	0,322	1,6	39,32	2,5	0,04	0,215	0,68	0,725	2,5	0,06	0,322	0,359	0,652	0,095	0,273	0,635
8	1,57	0,771	2,5	0,06	0,322	2,62	0,605	2,5	0,04	0,215	1,587	0,324	2,5	0,06	0,322	1,055	0,343	0,095	0,607	0,166
9	1,602	2,591	2,5	0,05	0,268	2,635	2,705	2,5	0,05	0,268	1,69	1,836	2,5	0,05	0,268	1,204	1,29	0,089	0,627	0,769
10	2,97	57,99	2,5	0,065	0,349	2,55	2,746	2,5	0,05	0,268	1,625	2,065	2,5	0,05	0,268	1,562	1,652	0,098	0,744	1,155

Аналіз отриманих результатів дозволяє стверджувати, що реальні значення опору струмопровідного кола ДЕНН становлять від 150% до 300% значень, розрахованих за параметрами мережі та схеми ДЕНН. Таким чином, підтверджується припущення про необхідність встановлення нормованого значення опору струмопровідного кола ДЕНН з метою сертифікації на відповідність показникам якості, зокрема, пожежної безпеки приміщень.

*Висновки.* Проведений експериментальний контроль шляхом вимірювання електричного опору струмопровідного кола ДЕНН із типовою схемою підтвердив велике значення складової ПОКЗ у загальному опорі. Різниця між значеннями виміряного опору порівняно із значенням опору, отриманим за розрахунковим методом, протягом періоду експлуатації електроінсталяції за період 5 років зростає від 1,5 до 20 разів. Запропонована методика дозволяє кількісно оцінити показники безпеки матеріалів та монтажу ДЕНН. Застосований метод дозволяє контролювати пожежонебезпечні параметри електроінсталяції шляхом порівняння із нормованою величиною.

**Список літератури:** 1. Сашин В. Н., Смирнов В. В. Пожарная безопасность светотехнических изделий // Научно-технический журнал "Пожаровзрывобезопасность". - 1997. - №3. - С. 35-38. 2. Смелков Г. И., Писков Ю. К., Веревкин В. Н., Сашин В. Н. Пожарная опасность электрических винтовых контактных соединений: Обзорная информ. / Смелков Г. И., Писков Ю. К., Веревкин В. Н., Сашин В. И. - М.: ГИЦ, 1988. - 46 с. 3. Rizzoni, Giorgio. Principles and applications of electrical engineering / Giorgio Rizzoni / – McGraw-Hill Higher Education – 3rd ed 2000, – 976 p. 4. Яцук В., Малачівський П. Методи підвищення точності вимірювань: Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів – Навчальний посібник. – Львів: Видавництво “Растр-7”, 2007 – 368 с. 5. ОСТ 7229-84 Кабели, провода и шнуры. Метод определения электрического сопротивления токопроводящих жил и проводников. - Введ. 01.01.88. - М.: Издательство стандартов, 1985. - 15 с. 6. Рудик Ю.І. Дослідження резистансу побутових електромереж / Ю.І. Рудик // Науковий вісник УкрНДПБ. – К.: УкрНДПБ, 2009. - №2(18). – С.191-196. 7. ГОСТ 17441-84 Соединения контактные электрические. Правила приемки и методы испытаний. - Введ. 01.01.90. - М.: Издательство стандартов, 1989. - 42 с. 8. ГОСТ 8.207-76 ГСИ. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения. – Введ. 01.01.90. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 25 с. 9. Рудик Ю.І. Вимірювання опору електропроводок як ме-

**УДК 343.948**

**В. В. САБАДАШ**, канд. техн., наук, пров. наук. співробітник Харківського науково-дослідного інституту судових експертиз

## **ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СУДОВОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ЕКСПЕРТИЗИ**

На основі узагальнення практики судово-технічних експертиз безпеки життєдіяльності та охорони праці, розглянуто деякі існуючі проблеми їх виконання при дослідженні порушень правил екологічної безпеки, і на основі інтеграції та диференціації знань запропонований новий вид судово-технічної експертизи – судова екологічна експертиза.

На основе обобщения практики судебно-технических экспертиз безопасности жизнедеятельности и охраны труда рассмотрены некоторые существующие проблемы их выполнения при исследовании нарушений правил экологической безопасности, и на основе интеграции и дифференциации научных знаний предложен новый вид судебно-технической экспертизы – судебная экологическая экспертиза.

Охорона навколишнього природного середовища – одна з найактуальніших проблем сучасної України. Науково-технічний прогрес і посилення антропогенного тиску на природне середовище неминуче приводять до загострення екологічної ситуації: виснажуються запаси природних ресурсів, забруднюється природне середовище, втрачається природний зв'язок між людиною і природою, втрачаються естетичні цінності, погіршується фізичне здоров'я людей, загострюється економічна і політична боротьба за сировинні ринки.

Вітчизняна екологічна наука накопичила величезний інформаційний матеріал про кризовий стан екології в державі. Проте ці гострі проблеми або замовчуються, або на практиці не розв'язуються зовсім.

Високий рівень концентрації промисловості і сільського господарства, непродумана і екологічно не обґрунтована господарська діяльність привели до того, що Україна зараз - одна з найнеблагополучних країн Європи і світу. Екологічні проблеми в Україні, як і в більшості країн світу, у даний час розглядаються у взаємозв'язку з економічними й соціальними проблемами. Підвищена увага до питань екологічної безпеки суспільства пояснюється тим, що безвідповідальне й споживче відношення до природи ставить людство на грань екологічної катастрофи. Природне середовище України перебуває в критичному стані, забруднення навколишнього середовища вкрай негативно відображається на умовах життя й, отже, і на здоров'ї людей. Росте кількість генетичних відхилень у немовлят, скорочується тривалість життя.

Чорнобильська катастрофа з її довготривалими медико-біологічними, економічними та соціальними наслідками спричинила в Україні ситуацію, яка наближається до рівня глобальної екологічної катастрофи.

Стан правопорушень у сфері екології свідчить про надзвичайно низьку ефективність заходів з попередження, розкриття й розслідування злочинів даного виду. Заклопотаність викликає висока латентність і низьке розкриття екологічних злочинів.

Механізм покарання відповідальних осіб, який є одним із важливих організаційно-профілактичних напрямків попередження екологічних злочинів, діє неефективно. Таке становище склалося частково через відсутність наукових засобів обґрунтування винності

порушників правил екологічної безпеки, що перешкоджає кваліфікованому розгляду у судах справ з цих фактів.

Таке положення в окремих випадках не забезпечує гарантованого ст. 50 Конституції України права кожного на безпечне для життя та здоров'я навколишнє середовище.

Тому екологічна безпека відіграє важливу роль як соціальний фактор, оскільки, якими б вагомими не були результати виробництва, вони не можуть компенсувати людині втраченого здоров'я, а тим більше життя. На фоні загострення екологічної ситуації наростає вірогідність злочинів у сфері охорони природи. При цьому вони можуть приймати складні витончені форми.

Порушення вимог правил екологічної безпеки звичайно виявляються в здійсненні в ході виробничого процесу операцій, заборонених правилами, чи в бездіяльності окремих осіб. Злочинна дія може складатися й у неналежному виконанні посадовою особою чи безпосереднім виконавцем роботи вимог, передбачених відповідними правилами, або, навпаки, виконанням таких дій, які для даної технології заборонені правилами. Бездіяльність може виявлятися взагалі в недотриманні особою вимог, передбачених правилами екологічної безпеки, або в невиконанні при виробничому процесі частини передбачених правилами дій.

До екологічних злочинів віднесені такі суспільно небезпечні діяння, які зазіхають на екологічний правопорядок і екологічну безпеку суспільства. Однак кримінально-правові норми, що встановлюють відповідальність за екологічні злочини, мають досить складну диспозицію. Для їхньої реалізації потрібні великі знання й досвід, у тому числі й придбаний при проведенні судово-експертних досліджень.

Аналіз слідчої і судової практики показує, що збирання і дослідження доказів при розслідуванні злочинів, пов'язаних з порушеннями вимог екологічного законодавства, неможливі без використання спеціальних знань в галузі екології, біології, хімії та інших наук.

Основною формою використання спеціальних знань у судочинстві є судова експертиза. Судові експертизи – це найбільш досконала та відпрацьована форма використання спеціальних знань під час розслідування злочинів, винесенні судових рішень.

Судові екологічні експертизи призначаються в процесі розслідування кримінальних справ, порушених за фактами порушення екологічного законодавства за ст. 236-254 Кримінального кодексу України (злочини проти навколишнього середовища) та деякими іншими статтями Кримінального кодексу України.

Тож судова екологічна експертиза сьогодні є новим, таким, що формується, класом судової експертизи.

Судова екологічна експертиза, як і будь-який клас (рід) судової експертизи, ґрунтується на певних наукових основах – теоретичних і методичних положеннях. Науковою основою судової екологічної експертизи є своєрідна, інтеграційна галузь знань, яку можна назвати судовою екологією. Це – прикладна галузь комплексних знань, що формується і яка вже пройшла визначений шлях становлення і розвитку. Її зміст і деякі загально-методичні положення знайшли відображення в спеціальній літературі, в наукових розробках фахівців НДІ судових експертиз, одержують визнання в експертній, слідчій і судовій практиці. Однак багато її положень (вчення про предмет, об'єкт, завдання, методи та ін.) ще вимагають заглибленого й систематизованого теоретичного обґрунтування і розвитку.

З урахуванням того, що проведення судової екологічної експертизи – це дослідницька діяльність, про предмет даної діяльності варто говорити, виходячи з її мети. Предметом судової екологічної експертизи є (відповідно до питань, які цікавлять слідство і суд) фактичні обставини, що встановлюються на основі спеціальних знань шляхом дослід-

ження матеріалів справи за фактом екологічного правопорушення і які характеризують механізм виникнення техногенної надзвичайної екологічної події, а також дії осіб, причетних до неї.

Виходячи з наведеного, предмет судової екологічної експертизи визначає коло питань, що можуть ставитися на вирішення судового експерта-еколога слідчим чи судом:

- який критичний рівень забруднення (КРЗ) навколишнього середовища для даної місцевості, перевищення якого становить небезпеку для здоров'я населення й стану якості середовища;

- які гранично припустимі викиди (ГПВ) шкідливих речовин у водойми, атмосферне повітря, ґрунт, інші шкідливі впливи на природне середовище даним виробничо-господарським об'єктом;

- які гранично припустимі концентрації (ГПК) шкідливих речовин в атмосферному повітрі, водоймах, ґрунті;

- які стандарти якості навколишнього природного середовища запропоновані до діяльності виробничо-господарських об'єктів;

- яка екологічна шкода заподіяна в результаті порушень правил охорони навколишнього середовища, можливі наслідки;

- які безпосередні причини заподіяної екологічної шкоди;

- чи не є причиною події дефекти екологічного проектування, планування даного об'єкта (району), його експлуатації (очисних, уловлювальних і таке інше устроїв);

- яким чином можна було уникнути порушення правил охорони навколишнього середовища;

- чи не зробили вплив на шкідливі наслідки екологічних порушень об'єктивні фактори;

- які причини й умови, що сприяли порушенням правил охорони навколишнього середовища й наслідкам, що настали.

В кожному конкретному випадку перелік питань, що цікавлять слідство, може носити більш розгорнутий характер з включенням завдань, що конкретизують окремі моменти, хронологію розвитку події, дії її учасників та інше.

До загальних завдань судово-екологічної експертизи можна віднести:

- визначення виду й місця розташування джерела негативного антропогенного впливу;

- характеристика негативного антропогенного впливу на навколишнє середовище в часі й просторі;

- встановлення механізму негативного антропогенного впливу;

- визначення безпосередніх (технічних) причин особливо небезпечних забруднень навколишнього середовища (викид шкідливих речовин у повітря, воду, ґрунт, що перевищує гранично припустимі норми, і таке інше);

- визначення масштабів, а також виявлення умов і обставин, що сприяли посиленню негативного антропогенного впливу;

- встановлення обставин, пов'язаних з порушеннями природоохоронного законодавства та умов експлуатації потенційно небезпечних об'єктів і з діями (бездіяльністю) спеціально уповноважених осіб в галузі охорони навколишнього середовища й природокористування, які сприяли заподіянню шкоди здоров'ю людини (смерті людини) або інших тяжких екологічних наслідків;

- визначення причин та умов, що сприяли злочинним порушенням правил охорони навколишнього середовища, а також причинно-наслідкових зв'язків.

Судово-екологічна експертиза необхідна при встановленні не тільки самого факту забруднення, але і його специфічних обставин, наслідків та ін.

В залежності від питань, які необхідно вирішити, надаються відповідні об'єкти дослідження.

В процесі аналізу кримінально-релевантних екологічних подій об'єктами судово-екологічної експертизи є матеріальні і матеріалізовані джерела інформації, що містять фактичні дані про обставини надзвичайної екологічної події і які визначені кримінально-процесуальним законодавством і закріплені в матеріалах справи та надані експерту органом, що призначив експертизу, для експертного дослідження з метою рішення поставлених питань і встановлення фактів, що входять у предмет судової екологічної експертизи. Такими джерелами інформації можуть бути різні предмети, у тому числі речові докази, фрагменти місця події, устаткування, комунікації, засоби виробництва, що забезпечують екологічно-безпечне функціонування підприємства, а також будь-які інші обставини події, зафіксовані (описані, відображені у схемах, фотографіях, планах та ін.) в представлених матеріалах справи, сукупність яких дає експерту можливість після досліджень дати вичерпні відповіді на поставлені перед ним питання.

Об'єктами судово-екологічної експертизи можуть також виступати події, процеси й інші нематеріальні явища, вивчення яких при провадженні досудового й судового слідства за фактом екологічних правопорушень здійснюється шляхом дослідження локальної ділянки, де відбулося екологічне правопорушення, методами судово-екологічної експертизи.

Завданням судово-екологічної експертизи необхідно розуміти як експертну діяльність, яка спрямована на перетворення інформації, що міститься в наданих на судово-екологічну експертизу у якості вихідних даних матеріалах справи, інших документах та речових доказах, у доказову інформацію, яка може бути використаною для правильного ухвалення рішення з кримінальної, цивільної, господарської чи адміністративної справи.

Завдання судової експертизи визначаються можливостями дослідження об'єкта і її предметом.

Основне завдання судово-експертної діяльності – встановлення обставин, що підлягають доказуванню, з доручення судів, суддів, органів дізнання, осіб, що проводять дізнання, слідчих і прокурорів за допомогою проведення судової експертизи.

Судова екологічна експертиза в процесі досліджень надзвичайних екологічних подій вирішує ідентифікаційні, класифікаційні, діагностичні та ситуалогічні завдання.

До предмета судово-екологічної експертизи входить комплекс (сукупність) фактичних даних про обставини порушень вимог правил екологічної безпеки, що привели чи могли привести до екологічної аварії, локальних екологічних порушень, заподіяння шкоди здоров'ю чи загибелі людей, забруднення повітря, водоймищ, ґрунту, значних матеріальних збитків і інших тяжких наслідків, пов'язаних з діями учасників події, технічним станом будівель, машин і механізмів, знарядь і засобів виробництва, природоохоронного устаткування, яке забезпечує екологічно-безпечне функціонування підприємства, а також причини і умови, які сприяли виникненню надзвичайної екологічної ситуації. Вказані обставини та факти встановлюються на основі спеціальних знань в галузі екології та деяких прикладних наук шляхом дослідження методами судово-екологічної експертизи об'єктів, наданих експерту-екологу органом, що призначив експертизу.

Сутність судово-екологічної експертизи розкривається через її основні ознаки, що відбивають природу спеціальних знань судового експерта-еколога і відрізняють даний клас судової експертизи від інших. Такими ознаками є: предмет, об'єкти, завдання, методи, що використовуються судовим експертом-екологом у процесі експертного дослідження і які повинні розглядатися в сукупності.

Судово-екологічна експертиза покликана сприяти всебічному, швидкому й об'єктивному розслідуванню і розгляду кримінальних, цивільних, господарських та адміні-

стративних справ при неухильному дотриманні вимог законності, процесуальних прав і законних інтересів громадян.

Ознаками судово-екологічної експертизи є:

- процесуальний регламент призначення і проведення судово-екологічної експертизи;

- проведення дослідження на підставі застосування спеціальних знань в галузі екології та деяких прикладних наук, суміжних з нею;

- надання висновку, який має статус джерела доказу.

З урахуванням вище викладеного слід констатувати, що судово-екологічну експертизу в кримінальному, цивільному, господарському та адміністративному судочинстві можна визначити як процесуальну дію, що полягає в проведенні дослідження, яке здійснюється судовим експертом-екологом на основі спеціальних знань в галузі екології та деяких прикладних наук з метою дачі висновку, який є доказом у справі, пов'язаній з порушеннями вимог екологічної безпеки.

Судово-екологічна експертиза призначається судово-слідчими органами і полягає в проведенні експертних досліджень об'єктів на основі спеціальних знань в галузі екології та деяких прикладних наук і наданні експертом висновку з поставлених питань. Основним юридичним фактом, який обумовлює виникнення системи процесуальних відносин із приводу судово-екологічної експертизи в кримінальному процесі, є постанова суду про призначення судової експертизи або постанова особи, що проводить дізнання, слідчого, прокурора, які виносяться з дотриманням процесуальних вимог.

Підставою призначення судово-екологічної експертизи є встановлена органом чи особою, що призначила експертизу, наявність у сформованій ситуації потреби розв'язати питання з використанням спеціальних знань у галузі екології і проведення досліджень у формі експертизи.

Значення судово-екологічної експертизи у самому загальному вигляді, з урахуванням даних спеціальної літератури і судової практики, зводиться до наступного:

- висновок судово-екологічної експертизи є джерелом доказової інформації;

- за допомогою судово-екологічної експертизи з'ясовують походження і причинні зв'язки окремих фактів, ознак, механізм їхнього утворення;

- судово-екологічна експертиза дозволяє визначити час настання і протікання окремих явищ;

- судово-екологічна експертиза дає можливість встановити факти, що мають юридичне значення;

- судово-екологічна експертиза допомагає дати правильну юридичну оцінку факту, явищу;

- судово-екологічна експертиза є засобом запобігання правопорушень, а також окремих судових помилок.

Найважливіші вимоги до судово-експертної діяльності – об'єктивність і повнота досліджень. Експерт проводить дослідження об'єктивно, на суворо науковій і практичній основі, у межах відповідної спеціальності, всебічно й у повному обсязі. Висновок експерта повинен ґрунтуватися на положеннях, що дають можливість перевірити обґрунтованість і вірогідність зроблених висновків на базі загальноприйнятих наукових і практичних даних.

Резюмуючи, слід зазначити, що в процесі становлення та формування нового самостійного виду судово-технічної експертизи – судової екологічної експертизи, фахівцям слід враховувати специфічність використання спеціальних екологічних знань, специфічність об'єктів і методів експертного аналізу при дослідженні порушень правил екологічної безпеки. Разом з тим, слідча, судова й експертна практика вимагають подальшого ви-

рішення багатьох проблем теоретичного, процесуального, методичного й організаційного характеру, перші спроби з яких зроблені автором та чекають подальшого свого вирішення і стосуються питань збирання, дослідження, узагальнення, аналізу, систематизації та оцінки доказів у процесі розслідування справ, виконання експертних висновків та розробці профілактичних рекомендацій по попередженню вірогідних порушень правил екологічної безпеки.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

#### **УДК 628.74**

**В. В. САБАДАШ**, канд. техн. наук, пров. наук. співробітник Харківського науково-дослідного інституту судових експертиз

### **ЗАСТОСУВАННЯ СУДОВО-ЕРГОНОМІЧНОЇ ЕКСПЕРТИЗИ ПРИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОРУШЕНЬ ВИМОГ ЗАКОНОДАВСТВА ПРО ОХОРОНУ ПРАЦІ В СИСТЕМАХ “ЛЮДИНА – ТЕХНІКА – СЕРЕДОВИЩЕ”**

На основі узагальнення практики судово-технічних експертиз безпеки життєдіяльності та охорони праці, розглянуто деякі існуючі проблеми їх виконання при дослідженні нещасних випадків у виробничих людино - машинних системах, і на основі інтеграції та диференціації знань запропонований новий вид судово-технічної експертизи – судово-ергономічна експертиза.

На основе обобщения практики судебно-технических экспертиз безопасности жизнедеятельности и охраны труда рассмотрены некоторые существующие проблемы их выполнения при исследовании несчастных случаев в производственных человеко-машинных системах, и на основе интеграции и дифференциации научных знаний предложен новый вид судебно-технической экспертизы – судебно-эргономическая экспертиза.

Щоденно на підприємствах в Україні одержують травми біля 200 працівників, із яких 5 гине, 30 стає інвалідами, 22 отримує професійні захворювання. Стан охорони праці важким тягарем лягає на економіку підприємств, організацій, всієї держави. Щорічно майже 17 000 осіб стають інвалідами внаслідок травм і профзахворювань. Чисельність пенсіонерів по трудовому каліцтву щорічно перевищує близько 150 000, а пенсіонерів у зв'язку з втратою годувальника внаслідок нещасного випадку – 50 000 осіб. Загальна сума витрат на фінансування пільгових професійних пенсій і пенсії по трудовому каліцтву, відшкодування потерпілим на виробництві та інших витрат, пов'язаних з цим, становить від 10 до 30 відсотків фонду оплати праці в промисловості. Особливо гостро ці проблеми відчуються на підприємствах галузей з високим рівнем професійного ризику в системах “людина – техніка – середовище” ( далі СЛТС).

На основі аналізу причин нещасних випадків встановлено, що більше 80% нещасних випадків серед операторів виробничих СЛТС відбуваються із-за помилок постраждалих, пов'язаних з таким психофізіологічними процесами, як увага - 43%, оперативне мислення - 10,5%, моторна координація - 30%. Значне місце займає також невідповідність рівня підготовки оператора для виконання його виробничих функцій - 10%.

Встановлено, що людина - оператор допускає найбільше число помилок при реалізації наступних видів діяльності:

- при зоровому сприйнятті предметів – 13,7%;
- при сенсомоторній координації – 46%;
- при затримці у відповідь рухової дії на черговий сигнал – 17%.

Більше 4% нещасних випадків відбувається із-за недостатньої швидкості моторних дій і низького рівня загальної рухливості.

Важливі дані були отримані при аналізі пояснень та протоколів допитів самих постраждалих. Певна кількість постраждалих вважала, що в день нещасного випадку вони були розслаблені, розсіяні і неуважні.

Все це веде до росту кількості кримінальних справ, пов'язаних з порушеннями вимог законодавства про охорону праці та як наслідок до підвищення кількості судово-технічних експертиз. Судова експертиза є найбільш поширеною формою застосування спеціальних знань і являє собою процесуальну дію, суть якої полягає в дослідженні знаючою особою (експертом) наданих у її розпорядження слідчим (прокурором, судом) матеріальних об'єктів, явищ, процесів і матеріалів які містять інформацію про обставини справи, з метою встановлення фактів, що мають значення для правильного вирішення справи.

Експерт не тільки досліджує фактичні обставини події, але й зіставляє реально існуючу ситуацію з діючими на підприємстві нормативними документами, дотриманням усіх вимог Закону України «Про охорону праці», іншими документами, встановлює відповідність досліджуваних об'єктів вимогам відповідних нормативних актів в галузі охорони праці. Під час аналізу матеріалів, наданих для виконання судово-технічних досліджень, експерт у своєму висновку, базуючись на нормативних актах з охорони праці, застосовуючи метод ситуаційного аналізу й порівняння об'єктивних даних, що обумовили настання події нещасного випадку або аварії, що містяться в наданих документах, з використанням методу моделювання створює:

1. Модель безпечної ситуації.
2. Модель фактичної ситуації події нещасного випадку або аварії.
3. Модель невідповідності ситуації, що існувала, вимогам нормативних актів по охороні праці.

При виконанні експертних досліджень основна роль судового експерта полягає в сприянні розв'язанню судово-слідчим органам наступних основних питань:

1. Які технічні й організаційні причини сприяли настанню події нещасного випадку або аварії?
2. Які причини безпосередньо призвели до настання події нещасного випадку або аварії?
3. Виконанням яких вимог нормативно-правових актів з охорони праці можливо було запобігти виникненню й настанню події нещасного випадку або аварії?
4. Хто з виконавців або посадових осіб мав можливість запобігти виникненню нещасного випадку або аварії?
5. Невиконання вимог нормативно-правових актів з охорони праці з боку яких виконавців або посадових осіб перебувало в причинному зв'язку з настанням події нещасного випадку або аварії?

За результатами проведеного дослідження експерт складає висновок, який є одним із передбачених законом джерел доказів.

При виконанні експертизи використовуються знання різних технічних наук, включаючи інженерну психологію, фізіологію, психологію праці, гігієну праці й ін. Кожна з цих наук порізно займається оптимізацією окремих груп факторів, що впливають на діяльність людини. Однак при проведенні експертиз виникають ситуації, коли потрібні знання не тільки окремих груп факторів, а знання комплексного їх впливу на діяльність людини в СЛТС.

До базових визначень ергономіки слід відносити у цьому випадку визначення власно ергономіки, її предмета і завдання. Відповідно <sup>3</sup>: ергономіка – це наука, що займається

---

Див.: <sup>3</sup> ГОСТ В 29.08.001 - 96. ССЭТО. Эргономическая экспертиза. Основные положения, программы и методики. – М.: Госстандарт России, 1997.- 85с.



комплексним вивченням діяльності людини в СЛТС та відрізняється міждисциплінарною спрямованістю досліджень процесів, засобів і умов діяльності людини в інтересах розробки теоретичних і методичних основ створення високоефективних СЛТС.

Виходячи із цього визначення, предметом ергономіки, як науки, є вивчення системних закономірностей взаємодії людини або групи людей з технічними засобами, предметами трудової (навчальної, спортивної, ігрової тощо) діяльності та середовищем у процесі досягнення цілі діяльності або у процесі професійної підготовки до її виконання.

Слід зазначити, що проведення дослідження нещасних випадків у СЛТС неможливе в повному обсязі методами, які застосовуються в межах існуючої судово-технічної експертизи порушень вимог безпеки життєдіяльності та охорони праці, а саме пристосування існуючих експертних методик неможливе для дослідження нового об'єкта – СЛТС, тому що експерти за часту вирішують питання щодо взаємодії працівника з технічними засобами, предметами трудової діяльності та середовищем з використанням спеціальних знань з ергономіки. При розслідуванні нещасних випадків у цих системах, дедалі частіше з боку правоохоронних органів постає питання про дійсну провину людини-оператора (оператори пультів управління, диспетчери, інший обслуговуючий персонал) та проблему функціонування СЛТС в різних галузях промисловості. Але справжнє невиконання обов'язків людиною-оператором може встановити тільки суд, в тому числі і на основі висновків судово-технічної експертизи та інших матеріалів справи. Експертна практика свідчить, що на сьогоднішній день судово-технічна експертиза не має дослідницьких засобів, за допомогою яких можна встановлювати рівень ергономічності виробничої системи, необхідний для її надійного функціонування.

Відкриття нових можливостей у науці і техніці та розвиток науково-технічного прогресу призводять до постійного формування та виділення нових видів судових експертиз за рахунок використання нових, більш досконалих методів для розширення кола досліджуваних об'єктів, дослідження нових, раніше не досліджуваних об'єктів, розширення кола експертних завдань, появи нового об'єкта дослідження в межах уже сформованого виду експертизи - дослідження інформації різних елементів функціонування СЛТС. Завданням ергономіки, як сфери практичної діяльності, є формування ергономічних і дизайнерських властивостей СЛТС шляхом проектування й удосконалювання процесів (способів, алгоритмів, прийомів) діяльності, способів підготовки (навчання, тренування, адаптації) до неї, а також тих характеристик засобів і умов праці, які безпосередньо впливають на параметри діяльності й стан людини, в інтересах підвищення якості продукту й продуктивності праці, збереження здоров'я й розвитку особистості працюючого <sup>4</sup>.

З метою розробки даного напрямку судово-експертних досліджень насамперед необхідно виходити з того, що у СЛТС однією з причин нещасних випадків, які встановлюються у процесі виконання експертизи, може бути не виконання вимог ергономіки. У зв'язку з цим, в судових експертизах за вказаним напрямком, повинні вирішуватися наступні задачі:

- аналіз нормативно-законодавчих актів та інших документів, що регламентують діяльність персоналу в СЛТС ;
- визначення рівня ергономічності СЛТС , який необхідний для безпомилкового функціонування цих систем;
- встановлення відповідності дій людини-оператора нормативним вимогам у СЛТС.

Судова ергономічна експертиза (далі СЕЕ), як і будь-який вид (рід) судової експертизи, ґрунтується на певних наукових основах. Вирішення проблем теоретичного, проце-

---

Див.:<sup>4</sup> Ашеров А.Т. Методы и средства эргономического проектирования компьютерных технологий обработки информации в дискретных информационно -производственных эрготехнических системах: Д. д. т. н.: - 05.02.20. - Харьков, 1993. - 295 с.

суального, методичного й організаційного характеру по розробці нового виду експертного дослідження - судової ергономічної експертизи - вимагають своєчасного обґрунтування та визначення. Перші спроби створення понятійного апарату й визначення предмета, об'єкта й методики експертного дослідження нещасних випадків у СЛТС<sup>5</sup>.

Судовою ергономікою – будемо називати галузь (напрямок) ергономічної науки, яка вивчає фактичні обставини порушень діючих нормативних ергономічних вимог і вирішує відповідні питання, що виникають при досудовому й судовому розгляді справ про настання подій аварій, нещасних випадків та професійних захворювань.

СЄЕ будемо називати процесуальну дію, суттєвість якої полягає в дослідженні обставин справи, що проводиться в передбаченому законом порядку обізнаною в ергономічній науці особою за дорученням слідчого і суду для встановлення фактичних даних про обставини порушень діючих нормативних документів, які регламентують ергономічні норми або вимоги у системі безпеки виконання робіт в різних галузях промисловості.

Предмет експертного дослідження визначається відповідними галузями знань у певній науці, яка підлягає використанню в експертному дослідженні. Якщо говорити про предмет СЄЕ, то в даному разі ми маємо на увазі обставини, за яких виникли небезпечні умови, що призвели до настання нещасного випадку, аварії чи професійного захворювання, що визначаються на основі спеціальних ергономічних знань з поставлених на розв'язання експертизою питань.

Об'єктами судово-ергономічної експертизи в даному випадку є функціональні та/або структурні компоненти СЛТС. До об'єктів СЄЕ належать матеріалізовані джерела інформації про обставини що призвели до настання події нещасного випадку, аварії чи професійного захворювання, які зібрані в установленому процесуальному порядку, містяться в матеріалах спеціального розслідування події, матеріалах кримінальної, цивільної справи, наданих правоохоронними органами, які є джерелом одержання фактичних даних для виконання експертного дослідження із застосуванням спеціальних ергономічних знань. Враховуючи експертну практику, всі ці об'єкти можна підрозділити умовно на сім груп: 1) якості діяльності людини-оператора у СЛТС; 2) відповідності організації діяльності персоналу СЛТС ергономічним вимогам; 3) показників СЛТС; 4) відповідності організації СЛТС ергономічним вимогам; 5) технічних засобів діяльності; 6) системи формування й підтримки працездатності персоналу СЛТС; 7) техніко-економічної доцільності реалізації профілактичних заходів, вироблених за результатами експертизи.

Положення з розробки основ судово-ергономічної експертизи доповідались на Міжнародній науковій конференції з питань ергономіки у м. Габрово (Болгарія) <sup>6</sup>, на Міжнародній конференції „Схід – Захід: партнерство в судовій експертизі” у м. Нижній Новгород (Російська Федерація) <sup>7</sup>, та на Міжнародній науково-практичній конференції „Сучасний стан та перспективи розвитку нових напрямків судових експертиз в Росії та за кордоном” у м. Калінінград (Російська Федерація) <sup>8</sup>

---

Див.: <sup>5</sup> А.Т. Ашеров, В.В. Сабадаш. Судебно - ергономическая экспертиза: понятийный аппарат, методологические основы // Вестник ХНАДУ: сб. науч. тр. Х.: ХНАДУ, 2003. Вып. 23.- С. 61 - 66.

Див.:<sup>6</sup> Asherov A.T., Sabadash V.V. New Directions of Ergonomics Investigation of the System «Man – Technics – Environment» / International scientific conference UNITECH'04 // Proceedings / Gabrovo (Bulgaria), 18-19 November 2004. – P.p. 410-416.

Див.:<sup>7</sup> Ашеров А.Т., Сабадаш В.В. Судебно-ергономическая экспертиза: понятийный аппарат, методологические основы // Актуальные проблемы теории и практики судебной экспертизы: Тезисы докладов и сообщений на междунар. конф. Восток – Запад: партнерство в судебной экспертизе. – М.; Н. Новгород, 2004. – С. 56-57.

Див.:<sup>8</sup> Сабадаш В.В. Судебно-техническая экспертиза нарушений требований безопасности жизнедеятельности и охраны труда // Современное состояние и перспективы развития новых направлений судебных экспертиз в России и за рубежом: Материалы междунар. науч.-практ. конф. – Калининград, 23-24 апр. 2003г. – Калининград: Янтарный сказ, 2003. – С.352-35

Резюмуючи, слід зазначити, що в процесі становлення та формування нового самостійного виду судово-технічної експертизи - судово-ергономічної експертизи, фахівцям слід враховувати специфічність використання спеціальних ергономічних знань, специфічність об'єктів і методів експертного аналізу при дослідженні нещасних випадків у СЛТС. Разом з тим, слідча, судова й експертна практика вимагають подальшого вирішення багатьох проблем теоретичного, процесуального, методичного й організаційного характеру, перші спроби з яких зроблені автором в наукових роботах<sup>9 10 11</sup> та чекають подальшого свого вирішення і стосуються питань збирання, дослідження, узагальнення, аналізу, систематизації та оцінки доказів у процесі розслідування справ, виконання експертних висновків та розробці профілактичних рекомендацій по попередженню вірогідних нещасних випадків, пов'язаних з виконанням робіт, допущеними порушеннями й наслідками досліджуваних нещасних випадків у СЛТС.

**УДК 681.5:618.518**

**В.Д. САХАЦКИЙ**, докт. техн. наук, проф., УИПА, г. Харків

### **ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ОБСТАНОВКА В КОМПЬЮТЕРНЫХ КЛАССАХ, ЕЕ КОНТРОЛЬ И МЕТОДЫ НОРМАЛИЗАЦИИ**

Приведені результати експериментального дослідження електромагнітної обстановки (ЕМО), що створюється комп'ютерами в учбових приміщеннях. Показано, що залежно від місця розташування комп'ютера міняються розміри створюваної ним зони небезпечного випромінювання, приведені рекомендації по контролю ЕМО і методам її нормалізації.

Приведены результаты экспериментального исследования электромагнитной обстановки (ЭМО), создаваемой компьютерами в учебных помещениях. Показано, что в зависимости от места расположения компьютера меняются размеры, создаваемой им зоны опасного излучения, даны рекомендации по контролю ЭМО и методам ее нормализации.

**Постановка проблеми.** Широкое внедрение компьютерной техники во все сферы человеческой деятельности ставит на повестку дня решение вопросов биологической защиты человека от электромагнитных полей (ЭМП) компьютеров. В настоящее время установлены нормы на уровни излучения компьютеров, определены размеры опасных зон излучения, в которых осуществляется контроль напряженности поля и не рекомендуется находиться оператору [1,2,3]. В реальных условиях за счет отражения ЭМП от стен помещения размеры этих зон могут изменяться. Однако исследования этого вопроса практически отсутствуют.

---

Див.:<sup>9</sup> Сабадаш В.В. «Розробка методики ергономічної експертизи нещасних випадків у виробничих системах «людина-техніка-середовище». Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. УДК 65.015.11+34.

Див.:<sup>10</sup> Сабадаш В.В. Використання ергономічних вимог у дослідженнях порушень правил електробезпеки // Теорія та практика судової експертизи і криміналістики: Зб. наук.-практ. матеріалів. – Х., 2005. – Вип. 5. – С. 384-390.

Див.:<sup>11</sup> Сабадаш В.В. Особливості виконання судових експертиз по справам, пов'язаних із порушенням вимог безпеки життєдіяльності, охорони праці й ергономічного забезпечення // Теорія та практика судової експертизи і криміналістики: Зб. наук.-практ. матеріалів. – Х., 2006. – Вип. 6. – С. 323-329.

**Цель статьи.** Целью статьи является изучение влияния места расположения компьютеров в помещениях на формирование ЭМО в помещениях и разработка рекомендаций по нормализации ЭМО.

**Анализ литературы.** При определении процессов формирования ЭМО в заданной области и ее характеристик важную роль играют способы описания электромагнитной обстановки. Без количественного ее описания невозможно правильно оценить и обеспечить надлежащую степень защиты биологических объектов и решить вопросы электромагнитной совместимости РЭС. К настоящему времени еще не разработаны единые методы аналитического описания ЭМО, но существуют установившиеся в практике подходы для ее описания. Таковыми являются электродинамический, энергетический и вероятностный. Электродинамический подход является наиболее распространенным и широко применяемым в практике. Он базируется на решении системы дифференциальных уравнений Максвелла и определении значений напряженности электрических  $E$  и магнитных  $H$  полей в интересующей точке или области от заданных сосредоточенных или распределенных источников.

В работе [4] получены уравнения для оценки электрической напряженности ЭМП, создаваемой источником излучений в помещении, стены которого покрыты металлом. В [5] для дипольного источника излучений получены аналитические соотношения по расчету топографии ЭМП в помещении, стены которого имели заданную проводимость.

**Основное содержание статьи.** На рис.1 приведена рассчитанная в развитие работы [5] топография ЭМП в помещении, когда излучатель расположен на биссектрисе угла на расстоянии  $0,48\lambda$  от его вершины.

Размеры помещения составляли  $30 \times 15 \text{ м}^2$ , проводимость его стен принимала значения равные 0,2, 0,05, 0,005 См/м, а длина волны источника излучений  $\lambda = 3 \text{ м}$ . При расчете предполагалось, что в свободном пространстве этот источник создает опасную зону излучения, в которой напряженность электрического поля превышает санитарные нормы, на расстояниях до 6м.

Из рисунка видно, что стены помещения формируют остронаправленное излучение, размеры опасной зоны которого (заштрихованная область) намного превышают 6м.

Если проводимость стен будет уменьшаться, до значения равного 0,005 См/м то, как видно из рис.1 в, опасная зона излучения также уменьшается и приближается к размерам опасной зоны источника в свободном пространстве.

Таким образом, уменьшить уровень ЭМП в помещении можно за счет уменьшения проводимости его стен, то есть уменьшения их отражательных свойств.

Экспериментальное исследование топографии ЭМП проводилось в учебном классе. Класс имел размеры 14 метров в длину и 9 метров в ширину, стены кирпичные тол-

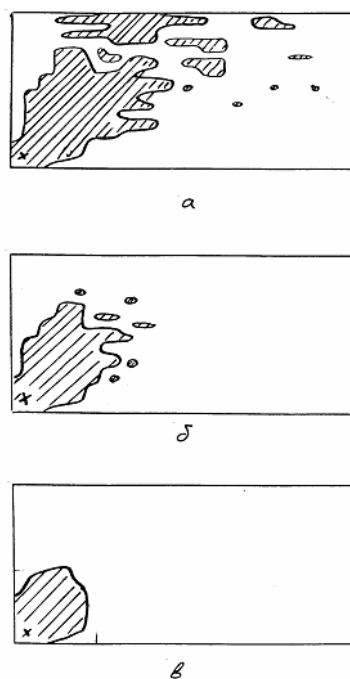


Рис.1. Зоны опасного излучения источника ЭМП электрического типа при различной проводимости стен

а -  $\sigma = 0,2 \text{ См/м}$ ; б -  $\sigma = 0,05 \text{ См/м}$ ; в -  $\sigma = 0,005 \text{ См/м}$

щиной 40 см. В классе по периметру были размещены 12 компьютеров, из них 11 компьютеров находились на расстоянии 30 см от стены, расстояние между компьютерами составляло 90 см, а один компьютер находился в углу помещения на расстоянии одного метра от угла. На рис.2 показан учебный класс с расположенными в нем компьютерами и условно нанесенной сеткой шагом в 1 метр. Известно, что ЭМП компьютера занимает широкий частотный спектр. Поэтому для оценки уровня ЭМП в помещении использовался широкополосный индикатор напряженности поля аналогичный описанному в [6]. Согласно [1-3] компьютерная техника может создавать повышенный уровень излучения на расстояниях до 0,5 м - 0,6 м. С учетом изложенного методика измерения уровня ЭМП в помещении заключалась в следующем. Индикатор напряженности ЭМП располагался на расстоянии 0,5 м. от лицевой части монитора и отмечались показания индикатора. Системный блок располагался рядом с монитором. Это показание уровня ЭМП считалось таким, которое соответствует санитарным нормам. Затем, обходя компьютер, определялись те точки в помещении, на которых измеряемый уровень напряженности поля соответствовал прежним показаниям индикатора. Линия, на которой размещались эти точки, описывала границу повышенного уровня (опасную зону) излучения компьютера. Результаты исследования представлены на рис.2-4.

Аналогичное исследование были проведены для помещения, в котором располагался только один компьютер. Размеры помещения составляли 6 м. в длину и 4 м. в ширину. Стены помещения были также кирпичные толщиной 30 см. Компьютер располагался в первом случае непосредственно возле стены, во втором случае на расстоянии 0,5 м. от стены и в третьем случае на расстоянии 1 м. от стены так как показано на рис. 3 позициями А, Б и В. Если компьютер расположен в углу помещения, то картина зон повышенного уровня излучения показана на рис.4. Позиция А соответствует расположению компьютера на расстоянии 2,5 м. от угла, позиция Б - 1 м. от угла, позиция В- 3 м. от угла. Метод измерения был аналогичен описанному выше.

Как видно из рис. 2 стены помещения даже с малой проводимостью оказывают существенное влияние на форму электромагнитной обстановки в помещении. В частности, для компьютеров, расположенных вдоль стены помещения на расстоянии 0,3 м от стены, наблюдается увеличение опасной зоны излучения. Из рисунка видно, что опасный уровень излучения может достигать расстояний не 0,5 м как положено по нормам, а расстояние от одного до трех метров. Это означает, что в этом случае нужно принимать меры по защите оператора. Полученные результаты также показывают, что контроль уровня ЭМП должен проводиться не только на 0,5 м от компьютера вблизи его монитора, но и в окружающем пространстве на расстоянии до трех метров.

Если в помещении расположен один компьютер, то, как видно из рис. 2 и рис.3 размеры зоны его опасного излучения также зависят от места расположения компьютера в помещении. Размеры опасной зоны излучения превышают расстояние в 0,5 м.. По этому и для одного компьютера уровень излучения должен контролироваться на расстоянии до трех метров.

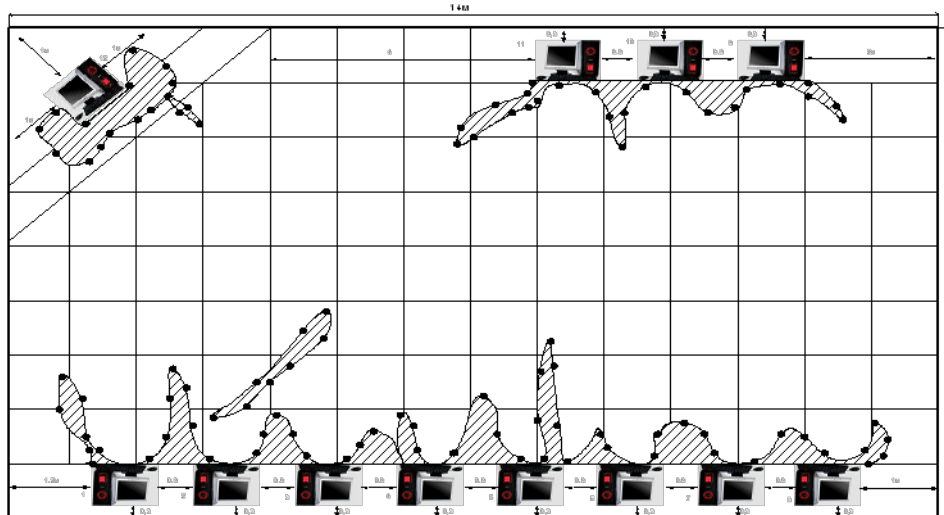


Рис.2. Топография повышенного уровня ЭМП в компьютерном классе

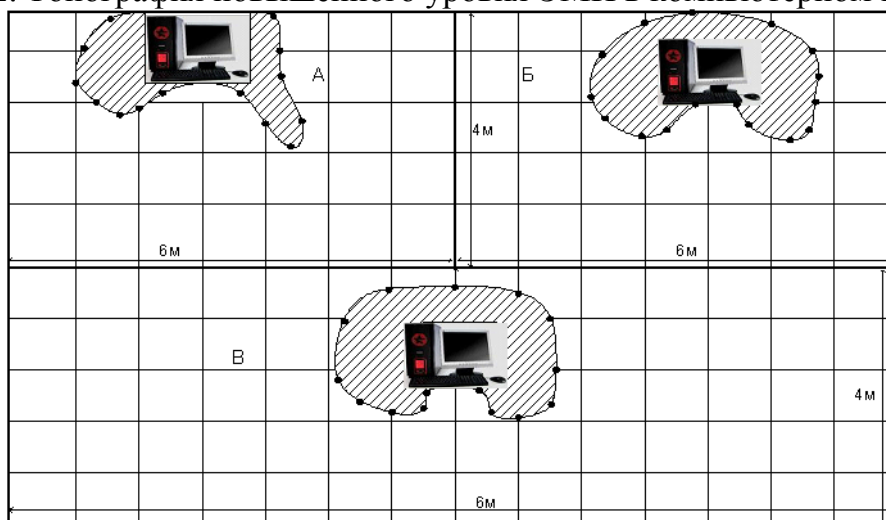


Рис.3. Топография повышенного уровня ЭМП компьютера

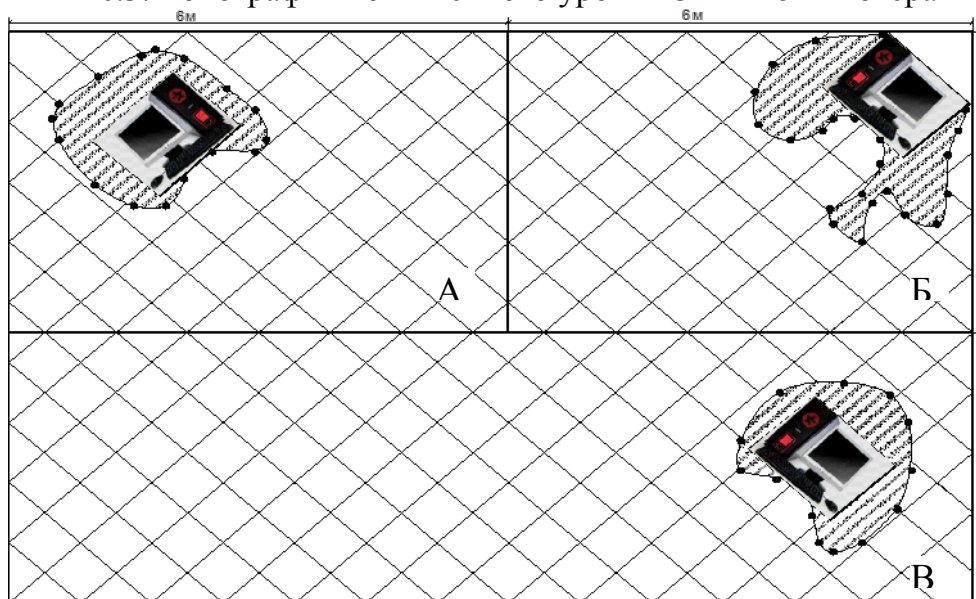


Рис.4. Топография повышенного уровня ЭМП компьютера при его расположении в углу помещения

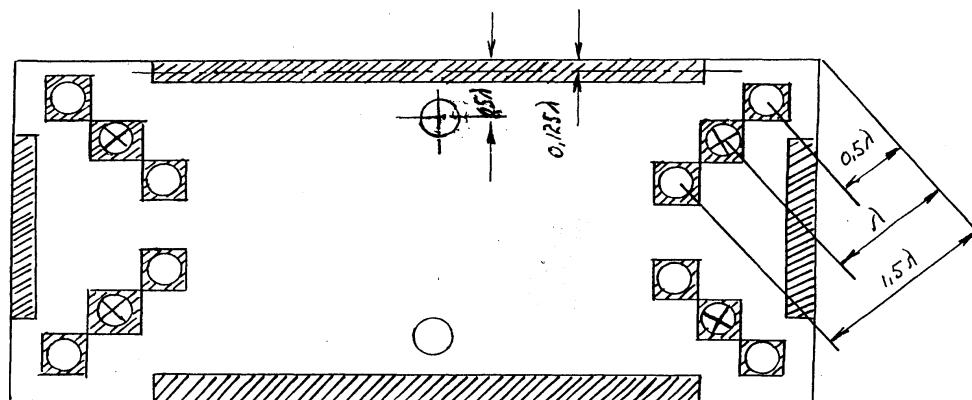


Рис.5. Запрещенные зоны в производственном помещении

- - зоны, запрещенные для расположения рабочих мест;
- - для источников ЭМП электрического типа;
- ⊗ - для источников ЭМП магнитного типа.

Для нормализации электромагнитной обстановки в компьютерных классах можно воспользоваться результатами работы [7]. Здесь для источников ЭМП электрического и магнитного типов найдены те места их расположения в помещении, в которых эти источники создают в помещении максимальные зоны опасного излучения. Следовательно, в этих местах располагать такие источники нецелесообразно. Воспользовавшись приведенными в работе математическими моделями, можно определить те зоны помещения, в которых не следует располагать ни источники излучений, ни рабочие места. Для наглядности такие зоны помещения показаны на рис.5. Здесь зоны, отмеченные прямоугольниками, относятся к рабочим местам, а отмеченные окружностями - к источникам ЭМП. На рисунке указаны эффективные расстояния. Зная проводимость стен помещения и эффективные расстояния по приведенным в [7] соотношениям можно определить реальные координаты запрещенных зон. Реальные координаты для железобетонных стен помещений будут примерно совпадать с приведенными на рисунке.

Другим методом нормализации ЭМО в компьютерных классах является облицовка стены, вблизи которой находится компьютер, радиопоглощающим материалом. В этом случае, как видно из рис.1в, за счет уменьшения отражательных свойств стен размеры зоны опасного излучения существенно уменьшаются.

**Выводы.** Проведенные экспериментальные исследования подтвердили теоретические результаты работы [5] о влиянии проводящих стен помещения на размеры опасных зон излучений источников ЭМП. Экспериментально доказано, что и при малой проводимости стен они оказывают существенное влияние на топографию ЭМП в помещении. Для уменьшения размеров зон опасного излучения компьютера стены помещения целесообразно облицовывать радиопоглощающим материалом либо не допускать расположение компьютера в запрещенных зонах. Полученные результаты необходимо учитывать при проектировании компьютерных классов и контроле уровня ЭМП компьютеров.

**Список литературы:** 1. Сынзыныс Б.И., Ильин А.В. Биологическая опасность и нормирование ЭМИ персональных компьютеров. -М: Русполиграф,1997.-67с. 2. Сборник законодательства Российской Федерации.- 1999.-№14.-ст.1650. 3. Сборник законодательства Российской Федерации.- 2000.-№31.-ст.3295. 4. Черномордик Д.А. Расчет поля, измерение радиопомех в экранированном помещении // Труды НИИР. – 1982.- N 4.- с. 94 – 99. 5. Сахацкий В.Д. Распределение поля излучателя в помещении с полупроводящими стенами // Электромагнитные волны и электронные системы.- 1998.-Т.3.-№5.-С.68-71. 6. Спиральная антенна для излучения сверхширокополосных сигналов// Антенны.- 1997.- Вып.1(38).-С.61-63. 7. Сахацкий В.Д. Координаты опас-

## УДК 621.792.8

*А.А. СВЯТУХА*, канд. техн. наук, доц., УИПА, г. Харьков

### **ВЛИЯНИЕ МАТЕРИАЛА ДЕТАЛЕЙ НА ПРОЧНОСТЬ СОЕДИНЕНИЙ С НАТЯГОМ, СОБРАННЫМИ ТЕПЛОВЫМ МЕТОДОМ С РАЗЛИЧНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ**

У роботі розглядається вплив матеріалу деталей з'єднань з натягом, які зібрані тепловим методом з різними покриттями на їх міцність і якість. Зокрема проведені дослідження нерухомих з'єднань, у яких вал виготовлений із сталі, а втулка із чавуну. В результаті досліджень даються рекомендації щодо оптимального виду покриттів, які забезпечують відповідну міцність і якість таких з'єднань.

В работе рассматривается влияние материала деталей соединений с натягом, которые собраны тепловым методом с разными покрытиями, на их прочность и качество. В частности, проведены исследования неподвижных соединений, в которых вал изготовлен из стали, а втулка из чугуна. В результате исследований даются рекомендации относительно оптимального вида покрытий, которые обеспечивают соответствующую прочность и качество таких соединений.

**Постановка проблемы.** Использование покрытий на валу в виде вязких композитных смесей из мелкодисперсных металлических порошков при сборке его с нагретой охватывающей деталью способствует существенному повышению прочности и качества соединений по сравнению с обычной тепловой сборкой без покрытия, либо с другими видами известных покрытий (гальваническими, лаковыми и др.) [1].

Кроме того, в случае необходимости соединение можно разобрать распрессовкой, не вызывая повреждений посадочных поверхностей сопряженных деталей. Это позволяет повторно использовать разобранные детали без дополнительной механической обработки. Следует отметить, что в результате фрикционного осаждения материалов композитной смеси на сопрягаемых поверхностях при распрессовке, повторные сборки во многих случаях осуществлялись без дополнительного нанесения покрытий.

Известно, что большая часть проведенных исследований по установлению прочности и качества собранных с натягом соединений осуществлялась для деталей из однородных материалов: стальной вал-стальная втулка.

Однако во многих случаях изготовление сопряженных с натягом деталей осуществляется из разнородных материалов. Большое распространение в машиностроении получили соединения из стальной охватываемой детали (вала) и чугунной охватывающей (втулка). Значение коэффициента трения в этих соединениях существенно зависит от строения и количества свободного графита в чугуне. Как известно из структуры строения графита [2] атомы углерода располагаются в нём в виде параллельных плоских слоёв, которые отстоят друг от друга на расстоянии 3,40А. При этом атомы углерода в каждой плоскости располагаются в правильный гексагональный ряд с расстоянием между собой равным 1,42А. Прочность связи атомов каждого слоя намного больше прочности связи атомов между соседними слоями. Эта особенность строения графита позволила выдвинуть на основании открытия В.Брега [3] так называемую структурную теорию, объясняющую смазывающую способность графита относительно малой механической прочностью связи между атомами слоёв. Происходящее при трении скольжение графита



вдоль этих слоёв способствует значительному уменьшению фрикционности сопряжённых деталей. Этим во многом и объясняется более низкий коэффициент трения для соединений стальной вал-чугунная втулка по сравнению с аналогичными соединениями стальной вал-стальная втулка. Причём с увеличением контактных давлений в соединении коэффициент трения несколько уменьшается.

В связи с этим прочность соединений с чугунной охватывающей деталью, собранных тепловым методом без покрытий в 3-3,5 раза ниже аналогичных соединений со стальной охватывающей деталью. Поэтому повышение несущей способности указанных соединений является необходимым условием надёжной, качественной и безопасной работы узла.

**Изложение основного материала.** Для повышения прочности соединений с натягом стальной вал-чугунная втулка исследовались различные вязкие композитные покрытия из мелкодисперсных металлических порошков разведённых в глицерине, полиметилсилоксановой жидкости типа ПМС-60, а также покрытия на основе раствора жидкого стекла.

Для сравнительной оценки прочности скрепления деталей при тепловой сборке использовались образцы, представленные на рис. 1

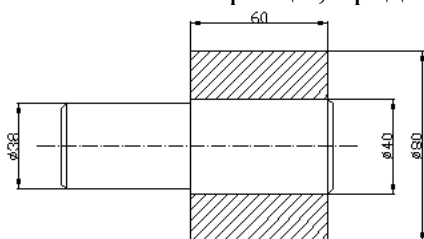


Рис. 1- Образцы для проведения сравнительных испытаний

Материалы валов испытываемых образцов изготовлены из нормализованной стали 45; втулки – из высокопрочного чугуна марки ВЧ 42-12. Исходная шероховатость сопрягаемых поверхностей деталей  $R_a=2,5$ . В качестве покрытий вала использовались композитная смесь из мелкодисперсных металлических порошков алюминия и меди, разведённых в глицерине в соотношении объёмов 1:0,12:0,12 [4], а также покрытие на основе раствора жидкого стекла [5].

Натяги в соединениях для всех образцов составляли  $\delta = 0,035$  мм. Температура нагрева втулок находилась в пределах 250 – 300°C. Расчёт температуры осуществлялся по формуле:

$$T = \frac{\delta + h + \Delta_{сб}}{\alpha \cdot d} + T_0 \text{ } ^\circ\text{C},$$

где  $\delta$  - натяг в соединении, мм;  $h$  – толщина покрытия, принятая равной удвоенному размеру частиц металлических порошков смеси;  $\Delta_{сб}$  - сборочный зазор, определяемый зависимостью  $0,01 \sqrt{d}$ , где  $d$  - диаметр сопряжения, мм;  $\alpha$  - коэффициент линейного расширения  $(12,1-13,6) \cdot 10^{-6}$ ;  $T_0$  – температура окружающей среды, °C.

Покрытия наносились на вал непосредственно перед сборкой его с нагретой втулкой. Распрессовка соединений производилась после естественного охлаждения их до температуры окружающей среды с записью диаграммы.

Диаграммы распрессовок и графики прочности соединений с некоторыми покрытиями приведены на рис. 2.

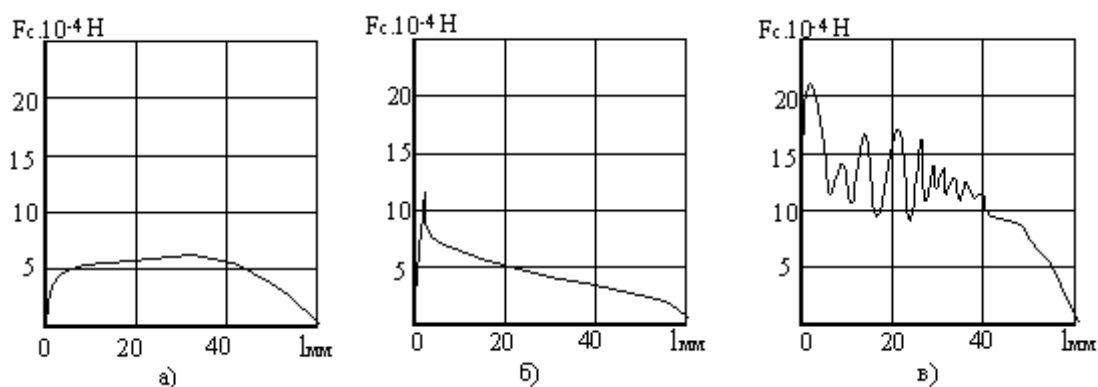


Рис.2- Диаграммы распрессовок соединений стальной валчугунная втулка, собранных с различными покрытиями: а) без покрытия; б) глицерин + Al +Cu; в) покрытие на основе раствора жидкого стекла.

Из анализа диаграмм следует, что композитная смесь глицерина с мелкодисперсными порошками алюминия и меди позволяет повысить прочность скрепления деталей в 1,4-1,8 раза по сравнению с обычными тепловыми без покрытия. При этом после распрессовки соединения с такими покрытиями на посадочных поверхностях сопряжённых деталей не наблюдалось каких-либо повреждений (задиры, риски, царапины), что позволяет использовать распрессованные детали повторно без дополнительной обработки. К тому же повторную сборку можно производить без нанесения покрытия. Это связано с тем, что после распрессовки на посадочных поверхностях в результате фрикционного осаждения внедрённых в микронеровности пластичных компонентов покрытия существенно увеличивается площадь контакта поверхностей, которая является одним из главных параметров прочности скрепления деталей соединённых с натягом.

При повторной тепловой сборке соединений из распрессованных деталей и последующей распрессовки усилие срыва практически не уменьшилось по сравнению с первой распрессовкой.

После распрессовки соединений, собранных тепловым методом без покрытий посадочные поверхности имели глубокие задиры, приводящие в негодность обе детали распрессованного соединения.

Значительное повышение прочности скрепления деталей наблюдается в соединениях, где в качестве покрытий вала при тепловой сборке использовался раствор жидкого стекла, обладающий после застывания высоким коэффициентом трения порядка 0,9. Помимо высокого коэффициента трения жидкое стекло обладает хорошей текучестью и способностью несколько увеличиваться в объёме при застывании (кристаллизации). Проникая во все микропустоты затвердевшее стекло может разрывать окисные плёнки, вызывая при взаимном давлении сопряжённых поверхностей втулки и вала холодную микросварку по вершинам шероховатостей. Сочетание высокого коэффициента трения с наличием мостиков микросварки создаёт прочную связь между сопряжёнными с натягом деталями.

Из графиков усилий срыва (рис.2, в) видно, что прочность с таким покрытием в 4,2 раза выше прочности обычных тепловым без покрытий и в 2,1 раза выше чем с покрытием композитной смесью. При этом повреждения посадочных поверхностей деталей при распрессовке значительно меньше, чем в соединениях собранных без покрытий. Это можно объяснить тем, что образующаяся тонкая плёнка кремнезёма, в случае применения раствора жидкого стекла, внедряясь в поверхность чугунной втулки, образует своего рода наждачный инструмент, который несмотря на значительную фрикционность не повреждает сопрягаемые поверхности, а как бы шаржирует их.

Кроме глицерина представляет интерес использование в качестве связующего материала мелкодисперсных порошков полиметилсилоксановой жидкости типа ПМС-60 ГОСТ 13032-67, которая представляет собой смесь полимеров линейного и разветвлённого строения, содержащих 35,5-38,5% растворённого кремния. Коллоидный раствор кремния в ПМС увеличивает коэффициент трения между сопряжёнными поверхностями деталей неподвижных соединений, обуславливая, тем самым, возможность повышения их статической прочности.

С этой связующей жидкостью использовались мелкодисперсные металлические порошки меди и алюминия, а также однокомпонентные порошки никеля Ni, окиси титана TiO<sub>2</sub>.

Сравнительные результаты усилий срыва на прочность соединений в зависимости от натяга, собранных тепловым методом с различными покрытиями, где в качестве охватываемой детали был стальной вал, а в качестве охватывающей чугунная втулка представлены на графике (рис.3).

**Выводы.** Предложенные вязкие композитные покрытия для соединений с натягом стальной вал-чугунная втулка, собираемые тепловым методом оказывают существенное влияние на повышение прочности и качества собранных соединений по сравнению с обычными тепловыми без покрытий. При этом в зависимости от материала мелкодисперсных порошков и связующего материала можно получать соединения с необходимыми эксплуатационными свойствами.

Для соединений, требующих периодической разборки наиболее оптимальным является покрытие на основе глицерина включающее мелкодисперсные порошки меди и алюминия. Использование такого покрытия позволяет повысить прочность в 1,7-1,9 раза против обычных тепловых и сохранить после распрессовки высокое качество сопряжённых поверхностей деталей пригодных для повторного использования. Для соединений, главным условием которых является высокая прочность может быть использовано покрытие на основе раствора жидкого стекла.

**Список литературы:** 1.Кравцов М.К., Святуха А.А., Чернов В.В. Промежуточные среды в соединениях с натягом. -Харьков: Изд-во Штрих. 2001.-200. 2. Боуден Ф.П., Тейбор Д. Трение и смазка твёрдых тел. М. Маш-е. 1968, 543с. 3. Bragg W. Introduction to Grystal Analysik. Bell a Sons, 1948, p. 64. 4. А.с. № 474421 (СССР). Способ соединения деталей. Андреев Г.Я., Святуха А.А., Белостоцкий В.А. – Оpubл. в Б.И. 1975, №23. 5. А.с. № 1232453 (СССР). Способ сборки деталей с натягом. Святуха А.А., Кравцов М.К., Любов В.А. – Обубл. в Б.И. 1984, №19.

**УДК 621.311.25**

**В.М. ЧИЖИКОВА**, асп., УИПА, г. Харьков

**Р.М. ТРИЦ**, докт. техн. наук, зав. кафедрой, УИПА, г. Харьков

**С.М. ПОЛИЩУК**, канд. техн. наук, доц., УИПА, г. Харьков

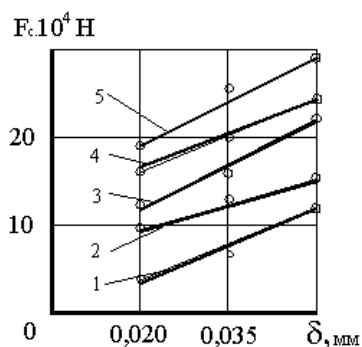


Рис.3 – График изменения усилия срыва от натяга для соединений стальной вал-чугунная втулка с различными покрытиями: 1) – тепловые без покрытия; 2) – тепловые с покрытием глицерин+Cu+Al; 3) – тепловые с покрытием ПМС+TiO<sub>2</sub>; 4) – тепловые с покрытием ПМС+Ni; 5) – тепловые с покрытием раствором жидкого стекла.

## УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ДИАГНОСТИКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕСУРСА ОБОРУДОВАНИЯ АЭС

Показано, що впровадження систем контролю і діагностики устаткування на підприємствах дозволить поліпшити якість експлуатації, підвищити їх безпеку і надійність, зменшити експлуатаційні витрати на підтримку працездатності і своєчасно виводити їх з експлуатації (для ремонту).

Показано, что внедрение систем контроля и диагностики оборудования на предприятиях позволит улучшить качество эксплуатации, повысить их безопасность и надежность, уменьшить эксплуатационные затраты на поддержание работоспособности и своевременно выводить их из эксплуатации (для ремонта).

В настоящее время остро стоит вопрос о продлении эксплуатации значительной части элементов оборудования и технологических систем действующих на Украине АЭС, с выработанным календарным сроком. В связи с этим большое внимание уделяется определению максимально-реальной оценки остаточного ресурса по эксплуатационным данным для продления срока эксплуатации рассматриваемых элементов оборудования и технологических систем без снижения показателей надёжности и безопасной эксплуатации АЭС, которые изложены в серии стандартов ИСО 9000 – ИСО 9004, ИСО 8402.

Актуальность данной работы в управлении качества диагностики таких элементов АЭС как трубопроводные системы, уменьшение вибрационной нагрузки которых позволяет значительно продлить срок эксплуатации элементов оборудования и основного металла трубопроводов, непосредственно связанного с рассматриваемой трубопроводной системой, а также снизить вероятность возникновения недопустимых дефектов металла элементов технологических систем. Контроль качества при проведении обследований, включающие проведение измерений, экспертиз, испытаний для оценки одной или нескольких характеристик объекта, проверки его соответствие установленным требованиям по качеству должны обеспечить показатели надежности и безопасности при продлении сроков эксплуатации.

При проведении контроля и проверке качества продукции государственные надзорные органы и специализированные организации руководствуются нормативными актами и стандартами Украины, а проводимые работы должны удовлетворять обязательным требованиям, соответствующих стандартов[1].

Опыт эксплуатации действующих АЭС на Украине и за рубежом показывает, что колебания трубопроводных систем могут достигать значительных величин и служить причиной серьезных нарушений в работе основного оборудования и прямо влиять на безопасность эксплуатации ядерной энергетической установки.

Высокая вибрационная нагрузка трубопроводных систем является одной из причин возникновения дефектов основного металла и околошовных зон усталостного характера. Основными событиями, к которым может привести повышенная вибрация, являются: появление сквозных трещин в основном металле и околошовных зон сварных стыков, обрыв импульсных трубок, ослабление фланцевых соединений, заклинивание регулирующих органов арматуры и т.д.

Согласно результатам предварительного анализа вероятности безопасной эксплуатации пилотных энергоблоков ОП АЭС, вклад исходных событий аварии, связанных с разрывом трубопроводов, в суммарную частоту повреждения активной зоны (интегральный показатель риска эксплуатации энергоблока АЭС) составляет значительный процент.

Одним из критериев оценки технического состояния основного металла и околошовных зон сварных стыков трубопроводных систем является поверочный расчёт на циклическую прочность с учетом вибрации, для проведения которого необходимо иметь

реальные данные вибрационных исследований колебаний трубопроводов. Повышение вибрационной устойчивости трубопроводной системы достигается либо применением установки антивибрационных устройств различных типов, либо реконструкцией опор и подвесок трубопроводной системы или изменением гидравлических характеристик рабочей среды в зависимости от месторасположения и трассировки рассматриваемой трубопроводной системы. Вышеуказанный комплекс мероприятий позволяет произвести отстройку собственных частот от детерминированных частот возбуждения согласно требованиям ПНАЭ Г-7-002-86[2].

Проводимая на энергоблоках ОП АЭС модернизация, связанная с заменой оборудования, арматуры, на более совершенные типы может привести к ухудшению динамических характеристик трубопроводных систем за счет изменения спектра детерминированных частот возбуждения колебаний и нарушения их отстройки от собственных частот согласно требованиям ПНАЭ Г-7-002-86.

Для эффективной организации работ определения направлений по управлению программой продления ресурса и модернизации АЭС необходим системный анализ процесса эксплуатации, морального и физического старения оборудования.

Отсюда вытекают следующие задачи:

1. Анализ нормативной базы, подходов, методов и моделей по проблеме продления ресурса безопасной эксплуатации АЭС.

2. Системный анализ и структуризация функциональных задач продления ресурса безопасной эксплуатации АЭС:

- исследование состояния оборудования;
- прогнозирование динамики старения;
- определения мероприятий по продлению ресурса АЭС и ее элементов.

3. Формирование системного представления государственной программы продления ресурса.

4. Разработка комплекса методов анализа и управления программой продления ресурса АЭС.

- реализуемость программы;
- уровня достаточности обеспечивающих ресурсов;
- динамики финансирования;
- возможности привлечения инвестиций;
- эффективности организационной структуры управления;
- управления качеством.

5. Разработка автоматизированной системы оперативного управления и интегрированной информационной управляющей системы анализа, моделирования и управления программой продления ресурса АЭС.

Расчет остаточного ресурса трубопроводных систем АЭС должен осуществляться с позиций вибропрочности с учетом действия статических и тепловых нагрузок, эрозионно-коррозионного износа и других факторов.

Изменение во времени величины вибронапряжений в стенках конкретного трубопровода однозначно определяется изменением во времени формы упругой линии при колебаниях трубопровода. Это позволяет производить оценку вибронапряженного состояния и остаточного ресурса трубопровода, используя результаты измерения виброперемещений.

Оценка величины остаточного ресурса с позиции вибропрочности производится следующим образом.

Вначале выполняется анализ условий эксплуатации трубопровода и определяются среднегодовые значения параметров нагружения.

Производятся измерения физико-механических свойств основного металла и металла сварных швов и сравнение их с принятыми в прочностных расчетах при проектировании. Если величины измеренных характеристик меньше принятых при проектировании, то для дальнейшего расчета принимаются значения характеристик, полученные измерениями.

Выполняются расчеты трубопровода на статическую прочность при номинальном режиме эксплуатации и расчеты напряжений при пусках-остановах. В результате расчетов определяются опасные сечения и напряжения в них. Определяются сечения, в которых необходимо произвести измерения параметров вибраций трубопровода.

Затем выполняются измерения вибраций трубопровода в ряде выбранных сечений. Результаты измерений обрабатываются и представляются в виде временной функции виброперемещений  $x = x(t)$  и спектральной характеристики  $a_x = a_x(f)$ , выделяется блок нагружения и производится схематизация случайного процесса изменения виброперемещений в выделенном блоке нагружения.

Следует отметить, что в настоящее время нет нормированных значений для вибрации стержневых систем, а разработанные нормы вибрации охватывают всю номенклатуру машин серией стандартов ИСО эксплуатируемых в СНГ [3-11].

ИСО 10816/3 устанавливает нормы вибрации (СКЗ виброскорости и вибросмещения) промышленных машин (центробежных компрессоров и насосов, электродвигателей всех типов, промышленных газовых турбин мощностью до 3 МВт, вентиляторов и воздуходувок) на корпусах подшипников. Нормы вибрации установлены в зависимости от мощности машин или высоты вала, типа и класса опор (жесткие или податливые) в частотном диапазоне от 10 Гц до 1000 Гц (для машин, скорость которых ниже 600 об/мин от 2 Гц до 1000 кГц). Нормы установлены для четырех зон технического состояния (А; В; С и Д). По сравнению с ИСО 2372 в ИСО 10816/3 нормы для границы зон С/Д ужесточены с целью обеспечения требований непрерывной работы машин в течение 3 лет. В стандарте ИСО 10816/3 установлены два критерия оценки вибрационного состояния машин. Один из них рассматривает сами значения, а другой – их изменения. Если изменение вибрации превышает 25% значения верхней границы зоны В, то оно является существенным. В ИСО 10816/3 также установлены ограничения на функционирование машин.

На Украине в 1993 году были разработаны первые редакции ДСТУ 3160 – ДСТУ 3163 [23-26]. Которые полностью соответствовали требованиям ИСО 2372 и ИСО 7919/3, а также существенно их дополняли. Они и сейчас дополняют требования ИСО 10816/3. При введении его в России (2000 г.) ДСТУ 3161 и ДСТУ 3163 были включены в библиографию стандарта. ДСТУ 3162 является пока единственным стандартом для оценки вибрационного состояния поршневых компрессоров. Эти стандарты Украины используются при сертификации компрессорного оборудования, т.к. требования их являются обязательными.

Для контроля вибрации трубопроводов в ДСТУ 3161 и ДСТУ 3162 установлены нормы виброскорости. Уровни виброускорения трубопровода необходимо устанавливать по результатам расчета деформации его конструкции от температуры, статической и динамической нагрузки, учета отстройки от собственных частот.

Для оценки вибрационного состояния и ресурса трубопроводов на АЭС Украины используется нормативный документ МВ-Т.0.27.003-09 «Методика вібродслідження трубопровідних систем АЕС» приведенный в [12].

Процесс изменения во времени виброперемещений (и, следовательно, вибронапряжений) является случайным, причем, как правило, случайным широкополосным.

Как известно, для широкополосных процессов результаты схематизации различны в зависимости от принятого метода схематизации. Наиболее достоверные результаты дает схематизация по методам полных циклов или «дождя». Результаты схематизации случайного процесса по этим методам практически совпадают.

После обработки результатов одним из этих методов получаем распределение амплитуд виброперемещений для выделенного блока нагружения.

Затем выполняются вибрационные расчеты трубопровода по программе, в которой принята стержневая модель трубопровода. Вначале производится сравнение расчетной зависимости амплитуд виброперемещений от частоты с экспериментальной. При наличии существенных отклонений повторяются измерения и уточняются исходные данные для расчетов. После достижения удовлетворительного совпадения результатов расчетов и измерений рассчитываются амплитуды вибронапряжений в опасных сечениях, соответствующее выделенным в результате схематизации случайного процесса амплитудам виброперемещений, а также максимальная амплитуда вибронапряжений и частота повторения блоков нагружения  $f_{\sigma} = \frac{1}{T}$ .

В результате реальный случайный процесс нагружения заменяется эквивалентным полигармоническим.

После этого полученное полигармоническое нагружение по методу, разработанному институтом проблем прочности АН Украины, трансформируется в эквивалентное по долговечности гармоническое. В соответствии с этим методом эквивалентная амплитуда гармонического нагружения определяется следующим образом:

$$\sigma_{a, \text{эН}} = \sigma_{ac} \left[ 1 + \sum_{i=1}^r \left( \frac{f_i}{f_{\sigma}} \right)^{\frac{1+n}{m \cdot n}} \left( \frac{\sigma_{np i}}{\sigma_{ac}} \right)^{\frac{1+n}{n}} \right]^{\frac{1+n}{1+n}}$$

где  $\sigma_{ac}$  – амплитуда наибольшего размаха напряжений;

$\sigma_{np}$  – амплитуда приведенного напряжения в  $i$  – м блоке схематизированного макроблока;

$f_i$  – частота нагружения в  $i$  – м блоке;

$f_{\sigma}$  – частота макроблоков;

$n, m$  – показатели степени, значения которых определяются в зависимости от характеристик материала.

Величины эквивалентных по долговечности амплитуд вибронапряжений корректируются с учетом:

- влияния на усталостную прочность среды;
- концентрации напряжений в сварных швах;
- отличия свойств сварного шва и основного металла.

Корректирующие коэффициенты определяются в соответствии с «Нормами расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок ПНАЭ Г-7-002-86»

После этого определяется величина накопленного за год суммарного усталостного повреждения:

$$a_{\Sigma} = a_n + a_{хол} + a_{\sigma} + a_{ав} + a_{ННУЭ} ,$$

где

$a_n, a_{хол}, a_z, a_{ав}, a_{ННУЭ}$  - повреждение на номинальных режимах эксплуатации, пусках-остановах из холодного и горячего состояний, аварийных режимах и режимах ННУЭ.

Величина повреждения для каждого из режимов определяется как отношение отработанного количества циклов к допустимому:

$$a = N/[N]$$

Допустимое число циклов определяется по расчетным кривым усталости «Норм расчета на прочность...» или по формуле

$$(4n_N[N])^{e + \frac{1}{1-r}}$$

Заключительным этапом выполнения работ является внедрение рекомендаций по снижению вибрационной активности трубопроводных систем с целью продления их срока службы и оценка эффективности выполнения этой работы.

В настоящее время в области диагностики и прогнозирования технического состояния разрабатываются ряд проектов стандартов ИСО[13-22], требования которых целесообразно знать до их ввода в действие.

В практике виброконтроля принято вибросмещение измерять в диапазоне частот от 0 до 10 Гц, виброскорость - от 10 до 1000 Гц, виброускорение – свыше 1кГц до 10 – 20 кГц. Это позволяет более объективно оценивать действующую нагрузку на элементы оборудования.

Повышение надежности и безопасности оборудования и трубопроводов было всегда одной из первоочередных технических проблем. Согласно нормативным документам Украины необходимо определять и периодически контролировать основные показатели надежности и безопасности оборудования. При достижении их предельного состояния (при котором эксплуатация недопустима или нецелесообразна) они направляются в ремонт или проводится замена. Продление ресурса объекта сверх расчетного и предотвращения незапланированных отказов, а также повышение безопасности работающих является одной из важнейших задач предприятия.

Решение проблемы проводится по многим направлениям. Совершенствование методов мониторинга и диагностики - одно из них. Эффективный контроль готовой продукции закрывает путь к потребителю некачественной продукции, а внедрение в эксплуатацию средств, позволяющих быстро и точно определить техническое состояние работающего оборудования, дает возможность принять верное решение, по времени проведения и объему ремонта, организовать ремонт составных частей по фактическому состоянию. Предприятия – потребители продукции машиностроения начали создавать системы мониторинга и диагностики оборудования. Для этого им требуется больше информации о поставляемых изделиях, прежде всего, сведения о кинематике и базовые вибрационные характеристики, а также о влиянии режима работы на интенсивность основных виброакустических источников.

При эксплуатации оборудования рекомендуется ежедневно контролировать общие уровни виброскорости и виброускорения подшипников, а также оценивать интенсивность основных виброакустических источников через 600 – 1200 часов работы (периодичность целесообразно устанавливать в зависимости от наработки на отказ самого слабого узла). Для трубопроводов такая периодичность устанавливается индивидуально эксплуатирующей организацией.

В Украине из-за отсутствия недорогих технических средств и необходимого программного обеспечения по мониторингу и диагностике, обязательной сертификации качества оборудования сдерживалось внедрение стандартов ДСТУ 3160 – ДСТУ 3163, ко-



торые можно использовать и для других промышленных машин (см. ИСО 10816/3). Необходимо только уточнить требования по режиму работы машины.

В настоящее время предприятиям предлагаются различные технические средств и программное обеспечение для мониторинга и диагностики оборудования. При их выборе необходимо учитывать требования стандартов Украины. Внедрение систем контроля и диагностики оборудования на предприятиях позволит улучшить качество эксплуатации, повысить их безопасность и надежность, уменьшить эксплуатационные затраты на поддержание работоспособности и своевременно выводить их из эксплуатации (для ремонта).

**Список литературы:** 1. Декрет Кабинета Министров Украины № 30-93. 2. Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок (ПНАЭ Г-7-002-86) / Госатомэнергонадзор СССР.-М.: Энергоатомиздат, 1989.-524 с. 3. ГОСТ 20815-93 Машины электрические вращающиеся. Механическая вибрация некоторых видов машин с высотой оси вращения 56 мм и более. Измерение, оценка и допустимые значения. 4. ГОСТ 25364-97 Вибрация. Агрегаты паротурбинные стационарные. Нормы вибрации опор валопровода и общие требования к проведению измерений. 5. ГОСТ 27165-97 Агрегаты паротурбинные стационарные. Нормы вибрации валопровода и общие требования к проведению измерений. 6. ГОСТ ИСО 10816/1-1997 Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерения вибрации на невращающихся частях. Общие требования. 7. ИСО 10816/2: 2001 Вибрация. Оценка состояния машин по результатам измерения вибрации на невращающихся частях. Часть 2. Крупные стационарные паровые турбины и генераторы мощность свыше 50 МВт и номинальной скоростью 1500, 1800, 3000 и 3600 об/мин. 8. ГОСТ ИСО 10816/3-1998 Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерения вибрации на невращающихся частях. Часть 3. Промышленные машины номинальной мощностью свыше 15 кВт и номинальной скоростью вращения от 120 до 15000 об/мин. 9. ГОСТ ИСО 10816/4-1998 Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерения вибрации на невращающихся частях. Часть 4. Газотурбинные установки. 10. ИСО 10816/5: 2000 Вибрация. Оценка состояния машин по результатам измерения вибрации на невращающихся частях. Часть 5. Агрегаты на гидроэлектростанциях и насосных станциях. 11. ИСО 10816/6: 2000 Вибрация. Оценка состояния машин по результатам измерения вибрации на невращающихся частях. Часть 6. Машины возвратно-поступательного действия номинальной мощностью свыше 100 кВт. 12. Кіпоренко А.Н. Удосконалення нормативного забезпечення експлуатаційної безпеки трубопровідних систем атомних електростанцій. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня канд. техн. наук – Харків, 2010, 21 с. 13. ИСО/ ПМС 13374-1 Контроль состояния и диагностика машин. Методы обработки, передачи и представления данных. Часть 1. Общее руководство. 14. ИСО/ ПМС 13374-2 Контроль состояния и диагностика машин. Методы обработки, передачи и представления данных. Часть 2. Методы обработки и анализа данных. 15. ИСО/ ПМС 13379 Вибрация. Интерпретация данных и методы диагностирования с использованием информации, связанной с контролем состояния машины. 16. ИСО 13380: 2002 Контроль состояния и диагностика машин. Общее руководство по применению результатов измерений рабочих характеристик машин. 17. ИСО/ПК 13381-1 Вибрация. Контроль состояния машин. Методы прогнозирования. 18. ИСО/ ПМС 17359 Контроль состояния и диагностика машин. Общее руководство. 19. ИСО/ ПМС 18436-1 Контроль состояния и диагностика машин. Обучение и аттестация персонала, и аккредитация испытательных лабораторий. Часть 1. Общее руководство. 20. ИСО/ ПМС 18436-2 Контроль состояния и диагностика машин. Обучение и аттестация персонала, и аккредитация испытательных лабораторий. Часть 2. Вибрационный анализ.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 343.948; 2**

**Л.І. ЮРЧЕНКО**, докт. фил. наук, проф., Харьковский институт банковского дела  
**І.В. ЦИХАНОВСЬКА**, канд. хим. наук, доц, Харьковский институт банковского дела  
**А.Ю. КУКУРУДЗА**, уч. мастер, Харьковский институт банковского дела

## НАУКА І ТЕХНОЛОГІЯ ЯК ЗАСІБ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

Показано, що ціннісна переорієнтація науки на засадах сучасної екологічної культури потребує більшої зваженості науки як "чистої", так і прикладної, оскільки дистанція між ідеальним світом науки і реальністю технічного втілення, між передбачуваним і дійсним ризиком від застосування нової технології стає дедалі значнішою, і це розходження тим більше, чим вищий рівень розвитку суспільства.

Показано, что ценностная переориентация науки на принципах современной экологической культуры нуждается в большей весомости науки как "чистой", так и прикладной, поскольку дистанция между идеальным миром науки и реальностью технического воплощения, между предполагаемым и действительным риском от применения новой технологии становится все значительнее, и это расхождение тем более, чем выше уровень развития общества.

Особливу увагу при розгляді феномену екологічної безпеки сучасності слід приділити ідеям корінної переорієнтації науково-технічного прогресу. Віддаючи належне соціальним, політичним, економічним і моральним передумовам такої переорієнтації, слід звернути увагу на одну обставину. Сучасна наука і техніка принципово по-іншому фрагментують світ, ніж у попередні епохи. Вони втягують в орбіту людської діяльності нові типи об'єктів – складні саморозвиваючі системи, у які включена людина. Розвиток таких систем супроводжується проходженням через особливі стани нестійкості (біфуркації), і в ці моменти невеликі випадкові впливи можуть призвести до появи нових структур, нових рівнів організації, що впливають на вже сформовані, трансформують їх.

Це ті можливості, які з'явилися за добу техніки силою витворів людини. Їх вплив на природне довкілля останнім часом досить широко обговорюється в зарубіжній і вітчизняній літературі [1-4]. Проте поза увагою залишається та обставина, що сама людина потрапила до сфери об'єктів техніки і, таким чином, спрямовує свою майстерність на саму себе, знову і знову продукує винахідників, виробників і споживачів будь-чого. Виходячи з цього за мету в даній роботі ставилось аналіз та дослідження проблеми впливу досягнень науки і технології на людину, як об'єкт одночасно біосфери і техніки, на формування в цілому екологічної безпеки суспільства.

Біосферні синергетичні системи характеризуються принциповою відкритістю і необоротністю процесів [5]. Взаємодія з ними людини протікає таким чином, що сама людська дія не є чимось зовнішнім, а немов включається в систему, видозмінюючи щораз поле її можливих станів. У цьому відношенні людина уже не просто протистоїть об'єкту як чомусь зовнішньому, а перетворюється в складову частину системи, яку вона змінює. Перед нею в процесі діяльності щораз виникає проблема вибору лінії поведінки в біосфері відповідно до рівня своєї екологічної культури. Причому сам цей вибір незворотний і найчастіше не може бути однозначно визначений. Тому в безпеці синергетичних систем особливу роль починають відігравати заборони на деякі стратегії взаємодії, що потенційно містять у собі катастрофічні наслідки. Ці заборони мають певним чином відображатись у екологічній культурі сучасності.

Інженерна діяльність і технічне проектування все частіше мають справу вже не просто з технічним пристроєм чи машиною, що підсилюють можливості людини, і навіть не із системою «людина - машина», а зі складними системними комплексами, у яких погоджуються як компоненти єдиного цілого технологічний процес, пов'язаний з функціонуванням людино-машинних систем, локальна природна екосистема (біогеоценоз), у яку даний процес повинен бути впроваджений, і соціокультурне середовище, що приймає нову технологію.

Весь цей комплекс у його динаміці з'являється як особливий об'єкт, відкритий стосовно зовнішнього середовища з характерними властивостями саморегуляції. Він впроваджується в середовище, що, у свою чергу, не просто виступає нейтральним полем для функціонування нових системних технологічних комплексів, а є певним цілісним живим організмом. Саме так представляє сучасна наука глобальну екосистему — біосферу. В такому разі технологічні інновації вже не можна представляти як переробку природного матеріалу. Адже якщо людина включена в біосферу як цілісну систему, що саморозвивається, то її діяльність може відгукнутися резонансом не тільки в найближчих, але й у віддалених ділянках системи, й у визначених ситуаціях викликати її катастрофічну перебудову. Коли людина працює із синергетичною системою, у яку вона сама включена, то насильницьке її перероблення може викликати катастрофічні наслідки для самої людини. У цьому випадку неминучі певні обмеження діяльності, орієнтовані на вибір тільки таких можливих сценаріїв зміни світу, у яких забезпечуються стратегії виживання. І ці обмеження накладаються не тільки об'єктивними знаннями про можливі лінії розвитку об'єктів, але і ціннісними структурами, розумінням добра, краси, самоцінності людського життя, врешті-решт екологічною культурою.

Усі ці нові тенденції поведінки людини в біосфері і нові стратегії її життєдіяльності є не що інше, як прояви сучасної екологічної культури, що закладають основи особливого типу цивілізаційного прогресу. Подальший сталий розвиток базуватиметься переважно на принципах екологічної культури та, очевидно, суттєво буде відрізнятися від попереднього йому техногенного розвитку. Зараз важко конкретизувати в деталях шляхи і засоби майбутніх змін глибинних цінностей техногенної культури, але те, що ці зміни вже почалися в напрямку становлення та розвитку екологічної культури, можна зафіксувати як історичний факт.

Весь попередній багатовіковий досвід людства був спрямований, головним чином, на дослідження і використання окремих фрагментів природного оточення з метою одержання необхідних матеріальних благ. Тому він виявився надто "фрагментарним" і "спеціалізованим". Відновлення порушеної рівноваги здійснювалося самою природою. Нині її поновлювальні можливості майже вичерпані. І в наших інтересах негайно прийти їй на допомогу. Тут величезна роль належить, звичайно, науці.

Впродовж людської історії роль науки не завжди була однаковою. В ході накопичення конкретного матеріалу, його узагальнення і пізнання закономірностей розвитку природи вплив науки посилювався. Уже з XVII століття почав бурхливо розвиватися комплекс фундаментальних наук, що й забезпечило могутнє піднесення технології виробництва. Вибух наукової творчості, на думку В. Вернадського, став грандіозним явищем [6]. Це явище він оцінював цілком позитивно, оскільки наукова діяльність у час переломних епох має творчий, а не руйнівний характер.

Водночас посилювалась відповідальність учених за негативні (в тому числі й екологічні) наслідки реалізації їх досягнень. Величезна армія вчених та інженерів зайнята розробкою засобів, які руйнівно впливають на природу, і зовсім невелика частка серед них - розв'язанням завдань збереження навколишнього середовища. Якщо проаналізувати, скільки інститутів спрямовано на те, щоб вирвати в природі її багатства (відкрити корисні копалини і залучити у виробництво, перекрити ріки і дати енергію та ін.), а скільки - на встановлення меж "дозволеного" (допустимого з точки зору стратегічних інтересів країни і долі майбутніх поколінь) впливу на природу, то стає цілком очевидно, що таке порівняння далеко не на користь справі охорони навколишнього природного середовища. Ось чому все частіше лунають вимоги соціального регулювання наукової діяльності.

Проти бездумного застосування науки протестував знову ж таки видатний гуманіст і вчений В. Вернадський: "Ми підходимо до великого перевороту в житті людства, з яким

не можна порівняти все, раніше ним пережите. Недалеким той час, коли людина одержить у свої руки атомну енергію, таке джерело сили, яке дасть їй можливість будувати своє життя, як вона захоче. Чи зуміє людина скористатися цією силою, спрямувати її на добро, а не на самознищення? Чи доросла вона до вміння використати ту силу, яку неминуче повинна дати їй наука? Учені не повинні заплющувати очі на можливі наслідки їхньої наукової роботи, наукового процесу. Вони мають себе почувати відповідальними за наслідки їхніх відкриттів. Вони повинні пов'язати свою роботу з кращою організацією всього людства" [6, с.97]. На жаль, багато передбачень В. Вернадського або встигли забути, або не зуміли оцінити як належить. Передусім, це стосується ядерної фізики та створення атомної бомби. Наслідок жажливих "дослідів" - десятки регіонів з мільйонами невиліковно хворих людей.

Взагалі питання екологічних наслідків розвитку науки та техніки досить непросте, оскільки цілі ґрунтуються на добрих намірах, а результати часто завдають шкоди. Нерідко технічні нововведення, що базуються на досягненнях науки, погіршують екологічне становище.

Чи відповідальні вчені за ці екологічно негативні наслідки? Посилання на те, що винні не вчені, які пізнають світ, а ті, хто застосовує їхні відкриття, можливо виправдовують їх, але не науку в цілому, оскільки використати можна лише те, що вже створено. Значимість вченого визначається, за всіх інших рівних умов, ще й розумінням відповідальності, громадянською зрілістю ученого, зрештою його екологічною культурою.

Отже, виникає проблема синтезу знань і етичних цінностей. Людина за рівнем своїх знань досягла статусу негативного екологічного чинника і вже не може керуватися ціннісно нейтральними науковими знаннями, адже вони можуть призвести людство до загибелі. Моральний бік науки, незалежно від його національного, державного, релігійного чи філософського прояву, стає для вченого засадничо важливим. І з цим не можна не рахуватися. "Ще досить часто доводиться чути, - зазначав В. Вернадський. - що наука не знає ні добра, ні зла - як не знає його природа. "Добро" і "зло" є також творінням ноосфери, як і все інше" [6, С.112].

"Не зашкодь!" - цей загальноновизнаний імператив має не тільки етико-медичний, але й глибоко життєво-моральний сенс, втрата якого в науково-технічній чи іншій практичній діяльності загрожує загибеллю не лише так званому навколишньому середовищу. Вона рівносильна самовбивству людини, і навіть гірше. Бо проста фізична смерть - це небуття і в той же час повернення до вічної рухомої матерії. Моральна ж смерть - це народження негативної сили життя. Вона подібна до ракової клітини, життя якої є смерть, руйнація життя.

Підрив довіри до науки, а тим самим і до розуму, провокують нерідко висновки вчених, які пророкують цілковито протилежні наслідки. В свій час досить активно говорили і писали про безпечність й екологічність ядерної енергетики та корисності біостимуляторів. Така позиція є однією з причин нерозуміння нашими сучасниками всієї міри серйозності майбутньої екологічної катастрофи. Стає очевидним, що негативні наслідки означеної дилеми - підрив довіри до науки - важливо раціонально подолати. Звичайно, йдеться не про "одностайність" наукових рекомендацій. "Саме через те, - вважає В. Гьосле, - що розбіжності залежать від різних знань, від неоднаковості гіпотез, від різниці акцентів при оцінці інформації, вчений зобов'язаний чітко визначати прийняті ним передумови, недвозначно співвідносячи з ними свої прогнози. Розбіжності залишаться, але освічена публіка тоді зможе краще зрозуміти причини таких розбіжностей" [7, с.57].

Розбіжності між висновками вчених зумовлені різними причинами. Насамперед їх спонукають інтереси. Наприклад, виснаження озонового шару Землі, парниковий ефект передбачалися шведським ученим, лауреатом Нобелівської премії з хімії С.Арреніусом ще наприкінці XIX століття. Проте тривалий час це ігнорувалося. До речі, фактор інтересів свідчить, що найбільше слід зважати на негативні, а не на позитивні прогнози. Проте варто мати на увазі, що це може викликати песимістичні настрої і навіть страхи в суспільстві.

Досить поширеною є хибна думка, ніби будь-яке справді наукове дослідження екологічних проблем обов'язково поліпшує процес прийняття рішень у межах природоохоронної діяльності, допомагаючи знімати невизначеність наслідків реалізації науково-технічних проектів і вибирати бездоганні в екологічному відношенні їх варіанти. Подібні ілюзії підтримують як виробничники, які прагнуть одержати екологічну індульгенцію на впроваджувані науково-технічні нововведення, так і спеціалісти з охорони навколишнього середовища, котрі намагаються продемонструвати практичну цінність своєї роботи. Досягнута поки що необхідна точність екологічних прогнозів не дуже висока. Інтереси вчених, зазвичай, надто вузькі і визначаються специфікою конкретної науки. Через те немає гарантії, що в ході наукового дослідження будуть визначені відповідні процеси і зміни, або що інформація буде зібрана в просторових і часових масштабах, необхідних для вирішення питань управління. Більше того, нерідко чинники, які не відігравали особливої ролі в історії існуючих екосистем, набувають вирішального значення за умов, коли навколишнє середовище істотно змінюється під впливом людської діяльності. Спостереження, здійснювані на обмежених територіях чи в акваторіях, в обмежені інтервали часу або на підставі опитування експертів, тільки з великою обережністю можуть бути використані для прогнозування розвитку всієї екосистеми в цілому.

Усе сказане означає, що під час оцінки екологічних наслідків проектів - а такі дослідження життєво необхідні - їх результати (навіть за умови, що аналіз зроблений об'єктивно і на високому науковому рівні) не повинні сприйматися як науково точні в строгому розумінні цього слова. Найбільш небезпечним є - не помічати притаманної їм невизначеності, оскільки така політика здатна знизити сталість рішень системи управління, які вона приймає, призвести до можливих не передбачуваних наслідків. М. Реймерс, аналізуючи особливості методології наукової екологічної експертизи науково-технічних проектів, досить чітко окреслив основні закони та базові принципи, про які потрібно пам'ятати в ході екологічної оцінки та прийняття рішень [8].

Водночас не можна не зазначити, що спрямованість науки перебуває в тісному зв'язку з соціальними процесами, що відбуваються в суспільстві. Теза про те, ніби наука розвивається тільки під впливом своєї внутрішньої логіки, - ніщо інше, як позитивістський міф, потрібний лише можновладцям для того, щоб приховувати свій управлінський вплив на науку. Наука і техніка в державі є інструмент, який багато в чому залежить від людських цінностей і потреб, інструмент далеко не досконалий, але вкрай необхідний. У цьому поєднанні наука не тільки відображає світ, а й за допомогою техніки творить його, розкриваючи водночас духовні потенції людини. Орієнтація на збереження і одухотворення природи повинна стати головною в науці.

Для того, щоб наука стала засобом екологічної безпеки, могла вирішувати екологічні проблеми, вона повинна бути не лише "виробничою силою", а дещо більшим. Звичайно, тією мірою, як це необхідно, вона має виконувати і свою функцію забезпечення матеріального добробуту населення, але не зводиться тільки до нього. Синтез античної ціннісної парадигми науки (знання заради знання) з тією утилітарною концепцією науки, яка сформувалась у нові часи, і яку їй надає відповідний рівень екологічної культури, повинен, так би мовити, об'єднати і об'єктивістський, і утилітарний підхід у більш загальній системі цінностей, основою якої є людина і природа в їх цілісності і взаємозв'язку.

Результати стрімкого прогресу в техніці та технології її виробництва, обумовленого науково-технічною та інформаційною революціями, створюють широкі можливості для задоволення потреб суспільства в продуктах харчування, одязі, житлі, медичному обслуговуванні, доступі до цінностей культури і ін.

Можливості та результати прогресу породжують доволі різноманітні технології отримання одного й того ж виду продукції, що розрізняються між собою витратами трудових, матеріальних, енергетичних ресурсів, а також засобами обміну речовин і з навколишнім середовищем, тобто рівнем споживання природних ресурсів, кількістю і складом відхідних відходів. Сам процес створення нових технологій, нових машин, засобів праці є ключовим для прогресу як в галузі виробництва, так і в галузі раціонального використання природних ресурсів. Але слід пам'ятати, що у розробці нової технологічної політики в сьогочасних умовах доцільно враховувати методологічно плідний висновок про те, що розрив між передбачуваним і дійсним ризиком від застосування нової технології стає дедалі ширшим, і це розходження тим більше, чим вищим є добробут суспільства. Ця теза, мабуть, особливо відповідає процесу екологізації технологій, оскільки сучасна виробнича інфраструктура нашої країни за своїм характером є не природоохоронною, а розімкнутою природомарнотратною системою.

Технологічна схема будь-якого виробництва традиційно лишається лінійною: природна сировина або її напівфабрикат переробляється в "утробі" підприємства і виходить як готовий продукт та відходи, що забруднюють воду, повітря, ґрунт і безпосередньо чи опосередковано впливають на здоров'я людей. Готовий продукт через деякий час також стає відходом. У цьому ланцюжку пов'язаних процесів найнагальніше питання — масштаби поширення і ступінь негативного впливу забруднювачів.

Вчені вже почали розробляти і впроваджувати ідеї, спрямовані на досягнення найменш екологічно ризикованих і найбільш екологічно рентабельних форм взаємодії людини й природи. Проте на цьому шляху все-таки більше нерозв'язних питань, більше інерції у мисленні та вчинках (ще діють традиційні установки типу: "природа зі всім упорасться", "все, що не робиться, все на краще", "апокаліпсис все одно неминучий — бери доки не пізно те, що ще можна взяти", "на наш вік вистачить" тощо), аніж усвідомленого, наступального начала; більше суперечностей, ілюзій і мрій, ніж оригінальних ідей і перспективних гіпотез, концепцій, теорій, практичних упроваджень.

Усе це належить не тільки до загальнотеоретичних питань, що відображають взаємодію суспільства й природи, а й до питань спеціальних, зокрема до розробок перспективних моделей технологій, здатних зменшити екологічну напруженість. Крім того, дослідження, які проводяться в цій галузі, абстраговані від багатьох параметрів, що впливають на технологію: простору (місця розміщення технологічного об'єкта); часу (оптимальний строк дії конкретної моделі технології); системної пов'язаності (злагодженість роботи конкретного технологічного об'єкта з іншими об'єктами); оптимального використання речовини, енергії та інформації; надійності й безпеки; своєчасності ремонту і реконструкції; економічної і екологічної рентабельності.

Взяти хоча б такий приклад. Проектувальники здійснюють пошуки, з одного боку, в напрямі, який би дозволяв ефективно вловлювати будь-які викиди, з другого — у напрямі створення ланцюжків підприємств, де відходи одного стають вихідними продуктами для іншого або для кількох підприємств. Таку схему останнім часом також почали відносити до маловідходних технологій, пророкуючи їй величезні перспективи. Проте для цього немає ніяких підстав. По-перше, такий "індустріальний монстр" у кращому випадку зможе виконати тільки ресурсо-енерго-інформаційно-збережувальну функцію. По-друге, досі немає об'єктивної наукової відповіді на питання: чи дадуть ці інженерні розв'язання значний екологічний ефект. І нарешті, по-третє, ідея маловідхідності (в яких

би реальних розв'язаннях вона не виявлялася) не тільки не суперечить ідеї екстенсивного зростання, а й навіть передбачає її. Ця ситуація приймається як закономірна й неминуча.

І все-таки досі інженери та спеціалісти в галузі технічних наук більше тяжіють до розробок, спрямованих на вдосконалення не самої технології (з кінцевою метою довести її до потрібного ступеня маловідхідності), а додаткових засобів і споруд. Поняття "екотехнологія" останнім часом використовується переважно як синонім таким поняттям, як "безвідхідна технологія" і "геотехнологія". Отже, термін «екотехнологія»- це абстрактно-збірний образ, який відображає будь-які інженерно-технічні дії, що призводять до таких технологічних розв'язань, які зводять до мінімуму негативні дії підприємств на природне середовище. За такого широкого тлумачення фактично будь-які виробничі ланцюжки можна вважати екотехнологічними — адже природоохоронні заходи на даному об'єкті так або інакше передбачаються. З іншого боку, саме ця безмежність в оцінці екологічності тієї чи іншої технології не дозволяє науково-обґрунтовано класифікувати їх як конкретні зразки (моделі) екотехнологій.

Наприкінці ХХ століття була надзвичайно популярною ідея створення "екологізованого виробництва". Суть її зводиться до того, щоб тверді, рідкі, газоподібні відходи всіх підприємств великого індустріального центру за допомогою комунікацій зосереджувати в якомусь загальному об'ємі (котлі-реакторі), встановленому за містом, під землею, і за рахунок внутрішньої енергії самих відходів фізико-хімічних перетворень "на виході" отримувати нейтральні для біосфери продукти (тверді, рідкі та газоподібні), які можна було б потім використати в новому технологічному ланцюжкові, в будівництві, у побуті, сільському господарстві. Інакше кажучи, була висунута ідея відновлення природних тіл через створення територіальних культивуємих біосфер, ресурсовідновлюємих господарств [9].

Але такий підхід може бути застосований лише як один із головних методологічних принципів у сучасній інженерній діяльності. Без урахування територіальних особливостей середовища (густонаселеність регіону, насиченість виробничими потужностями, транспортом, комунікаціями, службою побуту, промисловою і громадською архітектурою, визначними історичними, культурними, природними пам'ятками), а також без урахування сумарних ефектів від забруднення (локальних, регіональних і глобальних), створення нових виробничих об'єктів може призвести до непередбачених екологічних наслідків.

Проте як реалізувати цей методологічний принцип? Йдеться про великомасштабне науково-технічне інженерне розв'язання, нехтувати яким немає підстав. Але протягом багатьох років з часу обнародування ідеї "екологізованого виробництва", у вітчизняній науковій літературі не з'явилося жодної серйозної аналітичної публікації про її інженерну спроможність і перспективи реалізації.

Характерно, що ні серед інженерів і спеціалістів технічних наук, ні серед адміністраторів й управлінців у цієї ідеї майже не було прихильників.

Наведена схема маловідхідних технологій ("екологізоване виробництво") може бути віднесена до "сервотехнологій", коли ресурсозберігаючі й ресурсовідновні функції реалізуються за допомогою взаємодоповнюваних техносистем. Але навряд чи такі схеми можна вважати біосферосумісними технологіями. Це стосується і біотехнологій, і мікроелектроніки, і робототехніки та ін., оскільки їх функціонування в будь-якому випадку залежить від супровідних технологій, наприклад, від добувної промисловості. Та й самі вони будуть забруднюючими, хоча й з іншими ефектами впливу на природне середовище. Водночас віддамо їм належне як етапним розв'язанням на шляху до біосферосумісних технологій, як біосфероощадних і біосферовідновних.

У плані розробки ідеї біосферосумісних технологій становить інтерес положення

про "автотрофне функціонування виробництва", висловлене В. Лосем, а також проект "Космічні біосфери", створений Міжнародним інститутом екотехніки (Лондон) [10]. Обидва підходи ґрунтуються на концептуальних положеннях В. Вернадського про "автотрофність людства", але мають і принципові відмінності.

Автотрофне виробництво є таке, для оптимального функціонування якого не потрібна, звичайно, безумовна наявність високомолекулярних природних сполук. Як сировинне і енергетичне джерело в такому виробництві можуть використовуватися низькомолекулярні сполуки, а в кінцевому підсумку — хімічні елементи. Це дозволить замкнути систему виробництва, при якому використані продукти стають сировиною для наступного виробничого циклу. Інтенсивна утилізація природних ресурсів біосфери на принципово іншій якійсній основі, з одного боку, і створення штучних еквівалентів природних речей, з другого, формують об'єктивні умови для автотрофного функціонування виробництва і відповідно автотрофного існування людини.

Застосування цього процесу в перспективі може бути цілком обґрунтованим, але не через створення штучної природи, не через заміну біосфери відповідними технічними пристроями, а через створення таких умов, за яких промислове, сільськогосподарське і рекреаційне функціонування суспільства не було б пов'язане з подальшим порушенням природних взаємозв'язків і відносин. На наш погляд, такі ідеї заслуговують на увагу і серйозні теоретичні та інженерні опрацювання. По-перше, вони могли б бути перехідною моделлю від гетеротрофного до автотрофного людського існування. По-друге, в них підтверджується оптимістична установка на розв'язання соціально-екологічних проблем в межах нашої біосфери і відповідно відкидається доцільність створення штучних, ізольованих від нашої планети поселень і перетворення біосфери на якийсь глобальний технічний пристрій. Створення таких виробництв може й буде виправданим етапом на шляху еволюції суспільства, але ми розуміємо, що сьогодні ця ідея виглядає досить таки міфічно.

Водночас, варто звернути увагу на методологічно важливу тезу про те, що зростання загрози глобальної екологічної кризи пов'язане зі збільшенням виробничої діяльності на основі традиційної механічної техніки і технології. Альтернативою може бути використання у виробництві принципово нової техніки і технології, де знаряддями виступають природні сили та об'єкти. Ця тенденція вже починає себе виявляти, але все-таки абсолютно не дослідженими залишаються принципи, на підставі яких функціонуватимуть нова техніка і технологія; відчувається нестаток об'єктивних знань про біосферу. А це дуже важливо, бо принципи функціонування "механічної техніки і технології" приймаються поки що як вихідні для моделювання біотехнологічних процесів. Нарешті, лишаються в тіні питання екологічної ефективності та екологічних наслідків, які можуть виникнути в процесі застосування "природних сил" у виробництві.

Виходячи з вищезазначеного постає питання: наскільки прийнятні й перспективні "екотехнології" для розв'язання соціально-екологічних проблем? Чи можна їх вважати прототипами "біосферосумісних технологій"? Однозначно на це питання неможливо відповісти. Але очевидним є те, що такі системи на стадії зведення неодмінно потребують величезної кількості як природних, так і штучно створених речовин, енергії та інформації. Якщо за технічними параметрами такі моделі могли б стати біосферосумісними, то за соціальними (створення штучної системи життєзабезпечення для всього людства, можливостей уникнути масових психо-фізіологічних стресів та ін.) — маловірогідно. Біоавтономні технології можна також розглядати як етапне розв'язання на шляху до біосферосумісних технологій.

Отже, процес теоретичної і практичної розробки проблеми біо-сумісних технологій просувається в напрямі від створення біо-ощадних (моделі маловідхідних технологій,



"екологізованого виробництва", функціонуючого дослідного полігону "Красный бор" під Санкт-Петербургом), далі до біо-автономних (модель "Біосфера-2") і, нарешті, до біо-відтворюючих, біосферосумісних технологій (технологічні моделі, в яких утілиться ідея "автотрофного виробництва"). У наведеному ланцюжку кожен наступний елемент не може функціонувати без попереднього. І немає підстав спрощувати ситуацію, вважаючи, що в майбутньому виробництво ґрунтуватиметься виключно на біо-відтворенні — в ньому вірогідно будуть елементи і біо-збереження, і біо-відновлення, і біо-автономності.

Аналіз сутності й тенденцій екологізації технологій показує, що процес переходу від біо-марнотратних, біо-забруднюючих технологій до біо-ощадних, біо-відновних, біо-автономних, біо-відтворюючих тільки починається. Успіхи поки що більш, ніж скромні. Особливо небезпечні з цього погляду різні термінологічні перебільшення. Такі поняття, наприклад, як "безвідхідне виробництво", набуваючи термінологічного статусу, шляхом тільки теоретичних установок і декларованих цілей без підтвердження їх конкретними інженерними проробками викликають спочатку технократичні ілюзії, а потім технологічно безвихідні ситуації.

Таким чином, ціннісна переорієнтація науки на засадах сучасної екологічної культури потребує більшої зваженості науки як "чистої", так і прикладної, оскільки дистанція між ідеальним світом науки і реальністю технічного втілення, між передбачуваним і дійсним ризиком від застосування нової технології стає дедалі значнішою, і це розходження тим більше, чим вищий рівень розвитку суспільства.

Безперечно, потрібне повне й докладне визначення кількісних і якісних характеристик технологій, які можна було б віднести до екотехнологій, бо поки що термін "екотехнологія" використовується як семантична конструкція, яка відображає прагнення людини до створення виробничих процесів за типом природних.

Особливе місце в процесі екологізації технологій посідають біосферосумісні технології, про які сьогодні можна говорити лише як про тенденції науково-філософської та інженерно-технічної думки. Доконче необхідні нові розвідувальні та теоретичні (насамперед методологічні та світоглядні) й інженерні прориви на підступах до створення таких технологій. Треба мати на увазі, що вони мають становити собою сукупність виробничих процесів, які виконують біо-ощадні, біо-відновні, біо-автономні функції, включатися в систему "суспільство — природа" таким чином, щоб ні на локальному, ні на регіональному, ні на глобальному рівнях не порушувати динамічної рівноваги біосфери. Біосферосумісні технології — справа майбутнього, а передувати їм будуть, напевно, екотехнологічна революція в продуктивних силах, екоінтелектуальна в суспільній свідомості й екокультурна — в поведінці.

**Список літератури:** 1. Толстоухов А. В. Екобезпечний розвиток : пошук стратегій / А. В. Толстоухов, М. І. Хилько. — К. : Знання України, 2001. — 333 с. 2. Хилько М. І. Екологічна політика / М. І. Хилько. — К. : Абрис, 1999. — 363 с. 3. Йонас Г. Принцип відповідальності. У пошуках етики для технологічної цивілізації / Г. Йонас ; пер. з нім. А. Єрмоленка. — К. : Лібра, 2001. — 400 с. 4. Бек У. Общество риска / У. Бек ; [пер. с нем. В. Седельника, Н. Федоровой]. — М. : Прогресс-Традиция, 2000. — 476 с. 5. Удовик С. Л. Глобализация : семиотические подходы / С. Л. Удовик. — М. : Мысль, 2002. — 367 с. 6. Вернадский В. И. Философские мысли натуралиста / В. И. Вернадский. — М. : Наука, 1988. — 520 с. 7. Гьосле В. Практична філософія в сучасному світі / В. Гьосле; пер. з нім. А. Єрмоленка. — К. : Лібра, 2003. — 248с. 8. Реймерс Н. Ф. Экология : теории, законы, правила, принципы, гипотезы / Н. Ф. Реймерс. — М. : Россия молодая, 1994. — 364 с. 9. Добров Г. М. НТР и природоохранная политика / Г. М. Добров, Р. А. Перелет. — К. : Наук. думка, 1996. — 149 с. 10. Лось В. А. Взаимоотношение общества и природы / В. А. Лось. — М. : Знание, 1989. — 382 с.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

*Б.П. ЯЦИШИН*, докт. техн. наук, доц., Львовская коммерческая академия  
*М.М. МАРТИНЮК*, ассистент, Львовская коммерческая академия  
*М.П. СОЛОП*, асп., Львовская коммерческая академия

## МЕТОДИКА ОЦІНКИ ЯКОСТІ ВИРОБІВ ІЗ ВТОРИННИХ ПОЛІМЕРІВ

Розглянуто порядок і способи проведення товарознавчої оцінки якості полімерних матеріалів із вторинної сировини. Показано можливості використання статистичних методів забезпечення якості для проведення відбору зразків для оцінювання якості виробів та подальшого моделювання. Встановлено зміни показників якості при старінні полімерних матеріалів із вторинної сировини та їх взаємозв'язок із фізико-хімічними властивостями досліджуваних матеріалів.

Рассмотрен порядок и способы проведения товароведческой оценки качества полимерных материалов из вторичного сырья. Показаны возможности использования статистических методов обеспечения качества для проведения отбора образцов для оценивания качества изделий и последующего моделирования. Установлены изменения показателей качества при старении полимерных материалов из вторичного сырья и их взаимосвязь с физико-химическими свойствами исследуемых материалов.

### 1. ВСТУП

Збереження споживних властивостей товарів із металів на шляху від виробника до споживача забезпечується використанням засобів тимчасового захисту. Незважаючи на різноманітність полімерних матеріалів для захисту металовиробів, існує проблема, яка полягає їх здешевленні та утилізації відходів [1, 2]. Ця проблема вирішується за рахунок повторного використання технологічних відходів пакувального виробництва та іншої полімерної сировини. При цьому необхідно враховувати дію різноманітних чинників, що властиві конкретній вторинній сировині та екологічні вимоги до використання модифікованих полімерних матеріалів.

При введенні у термопласти додатків та забруднень, які супроводжують вторинну полімерну сировину при її використанні, порушується еластичність, текучість у розплаві та міцність матеріалу. Відповідно змінюються якісні характеристики плівок, а проблема їх створення зводиться до контролю емпіричного інтегрального показника, що враховує необхідний рівень механічних та інших експлуатаційних властивостей.

### 2. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

Метою досліджень було встановлення змін показників якості у залежності від процентного вмісту компонентів, одним з яких є вторинна полімерна сировина. Плівки виготовляли екструзією поліетилену низької густини, у якого співвідношення між первинною та вторинною сировиною складало до 70 %. Для забезпечення потреб виготовлення плівкового матеріалу вводили до 5 ваг. % пластифікатора дибутилфталату (ДБФ) [3].

Оцінювання якості вторинних полімерних плівок проводили шляхом визначення відповідності нормативній документації окремих показників фізико-хімічних характеристик та математичного моделювання процесу із врахуванням інтегральних характеристик якості [4, 5].

Визначення відповідності показників вимогам нормативних документів дає змогу визначити не тільки окремі значення показників модифікованих матеріалів, але й комплексно оцінити споживні властивості захисного покриття, перш за все, технологічні та функціональні. Процедура оцінювання проводиться на основі експертних висновків із врахуванням коефіцієнтів вагомості показників визначених властивостей і передбачає

складну математичну обробку результатів проведеного дослідження. Проведення робіт із встановлення оцінок якості продукції визначається певними вимогами: максимально уникнути такої експертної оцінки, яка базується на абстрагованих судженнях або супроводжується різними одиницями вимірювань; об'єднати окремі вимірювання характеристик матеріалу в один індекс, який точно визначає загальну експертну оцінку.

### 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Оцінка якості покриттів із вторинних матеріалів, згідно методики [6], дає змогу охарактеризувати різні властивості матеріалів за однією оціночною шкалою. Як відомо, у цьому випадку для будь-якої характеристики матеріалу визначають граничні значення, які мають відповідне цифрове значення від 0 до 1. При цьому показник  $d = 0$ , характеризує будь-яку із властивостей як таку, що не відповідає вимогам, а у випадку  $d = 1$  забезпечується бажаний рівень і у цьому випадку подальше покращення якості не буде вважатися доцільним. Характеристикам матеріалу, що лежать у проміжку між цими двома рівнями відповідають показники з величинами від 0,1 до 0,9. Значення показників споживних властивостей для вторинних полімерних плівок приведені у табл. 1.

Таблиця 1. Значення показників споживних властивостей вторинних полімерних плівок

Споживні властивості	Значення показників споживних властивостей та безрозмірні величини, які їм відповідають		
	показники	величини	
Густина, кг/ м <sup>3</sup>	910 – 970	0,60 – 0,70	
Ступінь кристалічності, %	34 – 43	0,65 – 0,56	
Протикорозійна здатність, роки	2 – 4	0,50 – 0,84	
Паропроникність, мг/м <sup>2</sup> · с	0,05 – 0,14	0,78 – 0,40	
Теплостійкість, К	381 – 388	0,67 – 0,76	
Теплопровідність Вт/м·К	0,33 – 0,36	0,60 – 0,40	
Водопоглинання за 30 діб при 293 К, %	0,01 – 0,04	0,80 – 0,60	
Прозорість, %	40 – 60	0,57 – 0,40	
Міцність при розтягуванні, МПа	11,0 – 13,1	0,56 – 0,67	
Відносне видовження при розриві, %	250 – 450	0,56 – 0,67	
Еластичність, МПа	88 – 250	0,60 – 0,70	
Стійкість до фотоокислювального старіння, год.	400 – 600	0,60 – 0,70	
Стійкість до термоокислювального старіння, год.	8 – 40	0,60 – 0,70	
Питомий електричний опір	об'ємний, Ом м	10 <sup>10</sup> – 4·10 <sup>13</sup>	0,50 – 0,70
	поверхневий, Ом м	10 <sup>6</sup> – 3·10 <sup>7</sup>	0,50 – 0,70

Використовуючи інтегральний показник  $D$  [5 – 7], який розраховується як середнє геометричне значення показників  $d$ , можна створити модель, коли вихід однієї із характеристик за межі допустимих значень приводить до непридатності виробу у цілому

$$D = \sqrt[n]{d_1 \cdot d_2 \cdot \dots \cdot d_n}$$

У випадку, якщо будь-яка величина  $d = 0$ , то вторинна полімерна плівка із високою паропроникністю не може забезпечувати свою головну захисну функцію, а відповідно, в загальному, захисне покриття не забезпечує задовільний інтегральний рівень якості ( $D =$

0). При суттєво малих значеннях  $d_n$  величина інтегрального показника також буде малою. Тобто показник  $D$  є мірою якості, яка підлягає математичному та статистичному аналізу, а також оптимізації за номінальним значенням.

Зміни показників якості при старінні поліетиленових плівок із вторинної полімерної сировини визначається особливостями зміни їх фізико-хімічних властивостей. У плівок із збільшеною кількістю вторинного матеріалу (до 70 %) спостерігається зростання показника  $D$  на початкових етапах старіння (до 2 років), що пов'язується з перебігом структуроутворення (зшивкою ланцюгів, утворенням жорсткої просторової сітки) та збільшенням кристалічності зразку. У пластифікованих зразках внаслідок незначних структурних змін у полімері показники якості незначно змінюються. Використовуючи дану модель та інші роботи з експертної оцінки якості продукції, для вторинної полімерної плівки було визначено оптимальну концентрацію у полімерній матриці пластифікатора ДБФ, що склала до 3 ваг. %, при досить тривалому часі експлуатації, протягом якого проявляються високі захисні властивості покриттів (рис. 1).

Можливо, це пов'язано з структурними перетвореннями та процесами, які протікають у полімерній матриці під дією пластифікатора – зменшенням пороутворення, зменшенням дефектності полімерної матриці, та, відповідно, зменшенням показників проникності.

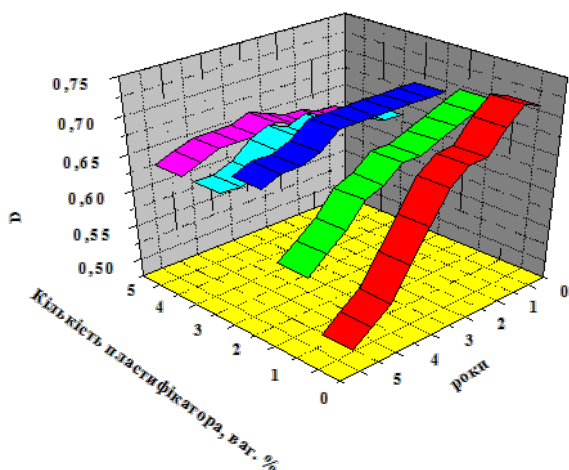


Рис. 1. Зміна інтегрального показника якості  $D$  вторинних полімерних плівок з вмістом вторинної сировини 70 % залежно від концентрації пластифікатора ДБФ та часу експлуатації в закритих складських приміщеннях.

Тенденція змін часової залежності показника якості визначається незначними структурними перетвореннями у матеріалі, стабілізацією властивостей та незначною активністю протікання релаксаційних процесів. Це приводить до стабілізації показників якості на достатньо високому рівні ( $D = 0,4 - 0,6$ ) протягом більш тривалого періоду експлуатації, порівняно з неластифікованими покриттями.

## 5. ВИСНОВКИ

Використання модельної графіки дає змогу оцінити часові зміни якості вторинних полімерних матеріалів за змінами окремих властивостей покриття. Розроблення моделі оцінювання показників якості вторинних полімерних плівок дає змогу передбачити допустиму тривалість експлуатації і скорегувати технологічні параметри виготовлення модифікованої полімерної плівки.

**Список літератури:** 1. Брестон Дж.Х. Полимерные пленки / Брестон Дж.Х., Катан Л.Л. [под ред. Э.П. Донцовой]. – М. : Химия, 1993. – 384 с. 2. Кулезнев В.Н. Химия и физика полимеров / Кулезнев В.Н., Шершнева В.А. – М. : Высш. школа, 1988. – 312 с. 3. Кирилович В.И. Состояние производства и применения сложноэфирных пластификаторов полимеров / В. И. Кирилович // Пласт. массы. – 2003. - № 11. – С. 24 – 25. 4. Доманцевич Н.И. Комплексный показатель защитной способности противокоррозионных полимерных плёнок / Доманцевич Н. И., Золотовицкий Я. М. // Защита металлов. – 1990. – Т. 26. – № 4. – С. 598 – 601. 5. Harrington E.C. (Jr). The desira-

dility function / E.C. (Jr). Harrington // Industrial quality control. – 1965, April. – P. 494 – 498. 6. Доманцевич Н.І. Модельна оцінка споживчих властивостей поліолефінових покриттів та її використання для вибору технології створення нових захисних матеріалів / Н. І. Доманцевич // В зб. “Сучасні проблеми товарознавства”. – Київ, 2003. – С. 197 – 201. 7. Статистические методы контроля качества продукции [Ноулер Л., Хауэлл Дж., Голд Б., Коулман Э., Моун О., Ноулер В.]. – М. : Издательство стандартов, 1989. – 96 с.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 658.562.014**

**С. Ф. СЕРГЕЕВ**, канд. психол. наук, доц. Санкт-Петербургского государственного университета, академик РАЕН, Санкт-Петербург Россия

## **МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА В ПРИЗМЕ ПОСТКЛАССИЧЕСКИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ**

В статье менеджмент качества рассматривается как элемент сбалансированной рыночной системы, действующей в условиях свободной конкуренции как самоорганизующаяся аутопоэтическая система. Показано, что только в таком контексте СМК выполняет свои системообразующие функции, обеспечивая требуемое качество продукции.

In article the quality management is considered as an element of the balanced market system operating in the conditions of a free competition as autopoietic system. It is shown, that only in such context QMS carries out the functions, providing demanded quality of production.

### *Постановка проблемы*

В классическом определении менеджмент качества или управление качеством – это система мер по обеспечению гарантированного качества продукта или услуги. Менеджмент качества определяется в ИСО 9000 как: «скоординированная деятельность по руководству и управлению организацией применительно к качеству». Постулируется восемь принципов менеджмента качества: лидерство руководства; процессный подход; принятие решений, основанных на фактах; ориентация на потребителя; ориентация на результат и достижение целей; вовлечение, участие и мотивация сотрудников; системный подход к менеджменту; постоянное улучшение [1]. Очевиден акцент в стандартах ИСО на регулирование рыночных отношений между производителем и потребителем товаров и услуг на основе предварительной оценки способности производителя гарантировать необходимое потребителю качество. Вместе с тем такой подход эффективен только в тех странах, где рыночные отношения отражают доминирующий тип производственных отношений. Их наличие и уровень развития и определяют в конечном результате эффективность и результативность СМК. Таким образом, менеджмент качества возможен только в сбалансированной рыночной системе в условиях свободной конкуренции. Именно в таком контексте СМК выполняет свои системообразующие функции. В странах с нерыночной и переходной экономикой, к которым относится и Россия, требуются дополнительные механизмы обеспечения качества. О них и пойдет речь в настоящей статье.

### *Критика классических взглядов на менеджмент качества*

Классические взгляды на менеджмент качества связаны с понятиями «ошибка», «недопущение ошибок», «профилактика и корректировка ошибочных действий» и т. д. Основной парадигмой обеспечения качества является недопущение ошибочных действий человека и создание систем контроля и тотальной стандартизации действий. Считается, что только полная стандартизация и унификация во всех сферах деятельности организации могут привести к эффективному управлению качеством и получению конкурентос-

пособной продукции. Таким образом, внешнее управление (как форма требований со стороны потребителей) и его разновидности в виде директивного подхода и тотального контроля процессов, происходящих в производственной системе, рассматриваются в качестве организующей силы ведущей к тотальному качеству продукции. Это действительно верно при наличии в обществе механизмов самоорганизации экономической среды, порождающих цель системы. В этом случае менеджмент качества является действенным формальным инструментом коррекции необходимых изменений со стороны требований общества к качеству продукции.

Отсутствие механизмов рыночной саморегуляции в странах с переходной экономикой (страны бывшего Советского Союза) вынуждает руководителей действующих в них предприятий искать дополнительные методы управления заменяющие их действие. При этом стандарты ИСО расширенно и ошибочно интерпретируются как методология, позволяющая решать проблемы, касающиеся планирования и технической подготовки производства, регламентирования деятельности подразделений и должностных лиц, активизации творческой деятельности членов коллектива, охраны окружающей среды и т. д. Всё это задачи общего менеджмента предприятия, а не менеджмента качества. В таком прочтении СМК превращается в административную управляющую подсистему организации, заменяющую невидимое регулирующее действие рыночных обратных связей.

Вместе с тем нам хорошо известны негативные следствия, возникающие в системах с внешним административным управлением, ведущим к сокращению арсенала инструментов способствующих качеству. Прежде всего, это ограничения активности и инициативы сотрудников, включение у них механизмов психологической защиты, избирательное отношение работников к своим функциям, монотония. Отмечаются снижение ответственности работника за результат, перенос мотивации с осуществления качественного трудового процесса на получение моральных и материальных стимулов и т. д.

«Человек – функция», возникающий в административной системе, эффективен только в профессиях с высокодифференцированным операциональным составом и разветвленными системами контроля параметров результата. Таких профессий и технологий становится всё меньше в связи с развитием систем автоматизации производственных процессов, которые исключают участие человека в производстве.

Таким образом, системы с административными механизмами обеспечения качества не используют резервы конструирующей активности сотрудников, не вовлекают их в непрерывное обеспечение качества, достижение которого превращается в формальную административную процедуру, эффективность которой невелика.

Основной причиной неэффективности СМК на большинстве предприятий России является ложный взгляд на менеджмент качества как на независимый инструмент бизнеса, использование которого заключается в формальном выполнении требований ИСО. При этом упускается из виду, что технология СМК рождена в другой социальной системе, является её неотделимым элементом и сильно зависит от контекста применения. Некритичное использование западного опыта пронизывает все сферы нашей жизни. Мы любим применять всё новое, считая инновационность основным свойством эффективной экономики, но это довольно опасное заблуждение, игнорирующее особый характер функционирования социальных систем. Никто не задумывается над тем, что они ведут себя совсем не так, как хорошо известные нам, технические системы.

#### *Постклассические интерпретации проблемы менеджмента качества*

Прогресс в понимании принципов действия социальных систем ведёт к осознанию того факта, что это необычные системы, конституируемые социальной коммуникацией, ведущей себя как аутопоэтическая система [2]. Это особый класс самоорганизующихся систем порождающих элементы, из которых они состоят. Целью аутопоэтической систе-

мы является её циклическое самовоспроизведение. Аутопоэтические системы — это системы, которые сами себя воссоздают, единственным продуктом их организации являются они же сами. По мнению авторов концепции аутопоэзиса У. Матураны и Ф. Варелы, «аутопоэтическая организация как целостность определяется сетью производительной активности составных частей, которые а) рекурсивным образом принимают участие в одной и той же сети производительной активности компонентов, результатом которой является производство этих же компонентов, и б) реализуют сеть производительной активности как нечто единое в области пространства, которую эти компоненты занимают» [3]. Существует структурная сопряженность сознания и коммуникации, выступающих как две различные аутопоэтические системы, вовлечённые во взаимно-конструирующее взаимодействие.

Очевидно, что мы являемся свидетелями существования многих аутопоэтических социальных систем определяющих селективность восприятия мира, в котором живет каждый конкретный человек. Она определяет возможности переноса положительного опыта. Будучи продуктами аутопоэзиса (составными частями системы, порождающими саму аутопоэтическую систему) СМК являются частью социальной аутопоэтической системы, которая сама ищет решение, обеспечивая требуемое качество продукции. Это принципиально отличается от декларируемой в классической советской экономике необходимости во внутренней активности человека-участника производственных процессов. В действительности её нет. Таким образом, социальные и ментальные особенности возникшей в результате перестройки российской модели экономики переходного периода не позволяют обеспечить полноценное функционирование систем управления качеством в силу отсутствия внешних рыночных и внутренних (ментальных) регуляторов.

Выходом из сложившейся ситуации может быть использование принципа *радикального антропоцентризма*, согласно которому качество производственной деятельности человека зависит только от него лично и от его активности в направлении повышения качества [4]. В соответствии с данным принципом признается право человека на ошибку как биологически обусловленную особенность аутопоэтической организации его сознания и организма. Ошибки присущи каждому конкретному человеку, который и должен блокировать их появление за счет соответствующей организации своей деятельности. Признаётся ориентирующий характер влияния производственных коммуникаций организации на персонал при достижении им требуемого уровня качества деятельности. Принятие положений радикального антропоцентризма предполагают интерпретирующий и интерактивный характеры процедур менеджмента качества, которые должны внедряться не централизованно, как это принято в практике административно-командной системы, а в процессе циклических согласований с работниками. Процесс повышения качества при этом должен рассматриваться, как свойство профессионала непрерывно улучшающего свою деятельность посредством формирования и участия в профессиональных и учебных дискурсах, одним из которых является дискурс СМК. Особое значение в данном подходе приобретает влияние культуры организации на формирование мотивации к качественному труду.

Постклассические представления о работе экономической среды как аутопоэтической системы рассматривают качество как эмерджентное свойство, возникающее в процессе взаимной ориентации организации и работника на качество. Качество, проявляясь в продукции и услугах, является не только характеристикой производственных процессов, но и категорией отражающей определённый образ жизни человека, культурную, социальную и экономическую традиции, обеспечивающие основы успешного развития человека и общества. В таком контексте управление качеством связано с более широким контекстом социального и психологического планов, нежели система ИСО. Можно гово-

речь о том, что качество порождается в профессиональных организационно-замкнутых средах обладающих свойствами самоорганизации и является свойством этих сред [5]. Проектированием СМК в постклассическом представлении является не формальное требование исполнения стандартов ИСО, а обеспечение работы механизмов самоорганизации в производственной структуре ведущих к качеству. Это совершенно другой подход к обеспечению качества, и он требует внимательного отношения к коммуникативным процессам, служащим основой самоорганизации в социальных системах [6].

### **Выводы**

1. Системы менеджмента качества являются неотделимым элементом механизма функционирования общества как самоорганизующейся социальной системы.
2. Формальное внедрение СМК в практику работы предприятий переходной экономики не позволяет решить проблему обеспечения качества продукции и управления.
3. Качество является эмерджентным свойством социальной производственной системы, следствием её аутопоэзиса, а не суммой качеств возникающих при применении организационно-административных методов управления производственным коллективом.

**Список литературы:** 1. МС ИСО 9000:2005. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. 2. *Луман, Н.* Социальные системы. Очерк общей теории [Текст] / Н. Луман. – Санкт-Петербург: Наука, 2007. – 644 с. 3. *Varela F., Maturana H., Uribe R.* Autopoiesis: The organisation of living systems, its characterization and a model. In: *Biosystems* 5 (4), 1974, p. 187–196. 4. *Сергеев, С. Ф.* Психологические основы менеджмента качества с позиций радикального антропоцентризма [Текст] / С. Ф. Сергеев // VII Международная конференция «Психология и эргономика: Единство теории и практики (20–22 августа 2009 года, г. Тверь). – ЧФ: Проблемы психологии и эргономики. – 2009. – № 4 (51). – С. 103–104. 5. *Сергеев С. Ф.* Обучающие и профессиональные иммерсивные среды [Текст] / С. Ф. Сергеев. – М.: Народное образование, 2009. – 432 с. 6. *Сергеев, С. Ф.* Конфликт аутопоэтических систем и социальная нестабильность российского общества [Текст] / С. Ф. Сергеев // Социальный мир человека. – Вып. 3: Материалы III Всероссийской научно-практической конференции «Человек и мир: конструирование и развитие социальных миров», 24–25 июня 2010 г. – Часть I: Направления социальной психологии / Под ред. Н. И. Леонова. – Ижевск: ERGO, 2010. – С. 33–35.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 621.436:621.74**

**О. В. АКИМОВ**, докт. техн. наук, доц., зав. кафедрой, НТУ «ХПИ», г. Харьков

**С. Б. ТАРАН**, инженер, НТУ «ХПИ», г. Харьков

**А. П. МАРЧЕНКО**, докт. техн. наук, проф., проректор НТУ «ХПИ», г. Харьков

### **АЛЮМИНИЕВЫЕ СПЛАВЫ И АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПОРШНЕЙ**

Розглянуті традиційні та найбільш перспективні матеріали для виготовлення поршнів двигунів. Поєднання високих механічних, ливарних властивостей і підвищеної теплопровідності робить перспективним застосування різних марок чавунів для поршнів ДВЗ, працюючих в умовах складних робочих термоциклічних навантажень.

Рассмотрены традиционные и наиболее перспективные материалы для изготовления поршней двигателей. Сочетание высоких механических, литейных свойств и повышенной теплопроводности делает перспективным применение различных марок чугунов для поршней ДВС, работающих в условиях сложных рабочих термоциклических нагрузок.



Анализ общих тенденций и прогнозов в Украине и за рубежом на будущее в области разработки дизельных двигателей свидетельствует о четкой направленности на постоянное увеличение их мощности и среднего эффективного давления [1,2]. Поэтому увеличение тепловых и механических нагрузок на поршни может стать проблемой, к разрешению которой должны быть готовы как проектировщики, так и предприятия—изготовители поршней.

Работы, проведенные фирмой Карл Шмидт, свидетельствуют, что среднее эффективное давление существующих дизельных двигателей с турбонаддувом ограничивает использование алюминиевых сплавов для определенного размерного ряда поршней. По диаметру цилиндров верхней границей среднего эффективного давления для охлаждаемых маслом поршней будет 1,6—1,7 МПа при диаметре цилиндра 150—200 мм и 1,5—1,6 МПа при диаметре цилиндра 100—150 мм.

Проблема повышения эксплуатационных характеристик материала поршней за последние годы приобретает большую актуальность, возрастают требования в отношении жаропрочности, износостойкости и других его характеристик. В этой связи ведутся работы в двух направлениях:

- первое направление относится к группе работ занятых повышением работоспособности алюминиевых поршневых сплавов;

- второе направление связано с изысканием технических и технологических решений использования других материалов вместо алюминиевых сплавов.

Основными преимуществами сплавов на алюминиевой основе являются высокая удельная прочность (отношение предела прочности к плотности) и высокая теплопроводность. Однако, высокий коэффициент линейного расширения требует увеличения "холодных" зазоров между поршнем и гильзой, что естественно приводит к увеличению расхода масла и уровня шума. Кроме того алюминиевые сплавы имеют малую твердость, низкую износостойкость и, что особенно важно, их прочность в области высоких рабочих температур падает в 2,5-3 раза.

Основой применяемых в Украине и за рубежом алюминиевых поршневых сплавов является различное соотношение Al-Si- от 9% до 25% Si. Химический состав и основные свойства поршневых алюминиевых сплавов приведены в таблице 1.

Уникальное сочетание прочностных, пластических и теплофизических свойств эвтектических силуминов (Si=10-13%), а также низкая плотность и хорошие технологические свойства вполне оправдывают то широкое их применение, которое они получили для производства широкого класса поршней ДВС. Однако, главным их недостатком является повышенный коэффициент линейного расширения. Высококремнистые силумины (Si=18-25%) из-за низкой высокотемпературной пластичности и плохой обрабатываемости используются реже.

Заслуживают внимания работы по применению стали и чугуна для поршней ДВС. Стальные монолитные поршни применяются исключительно редко т.к. они имеют пониженные демпфирующие свойства, значительно ухудшающие пусковые и рабочие характеристики двигателя. Сталь используют при изготовлении биметаллических и составных поршней. Составные поршни успешно применяются на Харьковском заводе им. Малышева. Интересные работы по созданию составных поршней велись в НТУ «ХПИ» совместно с ГСКБД.

Относительно чугуна следует отметить, что это один из наиболее перспективных альтернативных материалов для поршней. Современные технологии позволяют путем управления процессом образования структуры чугуновых изделий при литье достигать получения их механических свойств в 3 и более раза больше, чем у алюминиевых спла-

вов. Это свидетельствует о том, что вполне реально создание чугунного поршня равного по весу алюминиевому. В пользу сказанного говорят данные, приведенные в таблице 1.

Чугун с вермикулярным графитом (ЧВГ) – новый вид конструкционного материала, обладающего рядом специфических свойств, которые выдвигают его в число перспективных материалов для машиностроения [3,4]. Вермикулярный графит занимает промежуточное место между пластинчатым графитом и шаровидным графитом. Сочетание высоких механических и литейных свойств повышенной теплопроводности делает перспективным применение ЧВГ для деталей, работающих при сложных рабочих нагрузках.

ЧВГ благодаря своим хорошим литейным свойствам (близким к СЧ) и высоким механическим свойствам (близким к ЧШГ) становится пригодным для получения сложных по конфигурации отливок. Из ЧВГ отливают самые разнообразные детали дизельных двигателей, которые по условиям работы испытывают высокие термоциклические и силовые нагрузки.

Таблица 1. Физико-механические параметры поршневых материалов.

Параметры	Группа поршневого материала				
	Силумин Si=10-13%	Силумин Si=18- 25%	СЧ	ЧВГ	ЧШГ
Температура, К	573	573	773	773	773
Коэффициент линейного расширения, К <sup>-1</sup>	21,0	19,0	14,0	14,5	15,0
Теплопроводность, В (м.К).	150	132	39	37	29
Модуль упругости E 10 <sup>-5</sup> , МПа	0,70	0,77	1,22	1,31	1,44
Коэффициент Пуассона	0,30	0,31	0,25	0,25	0,25
Временное сопротивление, Мпа	100	85	265	380	495
Относительное удлинение, %	4,0	2,0	2,5	5,0	8,5
Предел длительной прочности, Мпа	47,5	52,5	125	205	250

Особенно перспективно применение перлитного и перлито–ферритного ЧВГ для поршней. Номенклатура отливок из этого материала с каждым годом расширяется, особенно в дизелестроении.

Следует обратить внимание на одно очень важное обстоятельство. В настоящее время в промышленности применяется более 300 марок чугунов. Они отличаются по химическому составу, свойствам, структуре и технологии получения, но обладают одним общим признаком – все они построены на базе системы Fe-C-Si.

В начале 70-х годов было показано [5], что чугуны могут быть построены по принципиально новой системе Fe-C-Al. Подобно классической системе Fe-C-Si, чугуны, построенные по системе Fe-C-Al могут тоже иметь сотни марок аналогично иметь пластинчатую, вермикулярную и шаровидную форму графита. Вермикулярный и шаровидный графит обеспечивает этим чугунам предел прочности более 600 МПа. Отличительной особенностью высокопрочных алюминиевых чугунов является мелкозернистость макроструктуры. Микроструктура металлической матрицы может быть чисто ферритной, феррито-перлитной и перлитной.

Сочетание высоких показателей механических свойств и повышенной теплопроводности делает алюминиевый ЧВГ перспективным материалом для деталей, работающих в

условиях теплосмен и испытывающих большие термоциклические нагрузки.

Изготовление отливок из ЧВГ без внутренних и внешних дефектов, а также отбела проще, чем из ЧШГ. Жидкотекучесть чугунов на основе Fe-C-Al не уступает жидкотекучести чугунов на основе Fe-C-Si при одинаковых условиях испытаний. Пожалуй, единственной трудностью в применении алюминиевых ЧВГ является пораженность отливок оксидами алюминия. Однако соответствующими технологическими приемами эту проблему можно решить.

**Список литературы:** 1. Варожейнов В.А. Разработка конструкции и исследование теплонапряженного состояния поршней дизеля для энергонасыщенного трактора: Дис. канд. техн. наук 05.05.03 /Варожейнов Анатолий Иванович. – Харьков, 1983. – 205 с. 2. Пылёв А.И. Повышение долговечности деталей камеры сгорания быстроходных дизелей. Дис. доктора техн. наук: 05.05.03 /Пылёв Владимир Александрович. – Харьков, 1990. – 400с. 3. Балакин В.И. Форсированные дизели /В.И.Балакин, Н.Н.Иванченко, М.Г.Круглова – М.: Машиностроение, 1978. – 360 с. 4. Дзучкоева Р.Б. Перспектива развития материалов и технологии изготовления литых поршней форсированных дизелей /Р.Б.Дзучкоева, М.Д. Никитин //-Энергомашиностроение. – 1976. - № 8. С.24-25. 5. Бобро Ю.Г. Алюминиевые чугуны / Ю.Г.Бобро. – Харьков: ХГУ, 1964. 195 с.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 621.78.012.5**

**Т.С.СКОБЛО**, док.техн. наук, проф., ХНТУСХ им. Петра Василенка, г. Харьков

**Н.Г. ПОЗДНЯКОВ**, ассист., ХНТУСХ им. Петра Василенка, г. Харьков

**М.В. МАРЧЕНКО**, канд.техн.наук, доц., ХНТУСХ им. Петра Василенка, г.Харьков

## **РАЗРАБОТКА СПОСОБА ТЕРМООБРАБОТКИ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ**

Запропонований спосіб, що забезпечує повну автоматизацію технологічного процесу гарту, зменшення витрат енергії, праці, засобів і часу, на його виконання. Спосіб дозволяє відмовитися від додаткового устаткування і виконати операцію гарту за один прохід.

Предложен способ, обеспечивающий полную автоматизацию технологического процесса закалки, уменьшение расходов энергии, труда, средств и времени, на его выполнение. Способ позволяет отказаться от дополнительного оборудования и выполнить операцию закалки за один проход.

В работе [1] нами были проанализированы методы восстановления и упрочнения гильз цилиндров и поставлена цель разработать новый метод обработки гильз цилиндров, который бы позволил избежать появления различных дефектов, сократить время обработки и удешевить процесс.

Поставленную задачу решали за счет того, что в известном способе упрочнения гильз цилиндров, который выполняется после механической обработки внешнего профиля изделия и включает объемный нагрев до 500-600°C, предыдущий подогрев его рабочей поверхности внутренним индуктором до температуры структурного превращения – Ac1-(10-30)°C, а затем поверхностную закалку рабочей поверхности и последующий отпуск изделия, согласно предложенного способа, предыдущий подогрев рабочей поверхности осуществляют без объемного нагрева и выполняют до температуры 130-220°C за счет теплопередачи от внешней стенки изделия, которую нагревают внешним индуктором, а закалку проводят с помощью внутреннего индуктора, который перемещается относительно продольной оси изделия с опозданием относительно внешнего индуктора, с одновременным спрейерным охлаждением рабочей поверхности. При этом закалка проводится перед механической обработкой, формирующей внешний профиль гильзы.

Достоверность предложенного способа подтверждена проведенным расчетом температурного поля в материале гильзы во время закалки токами высокой частоты.

В работе была предпринята попытка найти такую конструкцию установки и подобрать режимы закалки так, чтобы уменьшить температурные напряжения и усадку гильзы. Для этого было предложено с наружной стороны гильзы параллельно и такой же длины поставить индуктор мощностью в 20 раз меньшей, чем внутренний. Для этого решали задачу. При этом уравнение теплопроводности в цилиндрических координатах [1] записывали в следующем виде

$$W(r) = W_0 \left(1 - \frac{r - r_0}{l}\right)^{10} + W_1 \left(\frac{r_n - r}{l}\right)^{10}, \quad (1)$$

где,  $W_0$  - мощность источников индуктора на внутренней стороне гильзы

$W_1$  - мощность источников индуктора на внешней стороне гильзы.

Граничные условия с внутренней стороны остаются такими же. А с внешней стороны вторые источники действуют то же время  $\tau_1$ , как и на внутренней стороне. Когда время  $\tau > \tau_1$ , то с внешней стороны задается условие, как и раньше [1, 3].

$$\lambda \frac{\partial T}{\partial r} = 3.8k \left[ \left(\frac{T + 273}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_{cp} + 273}{100}\right)^4 \right], \quad (2)$$

На рис. 1-4 представлены зависимости распределения напряжений в один и тот же момент времени парами: а) – односторонний нагрев; б) – двусторонний нагрев.

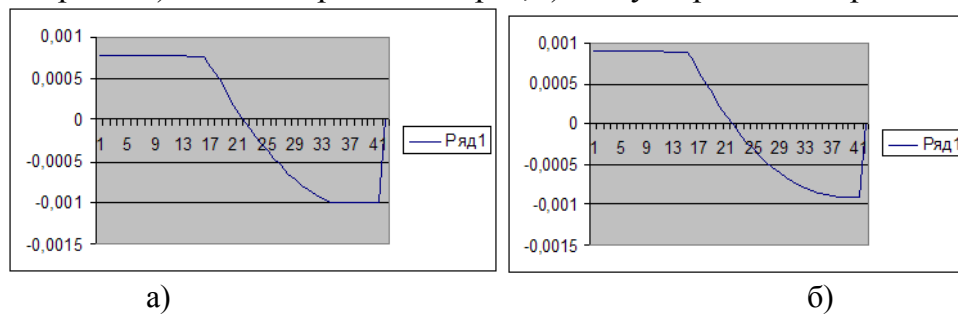


Рис. 1 Распределение деформаций на 3,564 с

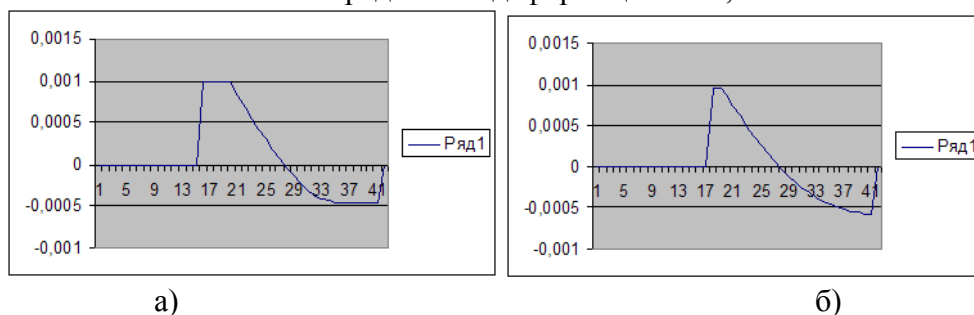


Рис. 2 Распределение деформаций на 8,424 с

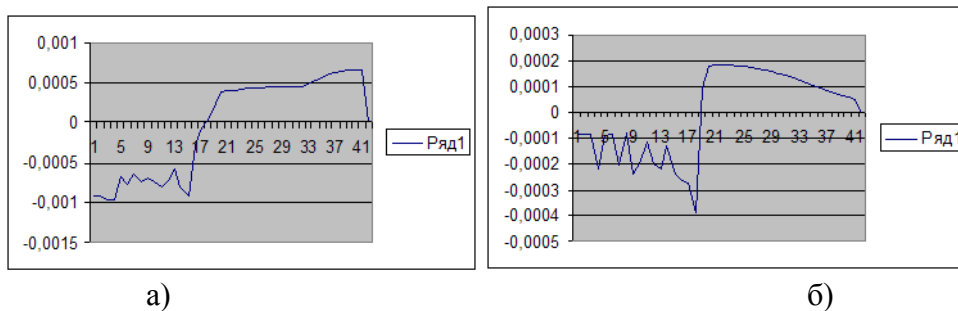


Рис. 3 Распределение деформаций на 14,903 с

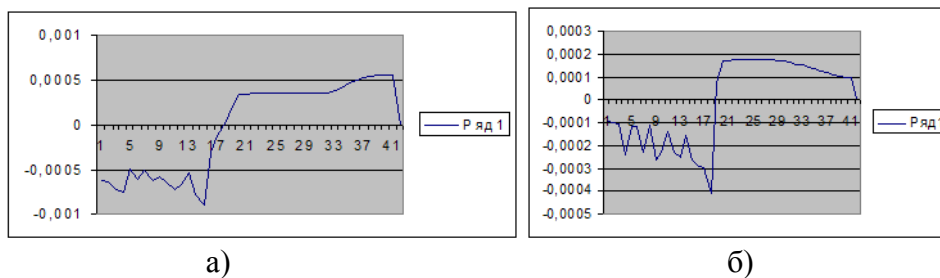


Рис. 4 Распределение деформаций на 97,175 с

Из этих рисунков видно, что основное отличие распределения напряжений достигается в ширине пластических зон. Для двустороннего нагрева ширина практически равна нулю.

На рис. 5 приведены зависимости температуры от времени в крайних точках детали при скорости движения индукторов 3,5 мм/с. При этом расчет температурного поля производили с помощью внутренних источников тепла. Линия 1 соответствует точке возле индуктора при одностороннем нагреве. Линия 2 соответствует точке возле индуктора при двустороннем нагреве. Линия 3 соответствует наружной точке при одностороннем нагреве. Линия 4 соответствует наружной точке при двустороннем нагреве, то есть, соответствует действию внешнего индуктора.

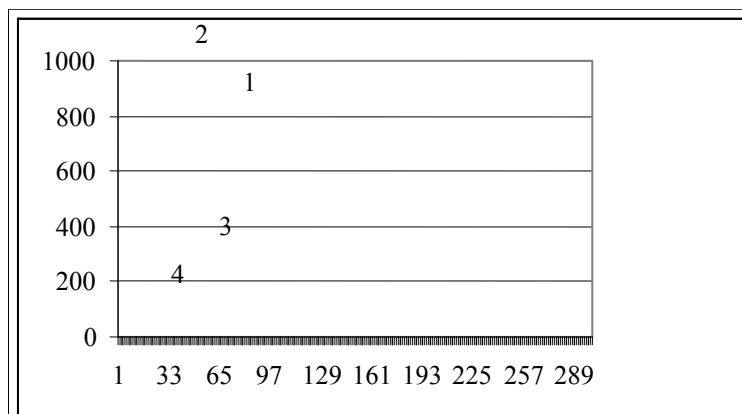


Рис. 5 Зависимость температуры от времени в крайних точках детали при скорости движения индукторов 3,5 мм/с (расчет температурного поля с помощью внутренних источников тепла).

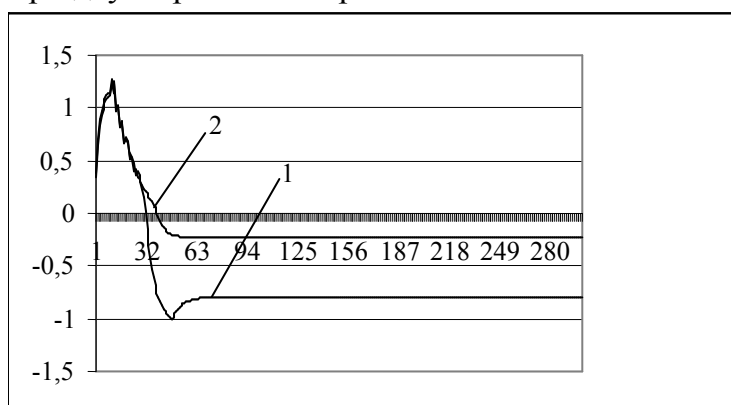
Ось абсцисс отражает число шагов по времени. Шаг по времени равен 0,324 с. Ось ординат отражает температуру в градусах Цельсия.

Сравнение графиков в точке возле индуктора показывает, что до 10-й секунды температуры нагрева наружной и внутренней стороны гильзы отличается незначительно, а затем, где-то с 15-й секунды температура внутренней и наружной точки индуктора совпадают, что обеспечивает минимальный уровень напряжений. В то время как линия 3, относящаяся к одностороннему нагреву заметно ниже линии 4.

На рис. 4 показано распределение напряжений по сечению детали на 97,175 с. То есть изменение остаточных напряжений. Ось абсцисс характеризует число шагов по координате. Шаг по координате равен 0,3 мм. Ось ординат характеризует изменение остаточных напряжения в  $кг/мм^2$ . Знак плюс соответствует сжатию, знак минус – растяжению. Из этого рисунка видно, что уровень остаточных напряжения при одностороннем нагреве гораздо выше чем напряжений при двустороннем нагреве.

На рис. 6 приведены зависимости от времени условных прогибов пластин стенки детали толщиной 12мм при ее одностороннем и двустороннем нагреве индукторами.

Расчет температурного поля производили с помощью внутренних источников тепла. Линия 1 соответствует одностороннему нагреву индуктора. Линия 2 соответствует дву-



стороннему нагреву индукторами. На оси абсцисс показано число шагов по времени. Шаг по времени равен 0,324 с.

На оси ординат показан прогиб пластины стенки в мм.

Из этого рисунка видно, что до 10 секунды условные прогибы совпадают. Потом в связи с интенсивным охлаждением внутренней части гильзы и отсутствием запаса тепла с наружной стороны, условный прогиб при одностороннем нагреве уменьшается значительно быстрее, чем при двустороннем нагреве. В результате остаточный условный прогиб при одностороннем нагреве достигает 0,79 мм, а при двустороннем 0,12 мм.

Предложенный способ упрочнения гильз цилиндров (рис. 7) выполняют на оборудовании для высокочастотной поверхностной закалки, на котором закрепляется изделие, которое будет обрабатываться (гильза 1).

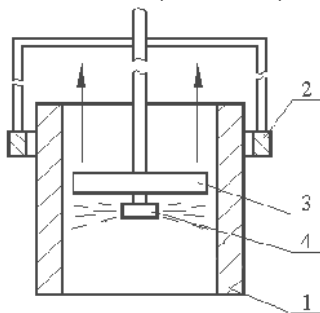


Рис. 7 Схема предложенного способа термообработки гильз цилиндров

структурного превращения, опережал внутренний индуктор 3, при одновременном их перемещении вдоль продольной оси гильзы 1. Охлаждение внутренней поверхности выполняют спрейером 4 с помощью жидкости.

Способ упрочнения гильз цилиндров производят следующим образом.

На каждый из индукторов подается ток высокой частоты, который создает электромагнитное поле, индуцирующее вихревые токи Фуко во внутренней поверхности обрабатываемой гильзы 1. Далее оба индуктора 2 и 3 приводятся в действие и перемещаются относительно гильзы со скоростью 3,5 мм/с. При этом внешний индуктор 2 движется с опережением на 2,5-4 с, что позволяет осуществить предыдущий нагрев рабочей поверхности гильзы с помощью теплопередачи от внешней стенки. Нагрев осуществляют за один проход внешнего индуктора 2 вдоль оси гильзы. Предварительный нагрев внешним индуктором внешней стенки гильзы выполняют до температуры 570-650°C, что приводит к нагреву внутренней ее стенки до температуры 130-220°C за счет теплопередачи. Это позволяет минимизировать внутренние напряжения в металле гильзы. Вместе с этим проходит нагрев под закалку рабочей поверхности гильзы индуктором 3 до температуры 800-870°C и последующее охлаждение этой поверхности жидкостью, например водой, с помощью спрейера 4. Температура воды, которая подается спрейером 4, составляет 18-25°C. При этом закалку гильзы проводят перед механической обработкой, формирующей внешний профиль гильзы, с целью исключения влияния толщины стенки на процесс теплопередачи.

Результаты исследований, которые выполняли для чугунной гильзы цилиндра двигателя СМД-60 с внутренним диаметром 130 мм, толщиной стенки 12 мм и высотой 223 мм, подтвердили эффективность применения предложенного способа. При этом глубина закаленного слоя после закалки составила 2,0 мм, и была обеспечена его однородность по высоте. Микроструктура чугуна по окончании обработки представляла собой

Рис. 6 Зависимость от времени условных прогибов пластины стенки детали толщиной 12 мм при ее одностороннем и двустороннем нагреве индукторами. 1 – односторонний нагрев 2 – двусторонний нагрев

мелкоигольчастый мартенсит, что соответствует требованиям ГОСТ 3443-87 [4]. Кроме того, повысились эксплуатационные показатели обработанной поверхности, в сравнении с обработкой известными способами: твердость составила 41,5 HRC, прочность на изгиб – 59,4 кгс/мм<sup>2</sup>, на сжатие – 129,7 кгс/мм<sup>2</sup>; коэффициент износостойкости составил 0,008. Кроме того, при применении предложенного способа происходит самоотпуск, за счет внешнего нагрева гильзы, который снижает внутренние напряжения в металле, вызывающие ее деформацию. Проведенный анализ деформаций гильзы в зависимости от времени обработки (см. рис. 6) для предложенного способа с двусторонним нагреванием подтверждает оптимальные деформационные показатели и уменьшения длительности технологического процесса.

Таким образом, предложенный способ обеспечивает полную автоматизацию технологического процесса закалки, уменьшение расходов энергии, труда, средств и времени, на его выполнение, позволяет отказаться от дополнительного оборудования и выполнить операцию закалки за один проход.

Предложенный способ термической обработки гильз цилиндров защищен патентом Украины.

**Список литературы:** 1. Поздняков Н.Г., Сайчук А.В., Кохан И.Р. Анализ методов упрочнения и восстановления гильз цилиндров автотракторной техники. / Вісник ХНТУСГ ім. П.Василенка. Випуск 96. Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві. – Харків: ХНТУСГ, 2010 – с. 475-483. 2. Скобло Т.С., Поздняков Н.Г., Марченко М.В. Усовершенствование технологии производства закаленных гильз цилиндров с применением методики расчета температурных полей / Вісник харківського національного технічного університету сільського господарства. - Випуск № 68. - Харків, 2008. – с. 8-12. 3. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. - Гос.изд-во технико-теоретической литературы. - 1951. - с.659. 4. ГОСТ 3443-87. Отливки из чугуна с различной формой графита. Методы определения структуры. – Введен 26.02.87.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 331.108**

*М.М. СКОЛОЗДРА*, асп., НУ«Львівська політехніка»

*Л.І.СОПІЛЬНИК*, докт. техн. наук, проф., НУ «Львівська політехніка»,

*Р.І.БАЙЦАР*, докт. техн. наук, проф., НУ «Львівська політехніка»

## **ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОФЕСІЙНОГО ВІДБОРУ ПЕРСОНАЛУ ДОСЛІДНИХ ЛАБОРАТОРІЙ**

На підставі результатів проведеного дослідження зроблено висновки щодо сутності кадрової політики персоналу організації (дослідних лабораторій), методологічних, методичних і концептуальних засад її формування та реалізації.

На основаниі результатів проведеного дослідження зроблено висновки о сутності кадрової політики персоналу організації (дослідних лабораторій), методологічних, методичних і концептуальних принципів її формування та реалізації.

Якість вимірювань, проведених лабораторією, в значній мірі залежить від якості підготовки персоналу й повинна входити до програми його навчання. Це допоможе краще усвідомити свою соціальну, моральну, правову та економічну цілісність; дасть змогу визначити і розв'язати наукові та дослідницькі завдання, що пов'язані з постійним поліпшенням якості.

Значущість ролі людини в системі якості організації особливо зростає завдяки тісному взаємозв'язку менеджменту якості з такими напрямками теорії управління як концепція загального менеджменту якості (Total Quality Management), японський підхід «кайзен», розвиток інституту лідерства, формування організаційної культури, управління змінами, управління знаннями, організація, що постійно навчається, раціональна інвестиційна та інноваційна політика.

Здатність лабораторії демонструвати неупередженість, гарантувати об'єктивність і незалежність її технічного висновку забезпечується керівним та технічним персоналом [1]. Основою забезпечення належної якості діяльності лабораторії є:

- визначення її організаційної та управлінської структури;
- встановлення відповідальності, повноважень та взаємовідносин усіх співробітників;
- забезпечення контролю за співробітниками, що проводять випробування, та їх незалежність від будь-якого невиправданого тиску або впливу.

Розвиток персоналу та його залучення до удосконалення роботи фірми (лабораторії) є невід'ємною складовою системи менеджменту якості, побудованої за принципами концепції TQM, яка справляє суттєвий вплив на діяльність з управління якістю з 50-х рр. ХХ ст. до цього часу. Головними в питаннях якості постають людські взаємовідносини [2]. Е. Демінг наголошує на важливості запровадження лідерства та розвитку кадрів. Дж. Джуран підкреслює необхідність залучення до процесу покращення розвитку фірми всього персоналу підприємства. К. Меллер висловив припущення, що основою усіх інших видів якості є якість особистості [2].

Розуміння особистості має вагоме значення для підвищення ефективності її діяльності. При дослідженні особистості перевагу надають підходу, який враховує як особистісні, так і ситуаційні чинники, які діють на неї. Особистість характеризується якісними та кількісними проявами психічних особливостей, які формують її індивідуальність – це поєднання психологічних особливостей людини, що надають їй своєрідності та відмінності від інших людей. Індивідуальність проявляється у здібностях людини, у домінуючих потребах, інтересах, схильностях, у рисах характеру, у почутті власної гідності, у світогляді, системі знань, умінь, навичок, у рівні розвитку інтелектуальних, творчих процесів, в індивідуальному стилі діяльності та поведінки, у типі темпераменту, у характеристиках емоційної та вольової сфер тощо [3].

Психологією розроблені способи оцінки особистості, які дозволяють зрозуміти її характерні особливості та психологічний стан. Загальні шкали оцінок дають змогу отримати інформацію про характеристики особистості, оцінити особистісні якості людей, які займаються професійною діяльністю. Оцінка особистості залежно від специфіки та ситуації дає змогу певніше прогнозувати її поведінку [4].

Висока якість особистості проявляється у самореалізації, яку бажано вимірювати за собами кваліметрії.

Вимірювання ступеня самореалізації працівників можна здійснювати за трьома напрямками.

За першим напрямком, з точки зору ступеня задоволеності, розглядалися наступні внутрішні фактори самореалізації працівників: зміст виконуваної роботи; можливість бачити результати своєї праці; можливість використання своїх професійних знань на даній посаді; можливість розвитку кар'єри; можливість підвищення кваліфікації.

За другим напрямком враховувались зовнішні фактори: винагорода за працю; справедливість в оплаті праці; мікроклімат в колективі; культура управління; умови праці.

Специфічність третього напрямку категорії працівників робить необхідним врахування таких факторів самореалізації, які проявляються мотивами самоствердження і са-



мовираження: можливість проявити ініціативу та пропонувати нестандартні ідеї і рішення; наявність мотивації до творчої активності.

У даній статті пропонується технологія розв'язання взаємозв'язаних задач вибору оптимальних параметрів, які характеризують працездатність працівника дослідної лабораторії на етапі професійного відбору.

Існує множина параметрів працівника  $p$  ( $p \in P$ ), які зв'язані з формуванням та реалізацією його працездатності. Параметрами професійної діяльності працівника  $D$  є множина його професійно важливих якостей, параметри професійних змін і наявної працездатності. Задача синтезу системи прогнозування працездатності працівника є задачею оптимального відображення  $P$  на  $D$ , що забезпечує максимальну якість функціонування  $Q$  за умови вартості системи  $C$ , яка не перевищує допустимий рівень  $C_d$ :

$[p \in P] \rightarrow [D^* \subset D]$ , де  $m$  – операція оптимального відображення елементів  $P$  на елементи множини  $D$ ;  $D^*$  – оптимальний набір параметрів професійної діяльності [5]:

$$D^* \Rightarrow \max Q(D) \text{ при } C \leq C_d. \quad (1)$$

Практичне розв'язання задачі (1) зводиться до поетапного розв'язання взаємозв'язаних задач вибору оптимальних параметрів працівника на етапах професійного відбору, періодичного та поточного (оперативного) контролю працездатності працівника з побудовою оптимальних моделей оцінки й прогнозу за критеріями сталості, надійності та точності моделей.

Функціональний стан (ФС) працівника можна визначити як багатовимірний образ психофізіологічного стану людини, що опосередковує діяльність відносно фізіологічних і психологічних витрат. ФС працівника в широкому сенсі має багаторівневу природу і тому потрібно оцінювати, як мінімум, три рівні його утворення [5]:

- загальний – генетично визначений, який зумовлює принципову придатність людини до певної професії;
- віковий – визначає зміни динаміки професійно важливих психофізіологічних якостей, які є результатом професійного старіння індивідуума, сезонних коливань, хвороб;
- поточний (оперативний) – визначає щоденні зміни, які забезпечують готовність до конкретної діяльності, включають щоденні й більш швидкоплинні флуктуації стану працівника.

Відповідно до ФС психофізіологічний профіль індивідуума описується концептуальною моделлю

$$PPS = f(C, T, Fl, St), \quad (2)$$

де  $C = C(p)$  – множина психологічних і фізіологічних параметрів, які є відносно сталими і визначаються природними особливостями фізіологічної регуляції (метаболізм, сила й рухливість нервових процесів) та психологічними рисами дорослої людини;

$T = T(p)$  – множина, що описує психофізіологічні параметри, які можуть повільно змінюватися протягом життя людини в результаті освіти, тренування, старіння, хвороб, відпустки тощо;

$St = St(p)$  – множина, яка описує коливання психофізіологічних показників на коротких інтервалах часу (щоденні, впродовж робочого дня), які є передбачуваними (прогнозованими), хоча можуть бути істотними під впливом як екзогенних, так і ендогенних чинників.

Множина  $St(p)$  визначає рівень ризику небажаних змін ФС під час виконання конкретної роботи, а також зміни перед початком робочого дня (зміни) або перед виконанням екстремальних задач. Набір  $St(p)$  – це стохастичні параметри, які швидко замінюються на коротких інтервалах (хвилини, секунди) часу і вимагають безперервного контролю в реальному часі, щоб оцінити й передбачити зміни працездатності працівника; прогноз

може бути зроблений на короткий інтервал часу і використовуватися в системах адаптивної автоматизації праці працівника.

Функціональний стан і працездатність – це дві сторони прояву психофізіологічного забезпечення роботи працівника [5]. У цілому їх формування та прояв відповідають уявленням про загальні й специфічні механізми психофізіологічного забезпечення професійної діяльності і від них залежить кваліфікація працівника. ФС відповідає структурі задіяних активних функціональних систем фізіологічного забезпечення та психологічних особливостей діяльності людини, які включають такі механізми [5]:

генетично визначені й сформовані у процесі розвитку та загальної освіти (загальний рівень), що забезпечують відносно сталі або практично незмінні процеси в організмі чи поведінці людини;

новільноплинні зміни (відповідно до віку людини), що визначають динаміку вікової адаптації працівника до професійної діяльності та супроводжуються змінами в поведінці, характері розв'язання професійних задач; впливають на рівні психофізіологічних показників;

нвидкоплинні зміни (флуктуації), що асоціюються зі змінами ФС і впливають на темпи психофізіологічних показників і показників діяльності.

Відповідно до цих рівнів працездатність працівника визначається як [5]:

принципова (загальна);

вікова, що відповідає рівню професійного старіння;

ноточна працездатність.

Існують три можливості й цілі використання інформації, пов'язаної з ФС [5]:

- ретроспективний аналіз причин події (для вивчення причин виникнення помилок працівника),
- поточна оцінка (коли можна використовувати зовнішню контрольну систему),
- прогноз поведінки людини, мотивацій та способів реалізації її праці.

Відповідно методи вимірювання і аналізу можуть дуже відрізнитися, особливо стосовно до лабораторних і виробничих умов. Для практичних завдань інформація щодо ФС може використовуватися з метою ретроспективного аналізу причин подій, а прогноз ФС є нечіткою величиною і, відповідно, може оцінюватися лише з позицій імовірності зміни чи виникнення того чи іншого функціонального стану, тоді як інформація щодо працездатності, яка є проявом реалізації працівником свого психофізіологічного профілю у зовнішньому світі, може бути корисною і практично досяжною для поточної оцінки та прогнозу ефективності функціонування діяльності.

Для аналізу кваліфікації персоналу можна використати два типи величин: *рівні* (наприклад, компетентності, освіти, інтелектуальності); *темпи* – характеристики зміни рівнів, динаміки процесів (зокрема, вони можуть визначатись змінами освітньо-фахового потенціалу категорії працівників, науковим потенціалом країни, виробничим потенціалом підприємства). При цьому вважаємо параметр кваліфікації  $x_i$  конкретного працівника, що займає певну посаду, функцією часу  $t$ . Зміну  $x_i(t)$  в першому наближенні можна подати балансовим співвідношенням із лінійною залежністю в правій частині:

$$\frac{\partial x_i(t)}{\partial t} = a_{i1}y_1(t) + \dots + a_{iN}y_N(t), \quad (3)$$

Вводяться наступні позначення:  $i = 1, \dots, n$  – індекс посади;  $j = 1, \dots, N$  – індекс інформаційного потоку (впливу);  $y_j(t)$  – обсяг використання інформаційного потоку;  $a_{ij}$  – коефіцієнти моделі, які в першому наближенні вважаємо постійними і позитивними.

Початкові значення  $x_i(t)$  та  $y_j(t)$  вважаємо відомими:

$$x_i(0) = x_i^0, \quad y_j(0) = y_j^0, \quad (4)$$

де всі скаляри  $x_i^0$  та  $y_j^0$  позитивні.

Темп змін параметрів  $x_i(t)$  в процесі функціонування фірми позначимо  $v_i$  і вважаємо обмеженою зверху величиною  $v_m$ .

Розглянемо  $[t_0, t_k]$  – інтервал часу, в якому розгортається процес праці. І конкретний працівник, і керівництво фірми прагнуть до зростання кваліфікації персоналу, і аналітично це приведе до процесу оптимізації параметрів стану (рівнів)  $x_i$  системи (підприємства).

Системи з оптимізацією забезпечують оптимальне значення параметрів якості при всіх можливих умовах системи [6]. Функціонал якості для такої системи задамо у вигляді

$$J = \int_{t_0}^{t_k} f(\bar{y}, \bar{u}, \bar{s}) dt, \quad (5)$$

де  $\bar{y}$  – вектор заданих впливів ( $y_{ij}(t)$  – компоненти вектора);  $\bar{u}$  – вектор керувань;  $\bar{s}$  – вектор невизначених збурень;  $[t_0, t_k]$  – інтервал часу, в якому розглядається процес (формування критеріального співвідношення для працівника);  $f(\bar{y}, \bar{u}, \bar{s})$  – функція, що відображає показник якості. Елементи методики застосування алгоритмів оцінювання та оптимізації для такого типу задач можна почерпнути із монографії [7].

Тимчасова зміна  $x_i(t)$  формується із врахуванням основних  $X_{osi}(t)$  і додаткових інформаційних потоків  $a_i v_i K_i(t)$ , які отримуємо в результаті реалізації виробничого процесу:

$$x_i(t) = X_{osi}(t) + a_i v_i(t) K_i(t). \quad (6)$$

При цьому враховується необхідність додаткових змін, що відображається у використанні постійного коефіцієнта  $a_i < 1$  і параметра  $v_i$ , який характеризує темпи зростання (чи спадання);  $K_i(t)$  – функціональна залежність, яку знаходимо емпірично або із розв'язку задачі (в залежності від постановки).

Перспективні зміни параметра  $x_i(t)$  визначаються інтегральною формою від  $x_i(t)$  із врахуванням показника ефективності  $b$  конкретних інформаційних потоків (в даному випадку  $b$  – матриця-стовпець або матриця рядок  $b = \{b_j\}$ ).

Перспективний часовий горизонт планування  $T_i$  змін  $x_i(t)$  може бути як кінцевим, так і безмежним.

В цьому випадку вихідна математична постановка задачі планування має таку форму: знайти функції часу  $X_{osi}(t) \geq 0$  і  $v_i(t) \in [0, v_m]$ , які забезпечують максимум функціонала

$$J_{pi} = \int_0^{T_i} e^{bt} x_i(t) dt, \quad (7)$$

Дана постановка оптимізаційної задачі (5) та (7) має форму задачі з обмеженнями на управління, для розв'язання якої ефективною буде методика, що ґрунтується на використанні принципу максимуму Понтрягіна [7]. Наведений варіант відноситься до класу задач із простим обмеженням.

Динамічна система, описана співвідношеннями (5) та (7), може бути розв'язана як система звичайних диференціальних рівнянь з відповідними обмеженнями [7].

Формуванню системи оціночних характеристик кадрової політики персоналу підприємства сприяє уточнення її класифікаційної бази, зокрема, вибір параметрів (рівнів) та інформаційних потоків.

Мету кадрової політики організації в контексті теорії людського капіталу необхідно розуміти як забезпечення послідовного виконання наступних процесів: формування трудового потенціалу, сприяння його трансформації в загальний людський капітал та формування на цій основі спеціального людського капіталу. Запорукою досягнення цієї мети є дотримання визначених принципів кадрової політики підприємства, рівень реалізації яких на практиці запропоновано розглядати як критерій оцінки її ефективності з допомогою функціоналу якості [8].

Аналіз стану справ у впровадженні системи якості у лабораторіях України переконливо доводить, що на відміну від лабораторій європейських країн національні лабораторії вимушені впроваджувати нові для себе вимоги до компетентності, не маючи ні досвіду роботи в рамках СЯ, ні навіть підготовлених фахівців у сфері управління якістю [9].

Головні труднощі впровадження СЯ на сьогодні полягають у переборюванні психологічних бар'єрів співробітників, починаючи від керівника і закінчуючи рядовим лаборантом, організації дієвої відповідальності керівництва та систем ефективного і достовірного аудиту, коригуючих та попереджуючих дій.

Для забезпечення відповідності випробувальних лабораторій вимогам ДСТУ ISO/IEC 17025 [10] необхідно переглянути методики, за якими проводяться вимірювання (випробування). У цих методиках мають бути вказані діапазони вимірювання і характеристики похибок (невизначеностей) вимірювання. Однак, значна кількість вимірювань та випробувань продукції проводиться відповідно до вимог міждержавних і державних стандартів, у яких характеристики похибок, а тим паче невизначеності, не наведені.

Отже, похибку вимірювання необхідно зменшувати підбором експериментатора відповідної кваліфікації та дотриманням вимог ергономіки при проведенні вимірювального експерименту і в розробленні засобів вимірювань. На підставі результатів проведеного дослідження зроблено висновки щодо сутності кадрової політики персоналу організації (дослідних лабораторій), методологічних, методичних і концептуальних засад її формування та реалізації.

**Список літератури:** 1. Мухаровський М., Глухова О., Рудовська Н. Персонал — новий об'єкт підтвердження відповідності // Стандартизація, сертифікація, якість. Харків – 2002. – №2. – С. 35 – 38. 2. Фомин В.Н. Квалиметрия. Управление качеством. Сертификация. – М.: ТАНДЕМ, ЭКМОС, 2000. – 320 с. 3. Сколоздра М, Байцар Р. Роль особистості у професійній діяльності // Психологія і суспільство, №4(30), 2007.– С.132–137. 4. Khoo H.H., Tan K.C. Critical success factors for quality management implementation in Russia // Industrial and Commercial Training. Vol. 34, No 7. – 2002. – P. 263– 268. 5. Буров О.Ю. Ергономічні основи розробки систем прогнозування працездатності людини-оператора на основі психофізіологічних моделей діяльності / Автореф. дисс. докт. техн. наук. – Харківська національна академія міського господарства. Харків. – 2007. – 44 с. 6. Чумаков Е.П. Оптимальные и адаптивные системы. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 256 с. 7. Граничин О.Н., Поляк Б.Т. Рандомизированные алгоритмы оценивания и оптимизации при почти произвольных помехах. – М.: Наука, 2003. – 292 с. 8. Юзевич В., Байцар Р., Сколоздра М. Модулювання кваліфікації персоналу // Стандартизація, сертифікація, якість, №4, 2008. – С. 65 – 69. 9. Байцар Р.І., Сколоздра М.М., Ручкіна Х.Ю. Вплив суб'єктивного фактора на якість процесу вимірювання у випробувальних лабораторіях // VI Всеукраїнського наукового – практичного семінару “Якість: проблеми та рішення”, – Харків, 2006. – С. 19 – 22. 10. ДСТУ ISO/IEC 17025:2001. Загальні вимоги до компетентності випробувальних і калібрувальних лабораторій.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 331.45**

**С.А.СОКУРЕНКО**, Начальник службы охраны труда, Харьковский филиал ОАО «Укртелеком»

## **ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ**

В данный час понятия професійного ризику міцно увійшло до практики системи управління охороною праці. Актуальність визначення професійного ризику пов'язана з тим, що збільшення рівня виробничого травматизму несе за собою великі економічні витрати, демографічні втрати, моральний збиток. Оцінка ризику ґрунтується на аналізі багаточинника нещасних випадків, що включає тяжкість травм, види подій, причини виникнення, особові характеристики працівника,

людський чинник. У даній роботі розглянуті основні аспекти по проведенню аналізу і визначенню ступеня професійних ризиків. Описані методи якісного і кількісного аналізу небажаних подій. Перераховані методи дозволяють якісніше ідентифікувати небезпеки, провести оцінку ризику, розробити застережливі і коректуючі дії по профілактиці травматизму і професійних захворювань.

В настоящее время понятие профессионального риска прочно вошло в практику системы управления охраной труда. Актуальность определения профессионального риска связана с тем, что увеличение уровня производственного травматизма несет за собой большие экономические затраты, демографические потери, моральный ущерб. Оценка риска основывается на многофакторном анализе несчастных случаев, включающем тяжесть травм, виды происшествий, причины возникновения, личностные характеристики работника, человеческий фактор. В данной работе рассмотрены основные аспекты по проведению анализа и определению степени профессиональных рисков. Описаны методы качественного и количественного анализа нежелательных событий. Перечисленные методы позволяют более качественно идентифицировать опасности, произвести оценку риска, разработать предупреждающие и корректирующие действия по профилактике травматизма и профессиональных заболеваний.

В настоящее время понятие профессионального риска прочно вошло в практику системы управления охраной труда. Актуальность определения профессионального риска связана с тем, что увеличение уровня производственного травматизма несет за собой большие экономические затраты, демографические потери, моральный ущерб.

По данным Международной организации труда, при годовом мировом приросте ВВП 4,3%, потери от аварий и несчастных случаев составляют 4%.

Ежегодно в Украине сотни трудящихся получают профессиональные заболевания, становятся инвалидами, гибнут на производстве. Все этого ведет к потере трудового потенциала нации, вносит свою негативную лепту в ухудшение демографической ситуации в стране, снижает экономические показатели работы предприятий.

К основным организационным причинам возникновения несчастных случаев в Украине (свыше 72%) относят: нарушения требований безопасности, неудовлетворительная организация производства работ, недостатки в обучении работников безопасности труда, нарушения трудовой дисциплины, несоблюдение требований инструкций по охране труда, не применение средств индивидуальной и коллективной защиты и т.д [1].

Поэтому оценка профессионального риска является реальным инструментом, при помощи которого возможно выявить наиболее «узкие» места с точки зрения безопасности труда работников и целевое расходование средств на своевременное снижение (либо ликвидацию) опасности.

Основная проблема при оценке профессионального риска – отсутствие единой методики, которая давала бы реальный результат для разработки управленческих решений по уменьшению опасностей, профилактике травматизма, профзаболеваний, групповых несчастных случаев и т.д. В действующих методиках окончательные оценки риска носят формальный и условный характер.

В данной работе рассмотрены основные аспекты по проведению анализа и определению степени профессиональных рисков.

Анализ риска несчастных случаев является составной частью управления охраной труда [2]. Он заключается в систематическом использовании всей доступной информации для идентификации опасностей и оценки риска возможных нежелательных событий.

Оценка риска основывается на многофакторном анализе несчастных случаев, включающем тяжесть травм, виды происшествий, причины возникновения, личностные характеристики работника, человеческий фактор. Степень риска несчастных случаев на производственном объекте, определяется на основе учета соответствующих показателей

риска. В общем случае эти показатели выражаются в виде сочетания вероятности (или частоты) и тяжести последствий рассматриваемых нежелательных событий [3].

С учетом международного опыта представляется целесообразным создание системы превентивных мер, направленных на снижение уровней профессиональных рисков, в том числе:

- проведение классификации по видам и уровням профессиональных рисков;
- разработка методических основ комплексной оценки профессионального риска по состоянию факторов производственной среды, трудового процесса и медицинских признаков (ранних форм) нарушения здоровья работающих;
- разработка экспертных методов оценки;
- разработка рекомендаций по снижению уровней рисков, оптимальному распределению степени их воздействия во времени и в пространстве.

В последнее время наиболее распространенными показателями для определения рисков являются гигиенические нормативы и последствия несчастных случаев, аварий и т.д. [4] Превышение гигиенических нормативов учитывается при установлении защищающих работников мер социального и экономического характера (сокращенные рабочий день, досрочный выход на пенсию, увеличенная продолжительность ежегодного отпуска, доплаты за вредные условия труда, предоставление лечебно-профилактического питания и др), а оценка последствий включает физические эффекты нежелательных событий (тяжесть травм, разрушение технических устройств, зданий, сооружений и т.д.). При этом необходимо учитывать профессию, возраст пострадавшего, стаж работы по профессии, общий стаж и другие личностные качества работника.

Основные задачи оценки риска связаны с:

- 1) определением частот возникновения иницирующих и всех нежелательных событий;
- 2) оценкой последствий возникновения нежелательных событий.

На основании полученных результатов производится расчет интегральной оценки профессионального риска (или степени риска) несчастного случая [5], которая отражает состояние промышленной безопасности с учетом показателей риска всех нежелательных событий, которые могут произойти на производственном объекте, и основываться на результатах:

- анализа неопределенности и точности полученных результатов;
- анализа соответствия условий эксплуатации требованиям охраны труда и критериям приемлемого риска;
- интегрирования показателей рисков всех нежелательных событий с учетом их взаимного влияния;

При оценке профессиональных рисков следует проанализировать неопределенность и точность полученных результатов. При этом устанавливаются характер неопределенностей, их причины и источники.

При выборе и применении методов анализа риска необходимо придерживаться следующих требований:

- метод должен быть научно обоснован и соответствовать рассматриваемым опасностям;
- метод должен давать результаты в виде, позволяющем лучше понять формы реализации опасностей и наметить пути снижения риска;
- метод должен быть повторяемым и проверяемым.

На стадии идентификации опасностей и предварительных оценок риска применяются методы качественного анализа, опирающиеся на продуманную процедуру, специальные вспомогательные средства (анкеты, бланки, опросные листы, инструкции) и

практический опыт исполнителей.

Необходимо использовать один или несколько из перечисленных ниже методов анализа риска [6]:

- "Что будет, если...?"; проверочный лист;
- анализ опасности и работоспособности;
- анализ вида и последствий отказов;
- анализ «дерева отказов»;
- методы количественного анализа риска.

1. Методы "Проверочного листа" и "Что будет, если...?" или их комбинация относятся к группе методов качественных оценок опасности, основанных на изучении соответствия условий эксплуатации объекта или проекта требованиям промышленной безопасности.

Результатом проверочного листа является перечень вопросов и ответов о соответствии производственного объекта требованиям промышленной безопасности и указания по их обеспечению. Метод проверочного листа отличается от "Что будет, если...?" более обширным представлением исходной информации и представлением результатов о последствиях нарушений безопасности.

Эти методы наиболее просты (особенно при обеспечении их вспомогательными формами, унифицированными бланками, облегчающими на практике проведение анализа и представление результатов), нетрудоемки (результаты могут быть получены одним специалистом в течение одного дня) и наиболее эффективны при исследовании безопасности объектов с известной технологией.

2. "Анализ вида и последствий отказов" применяется для качественного анализа опасности рассматриваемой профессии с учетом производственного оборудования. Существенной чертой этого метода является рассмотрение каждого аппарата (установки, блока, изделия) или составной части системы (элемента) на предмет того, как он стал неисправным (вид и причина отказа) и какое было бы воздействие отказа на работника.

Анализ вида и последствий отказа можно расширить до количественного анализа вида, последствий и критичности отказа. В этом случае каждый вид отказа ранжируется с учетом двух составляющих критичности - вероятности (или частоты) и тяжести последствий отказа. Определение параметров критичности необходимо для выработки рекомендаций и приоритетности мер безопасности.

Результаты анализа представляются в виде таблиц с перечнем оборудования, профессий, стажа работы, возраста пострадавшего, видов и причин возможных отказов, частотой, последствиями, критичностью, средствами обнаружения неисправности (сигнализаторы, приборы контроля и т.п.) и рекомендациями по уменьшению опасности.

Систему классификации отказов по критериям вероятности - тяжести последствий следует конкретизировать для каждой профессии или технического устройства с учетом его специфики.

3. В методе "Анализ опасности и работоспособности" исследуется влияние отклонений технологических параметров (температуры, давления и пр.) от регламентных режимов с точки зрения возможности возникновения опасности. Этот метод по сложности и качеству результатов соответствует уровню анализа вида и последствий отказов, анализа вида, последствий и критичности отказа.

В процессе анализа для каждой составляющей производственного объекта или технологического блока определяются возможные отклонения, причины и указания по их недопущению.

Отметим, что указанный метод, также как анализа вида, последствий и критичности отказа, кроме идентификации опасностей и их ранжирования позволяет выявить неясно-

сти и неточности в инструкциях по безопасности и способствует их дальнейшему совершенствованию.

4. Практика показывает, что крупные аварии, как правило, характеризуются комбинацией случайных событий, возникающих с различной частотой на разных стадиях возникновения и развития аварии (отказы оборудования, ошибки человека, нерасчетные внешние воздействия и т.д.). Для выявления причинно-следственных связей между этими событиями используют логико - графический метод анализа "дерева отказов".

При этом анализе выявляются комбинации отказов оборудования, ошибок персонала и нерасчетных внешних воздействий, приводящих к аварийной ситуации. Метод используется для анализа возможных причин возникновения аварийной ситуации и расчета ее частоты.

5. Методы количественного анализа риска, как правило, характеризуются расчетом нескольких показателей риска и могут включать один или несколько вышеупомянутых методов (или использовать их результаты). Проведение количественного анализа требует высокой квалификации исполнителей, большого объема информации по аварийности, надежности оборудования, проведения экспертных работ, метеоусловий, времени пребывания людей в опасных зонах и других факторов.

Количественные методы подразделяется на две группы:

- статистические, позволяющие получать усредненные сведения о риске причинения вреда по одной отрасли;
- расчетные (индивидуальные), позволяющие получать значения риска для конкретной профессии, предприятия.

Статистические методы позволяют делать общие выводы относительно риска причинения вреда. Рекомендуются использовать эти методы для целей технического регулирования. Получаемые данные формируются путем сбора и обработки единичных событий, которые произошли за некоторое фиксированное время в определенной отрасли. Статистические данные обладают статистической неопределенностью, обусловленной объемом исходных данных, и методической неопределенностью, связанной с выбором способа обработки данных.

В индивидуальных методах расчет риска осуществляется с использованием методологии вероятностного анализа безопасности. Эти методы позволяют оценить риск применительно к конкретной профессии или предприятию.

Важным достоинством этого метода является также учет человеческого фактора. Учет может осуществляться двумя способами:

1. ошибки персонала рассматриваются как исходное событие аварии;
2. моделирование гипотетических путей развития аварии в цепочки событий, следующих за исходным событием, включает действия персонала (правильные или неправильные) и, тем самым, анализировать влияние человеческого фактора на величину риска.

Практика показывает, что проведение полной количественной оценки риска более эффективно для сравнения источников опасностей или различных вариантов мер безопасности. Количественные методы оценки риска всегда очень полезны, а в некоторых ситуациях и единственно допустимы, в частности, для сравнения опасностей различной природы или для иллюстрации результатов.

Обеспечение необходимой информацией является важным условием проведения оценки риска[7]. Вследствие недостатка статистических данных на практике рекомендуется использовать экспертные оценки и методы ранжирования риска, основанные на упрощенных методах количественного анализа риска. В этих подходах рассматриваемые события или элементы обычно разбиваются по величине вероятности, тяжести послед-



ствий и риска на несколько групп (или категорий, рангов), например, с высоким, промежуточным, низким или незначительным уровнем риска. При таком подходе высокий уровень риска может считаться (в зависимости от специфики производства), неприемлемым (или требующим особого рассмотрения), промежуточный уровень риска требует выполнения программы работ по уменьшению уровня риска, низкий уровень считается приемлемым, а незначительный вообще может не рассматриваться.

Количественные анализы риска позволяют оценивать и сравнивать различные опасности по единым показателям и наиболее эффективны:

- на стадии проектирования и размещения опасного производственного объекта;
- при обосновании и оптимизации мер безопасности;
- при оценке опасности крупных аварий на опасных производственных объектах, имеющих однотипные технические устройства (например, магистральные трубопроводы);
- при комплексной оценке опасностей аварий для людей, имущества и окружающей природной среды.

Перечисленные методы позволяют более качественно идентифицировать опасности, произвести оценку риска, разработать предупреждающие и корректирующие действия по профилактике травматизма и профессиональных заболеваний.

С целью снижения травматизма на производствах, при расчете профессионального риска необходимо учитывать не только факторы, определяющие уровень риска, но и методы управления ими, а также способы оценки эффективности и стоимости работ по снижению его уровня.

**Список литературы:** 1. *ГОСТ 12.0.230-2007*. Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Общие требования. ILO-OSH 2001. 2. *Рекомендації щодо побудови системи управління охороною праці на виробництві* (затверджено Головою Держгірпромнагляду 7.02.2008р). 3. Актуальные проблемы охраны труда и управления профессиональными рисками: *материалы Международной научно-практической конференции (Пермь, 7-8 апреля 2009г)*/Пермский государственный технический университет. 4. Тихоненко В. В. Идентификация опасностей и оценка профессиональных рисков на АЭС – Киев: Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины, 2009. – 7 с. 5. Стулов Д.С.. Оценка и управление рисками промышленных предприятий : Дис.канд. экон. наук : 08.00.05 : Н. Новгород, 2002 151 с. РГБ ОД, 61:03-8/726-9. 6. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов (утверждено Постановлением Госгортехнадзора России от 10.07.2001г № 30). 7. Грибан В.Г., Негодченко О.В. Охорона праці//Научний посібник. Днепропетровський державний університет внутрішніх справ – К.; - Центр учбової літератури. – 2009р. – 267с

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 621.313 Г61**

**В.В. ШЕВЧЕНКО**, канд. техн. наук, доц., УИПА, г. Харьков

### **ОСОБЕННОСТИ ПУСКА И САМОЗАПУСКА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ СОБСТВЕННЫХ НУЖД АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

У роботі розглянуті питання особливостей роботи електродвигунів приводів власних потреб блоку атомної станції. У аварійних режимах виконується захист від перевантажень за допомогою струмових реле, якщо не забезпечується мимовільний пуск ЕД або з механізму не може бути зняте технологічне перевантаження без останову ЕД. Для забезпечення самозапуску особливо відповідальних ЕД достатньо, щоб напруга, що відновлюється, на введеннях двигуна досягла 70% від номінального.

В работе рассмотрены вопросы особенностей работы электродвигателей приводов собственных нужд блока атомной станции. В аварийных режимах выполняется защита от перегрузок с по-

мощью токовых реле, если не обеспечивается самопроизвольный пуск ЭД или с механизма не может быть снята технологическая перегрузка без останова ЭД. Для обеспечения самозапуска особо ответственных ЭД достаточно, чтобы восстанавливающееся напряжение на вводах двигателя достигло 70% от номинального.

В настоящее время АЭС вырабатывают примерно 45 % всей производимой в мире электроэнергии. На территории Украины расположены четыре АЭС, доля вырабатываемой на них электроэнергии составляет примерно половину всей электроэнергии, вырабатываемой в нашей стране.

Весомым преимуществом атомной энергетики является то, что она при нормальной эксплуатации не выбрасывает в атмосферу оксидов серы и азота, приводящих к кислотным дождям, а также различные газы, вызывающие парниковый эффект, то есть АЭС является наиболее оптимальным источником получения электроэнергии с нанесением наименьшего ущерба экологии Земли. Кроме этого к преимуществам АЭС необходимо отнести и низкую себестоимость вырабатываемой электроэнергии, а также возможность размещения АЭС в местах концентрации потребителей.

Вместе с тем развитие ядерной энергетики выдвинуло серьезную проблему предотвращения аварий на АЭС, так как технические системы большой сложности и большой мощности, к которым и относятся объекты ядерной энергетики, создают определенную степень риска аварий, опасных для человека и окружающей среды. При этом даже единичная авария может иметь катастрофические последствия. Для Украины, в связи с нарастающим энергетическим кризисом из-за отсутствия в нашем государстве крупных запасов нефти и природного газа, а также истощения угольных залежей, развитие энергетики оказывается невозможным без развития ядерной энергетики. Понимая это, в 1995 году Верховной Радой Украины был отменен мораторий на строительство и прием в эксплуатацию новых энергоблоков. Все увеличивающиеся масштабы развития ядерной энергетики, в сочетании с необходимостью обеспечения безусловной надежности и безопасности АЭС, определяют высокие требования к качеству проектирования станций и их оборудования, строительства АЭС, изготовления и монтажа основного и вспомогательного оборудования, а также особенно к эксплуатации атомных электростанций.

АЭС с серийными энергоблоками ВВЭР-1000 представляет собой энергетический комплекс, состоящий, как правило, из нескольких отдельных блоков, в состав каждого из которых входит ядерная паровая производительная установка водо - водяного типа единичной мощностью 1000 МВт. Технологические схемы энергоблоков АЭС Украины двухконтурные. Первый контур радиоактивный, теплоносителем и замедлителем является обессоленная вода под давлением. В него входят главный циркуляционный контур (ГЦК) и ряд вспомогательных систем. ГЦК предназначен для отвода тепла, выделяющегося в реакторе и передачи его (в парогенераторе) воде второго контура. ГЦК включает водо - водяной энергетический реактор типа ВВЭР, например, ВВЭР-1000, и четыре циркуляционных петли. Каждая циркуляционная петля состоит из ПГ, ГЦН, главных циркуляционных трубопроводов.

Компенсация объема теплоносителя, предназначена для создания и поддержания постоянного давления, ограничения давления в переходных и аварийных режимах в 1 контуре. Компенсация осуществляется системой компенсации давления, состоящей из присоединенного к одной из петель компенсатора давления с предохранительными клапанами и барботером.

В ядерных реакторах, кроме ядерного горючего, имеется замедлитель нейтронов и управляющие стержни. Выделяемая энергия отводится теплоносителем. Основными элементами ядерного реактора является: ядерное горючее, замедлитель нейтронов (тяжелая

или обычная вода, графит и др.), теплоноситель для вывода энергии, образующейся при работе реактора (вода, жидкий натрий и др.) и устройства для регулирования скорости реакции. Снаружи реактор окружает защитной оболочкой, задерживающей  $\gamma$ -излучение и нейтроны. Оболочку выполняют из бетона с железным заполнителем. Лучшим замедлителем является тяжелая вода. Обычная вода сама захватывает нейтроны и превращается в тяжелую воду. Хорошим замедлителем является графит, ядра которого не поглощают нейтроны.

Составными частями любого атомного реактора являются: активная зона с ядерным топливом, обычно окружённая отражателем нейтронов, теплоноситель, система регулирования цепной реакции, защита, система дистанционного управления. Основной характеристикой ядерного реактора является его мощность. Мощность в 1 МВт соответствует цепной реакции, в которой происходит  $(3 \times 10^{16})$  актов деления за 1 сек).

В активной зоне атомного реактора находится ядерное топливо, протекает цепная реакция ядерного деления и выделяется энергия. Состояние ядерного реактора характеризуется эффективным коэффициентом  $K_{эф}$  размножения нейтронов или реактивностью  $\rho$ :

$$\rho = (K_{эф} - 1) / K_{эф}.$$

Если  $K_{эф} > 1$ , то цепная реакция нарастает во времени, ядерный реактор находится в надкритическом состоянии и его реактивность  $\rho > 0$ ;

- если  $K_{эф} < 1$ , то реакция затухает, реактор – подкритичен,  $\rho < 0$ ;

- при  $K_{эф} = 1$ ,  $\rho = 0$  реактор находится в критическом состоянии, идёт стационарный процесс и число делений постоянно во времени.

Для инициирования цепной реакции при пуске ядерного реактора в активную зону обычно вносят источник нейтронов (смесь Ra и Be,  $^{252}\text{Cf}$  и др.), хотя это и не обязательно, т.к. спонтанное деление ядер урана и космические лучи дают достаточное число начальных нейтронов для развития цепной реакции при  $K_{эф} > 1$ . В качестве делящегося вещества в большинстве атомных реакторов применяют  $^{235}\text{U}$ .

Если активная зона, кроме ядерного топлива (природный или обогащённый уран), содержит замедлитель нейтронов (графит, вода и др. вещества, содержащие лёгкие ядра), то основная часть делений происходит под действием тепловых нейтронов (тепловой реактор). В ядерном реакторе на тепловых нейтронах может быть использован природный уран, не обогащённый  $^{235}\text{U}$  (такими были первые атомные реакторы). Если замедлителя в активной зоне нет, то основная часть деления вызывается быстрыми нейтронами с энергией  $\xi > 10$  кэВ (быстрый реактор). Возможны также реакторы на промежуточных нейтронах с энергией 1 - 1000 эВ.

На рис. 1. приведена конструкция реактора АЭС.

Надежность работы реактора и блока АЭС во многом зависит от надежности и быстродействия в переходных режимах приводных электродвигателей (ЭД) технологических контуров собственных нужд (СН). Роторы синхронных и асинхронных электродвигателей вращаются благодаря "жесткому сцеплению" магнитных полей статора и ротора. "Источником движения" в обоих случаях служит вращающееся с синхронной скоростью круговое вращающееся магнитное поле статора. Магнитное поле ротора синхронного двигателя (СД) постоянно и неподвижно относительно ротора. Поэтому при его "жестком сцеплении" с полем статора ротор также "увлекается" с синхронной скоростью. Магнитное поле ротора асинхронного двигателя (АД) вращается вокруг ротора в ту же сторону, что и поле статора, но с частотой скольжения.

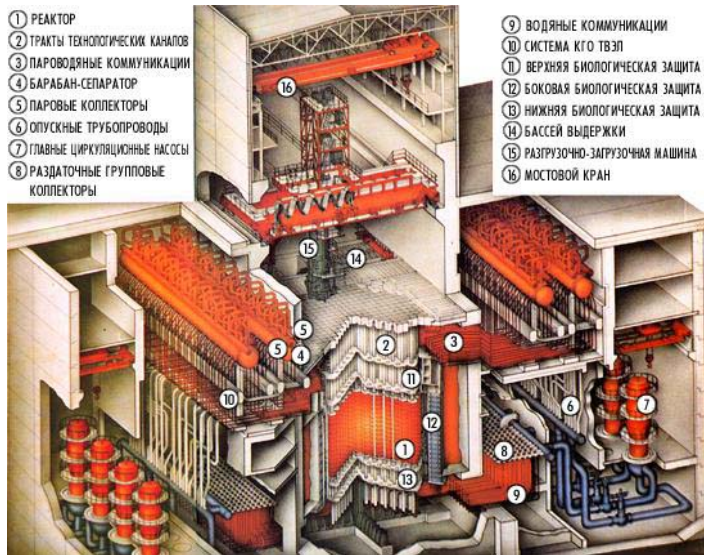


Рис.1 - Конструкция реактора двухконтурной АЭС с реактором ВВЭР

Электрические машины работают с изменяющейся нагрузкой на валу. При этом изменяются и электромагнитные процессы в машине. Эти процессы быстротечны. Поэтому и реакция на них должна быть столь же быстрой. Этого достичь можно только автоматически. Это может быть достигнуто либо за счет применения устройств автоматики, либо за счет свойств саморегулирования, присущих электрическим машинам.

Свойство саморегулирования АД состоит в том, что на изменение нагрузки на своем валу он реагирует изменением скольжения и изменением потребления активной мощности из

сети. С ростом нагрузки вращающий момент двигателя увеличивается за счет увеличения скольжения, то есть за счет снижения скорости вращения. Но этому есть предел - критическое скольжение, достигнув которого, двигатель "опрокидывается", т.е. начинается стремительное падение вращающего момента и возрастание скольжения, вплоть до полной остановки двигателя. Если своевременно не снизить нагрузку (например, разгрузив насос), то АД попадет в режим короткого замыкания (КЗ) и обмотка его сгорит.

Кроме того, с ростом перегрузки АД, стремясь обеспечить необходимый вращающий момент на своем валу, увеличивает потребление мощности из сети (как активной, так и реактивной) и, тем самым, способствует увеличению потерь энергии, снижению напряжения и ухудшению коэффициента мощности. Поэтому работа АД с перегрузкой крайне нежелательна. При недогрузке реактивная энергия нужна ЭД для создания и поддержания собственного магнитного поля. Поэтому потребляемый им из сети реактивный ток изменяется в меньших пределах, чем активный: нагружен двигатель до номинальной мощности или недогружен - поле все равно необходимо. Недогруженные АД резко ухудшают коэффициент мощности всей электроустановки, поэтому работа их с недогрузкой также нежелательна.

При работе двигателя насоса возможны аварийные режимы, например, перегрузки. Защита от перегрузок выполняется с помощью токовых реле, включенных в фазные токи или в общий нулевой провод. Защита от перегрузок выполняется с действием на отключение в случае, если не обеспечивается самопроизвольный пуск ЭД или с механизма не может быть снята технологическая перегрузка без останова ЭД. Защита от перегрузки ЭД 6 кВ предназначена для предотвращения возгорания кабелей из-за длительного протекания пусковых токов при заклинивании ЭД, а также для защиты ЭД от перегрева при технологических перегрузках. Защита действует на отключение ЭД с независимой выдержкой времени.

Перегрузка электродвигателя возникает в следующих случаях:

- при затянувшемся самопроизвольном пуске или пуске;
- по технологическим причинам и перегрузке механизмов;
- в результате обрыва одной из фаз;

- при повреждении механической части ЭД или механизма, вызывающего увеличение момента и торможение ЭД. В комплекс защиты ЭД ВА3 215/109-6АМО5 (6 кВ) насосов ГЦН-195М входят следующие устройства и защиты: токовая отсечка; защита от замыканий на землю; дуговая защита; защита минимального напряжения; автоматической включение резерва (АВР).

При действии АВР шин собственных нужд резервный источник питания должен обеспечивать самозапуск ответственных ЭД, перерыв питания которых должен быть весьма кратковременным (не более 2,5 сек).

Для АД с КЗ ротором и для СД применяют прямой пуск при полном напряжении сети. Источники питания рассчитывают на прямые пуски самых крупных ЭД станции. При этом предусматривают, чтобы понижение напряжения во время пуска не выходило за пределы, при которых обеспечиваются пуск механизма и нормальная работа других ЭД.

При нормальном пуске агрегата ротор АД, вместе с присоединенным к нему механизмом, начинает вращаться с возрастающей скоростью и через короткий промежуток времени достигает постоянной номинальной скорости. Развиваемый ЭД вращающий момент должен превышать момент сопротивления присоединенного к нему механизма в течение всего периода пуска. Пусковые токи могут превышать номинальные в 6 раз и более.

У механизмов с постоянным моментом сопротивления пусковой момент не зависит от скольжения и сохраняет постоянную величину. К механизмам с вентиляторным моментом сопротивления, т.е. с квадратичной зависимостью момента от скорости вращения, относятся вентиляторы, дымососы и т. п. Пусковой момент таких механизмов обычно не превышает 0,1—0,3 номинального. Чем больше величина избыточного момента, тем быстрее заканчивается пуск агрегата. Время разбега ЭД определяет температуру его обмотки в конце пуска. В связи с большой кратностью пусковых токов АД нагрев обмотки при пуске происходит интенсивнее, чем при нормальном рабочем режиме. Поэтому частота пусков АД ограничивается.

Процесс автоматического пуска (подъем скорости) частично затормозившихся или полностью остановившихся ЭД после восстановления напряжения, без вмешательства персонала, называется самозапуском. Самозапуск ЭД возможен тогда, когда его вращающий момент при восстановлении напряжения в сети, с учетом снижения напряжения из-за больших пусковых токов ЭД, участвующих в самозапуске, превышает момент сопротивления.

При полном прекращении питания вращающий момент ЭД уменьшается до нуля и агрегат снижает скорость, расходуя запасенную кинетическую энергию на преодоление момента сопротивления механизма. В случае КЗ на шинах, от которых получает питание ЭД, напряжение на его зажимах понижается до нуля и торможение агрегата с АД происходит так же, как и при полном прекращении питания. При КЗ в удаленной точке сети на зажимах ЭД сохраняется некоторое остаточное напряжение, и выбег агрегата происходит медленнее по сравнению с его выбегом при полном прекращении питания.

В случае кратковременных перерывов или нарушений питания самозапуск ЭД представляет собой пуск из промежуточной скорости, до которой успел затормозиться агрегат. Условия разбега агрегата при самозапуске полностью соответствуют условиям его разбега в процессе пуска, начиная от скольжения, при котором происходит самозапуск.

При одновременном пуске или самозапуске нескольких агрегатов пусковые токи ЭД складываются, увеличивая снижение напряжения в сети. Для СД и короткозамкнутых АД, имеющих пусковую КЗ обмотку, самозапуск не представляет опасности. Широкое применение АВР на электростанциях показывает, что при перерывах питания до нескольких секунд каких-либо неполадок в работе ЭД или их механизмов не происходит.

В случае невозможности обеспечить самозапуск всех ЭД в первую очередь нужно обеспечить самозапуск особо ответственных двигателей. При этом может потребоваться отключение части менее ответственных механизмов, чтобы повысить напряжение при самозапуске. Отключать ЭД следует с помощью защиты, минимального напряжения с

выдержкой времени не менее 0,5 сек. Чем короче перерыв питания, тем легче самозапуск.

Неответственные двигатели с тяжелыми условиями пуска отключаются защитой при потере питания или снижении напряжения на секции на 30% номинального продолжительностью более 1—2 сек.

Наиболее экономичными в отношении первоначальной стоимости и ежегодных расходов являются такие системы электроснабжения собственных нужд, при которых существует тесная связь между общей сетью энергосистемы и сетью собственных нужд. Например, питание при помощи ответвлений от генераторов или через трансформаторы от общих сборных шин электростанции. Недостатком схем электроснабжения, имеющих связь с общей сетью, является понижение напряжения на собственных нуждах при понижении напряжения сети. Внедрение самозапуска двигателей, при котором опрокинувшийся двигатель автоматически входит в работу после того, как напряжение восстановится, практически полностью устраняют этот недостаток.

Существуют три основные причины понижений напряжений, могущие отразиться на работе двигателей собственных нужд:

1) удаленные КЗ;

2) близкие КЗ, при которых напряжение падает практически до нуля и затем быстро восстанавливается;

3) перерыв электроснабжения при отключении источников питания; напряжение восстанавливается после автоматического повторного включения источника (АПВ) или АВР.

Удаленные КЗ не отражаются на работе ЭД собственных нужд. Кратность максимального момента большинства ЭД лежит в пределах 2,0 - 2,5, а для таких двигателей при их номинальной нагрузке напряжение опрокидывания лежит ниже 0,65 номинального. Так как в большинстве случаев ЭД работают с недозагрузкой, и момент сопротивления механизмов собственных нужд снижается, при снижении скорости, то опрокидывание наступает при еще более низких напряжениях. Продолжительность понижения напряжения определяется установками защиты сети от КЗ и не превышает нескольких секунд. При близких КЗ напряжение понижается практически до нуля. В первый момент ЭД будет посылать к месту КЗ ток, который (при условии, что сопротивление сети между двигателем и точкой КЗ очень мало) может быть определен по выражению:

$$I_{кз} = \frac{0,9U}{x_d}$$

где:  $U$  - фазное напряжение сети;

$x_d$  - сопротивление фазы двигателя при заторможенном двигателе.

Из выражения можно видеть, что ток, посылаемый АД к месту КЗ, примерно равен пусковому току при замкнутой обмотке ротора. По мере снижения магнитного потока в двигателе этот ток будет затухать. Одновременно будет снижаться скорость вращения механизма подобно тому, как это происходит при выбеге после отключения двигателя. Однако характер процесса при групповом отключении или при снижении напряжения у группы ЭД будет несколько иным, чем при индивидуальном отключении. Двигатели, у которых скорость вращения, магнитный лоток и, следовательно, напряжение затухают медленнее, чем у других, будут стремиться поддерживать снижающееся напряжение, работая как бы генераторами. Скорость выбега таких ЭД увеличится по сравнению с индивидуальным выбегом. У остальных ЭД выбег замедлится, все механизмы будут выбегать в начальный период синхронно, с некоторой усредненной скоростью.

После отключения КЗ напряжение на шинах собственных нужд восстанавливается, вместе с тем увеличивается напряжение на выводах и соответственно токи в обмотках

включенных двигателей. Протекание этих токов по проводникам сети вызывает потерю напряжения, которая может быть очень значительна. Если длительность КЗ была невелика - порядка 0,5 сек, то ЭД не успеют значительно затормозиться, пусковые токи будут относительно небольшими, все двигатели начнут ускоряться и нормальная работа их восстановится. После длительных КЗ пусковые токи будут большими, что вызовет дополнительную потерю напряжения в сети, которая может быть очень значительной. В результате напряжение в сети может оказаться недостаточным для того, чтобы развернуть ЭД до нормальной скорости. В практике наблюдались случаи, когда, несмотря на наличие форсирования, напряжение не достигало нормального значения и двигатели длительное время работали примерно при 50 - 60% номинальной скорости. Для облегчения самозапуска ЭД, имеющих существенное значение для работы станции, приходится при продолжительных КЗ отключать часть двигателей. С этой целью их пусковые устройства снабжаются защитой минимального напряжения с выдержкой времени. Чем существеннее значение работы данного двигателя для станции, тем большую вставку времени имеет его защита. Обычно двигатели разделяются на три группы:

1) двигатели, не имеющие защиты минимального напряжения или с вставкой времени у такой защиты порядка 10 сек;

2) двигатели с вставкой времени 2 - 3 сек;

3) двигатели с мгновенным отключением. Защита от перегрузки настраивается так, чтобы она не отключала двигатели при пусковых токах.

Суммарная мощность первой группы зависит от характеристик механизмов, степени загрузки двигателей и индуктивного сопротивления связи системы электроснабжения собственных нужд с общей сетью энергосистемы.

Все механизмы СН имеют существенное значение для работы станции и характеризуются моментом сопротивления вентиляторного типа. Их выбег перед самозапуском является групповым с усредненной скоростью торможения, поэтому можно с достаточной степенью приближения определить мощность этой первой группы (группы ЭД, которые не отключаются), исходя из предположения, что двигатели загружены до номинальной мощности. Для обеспечения самозапуска в указанных условиях достаточно, чтобы восстанавливающееся напряжение на вводах двигателя достигло 70% номинального. Восстанавливающееся напряжение на вводах двигателей  $U_d$ , после восстановления напряжения у источника питания до значения  $U_c$ , определится по формуле

$$U_d = \frac{U_c x_d}{x_d + x_p}$$

здесь  $x_d$  - сопротивление ЭД в относительных единицах, приведенное к сумме номинальных мощностей группы двигателей через  $t$  сек после начала КЗ; это сопротивление снижается по мере торможения двигателя. При снижении скорости сращения на 10 - 15% оно становится почти равным сопротивлению двигателя при неподвижном роторе;

$x_p$  - сопротивление между источником питания и вводами ЭД (например, трансформатора, реактора), приведенное к сумме номинальных мощностей ЭД.

Если  $U_d$  получится меньше 0,7 номинального  $U_H$ , необходимо уменьшить суммарную мощность не отключаемой мощности двигателей.

Самозапуск не представляет собой опасности, как для короткозамкнутых АД, так и для АД с фазным ротором и для синхронных, имеющих пусковую короткозамкнутую обмотку. Во всех случаях наибольшие динамические усилия будут возникать в первый момент КЗ, когда двигатели посылают ток в точку КЗ. Эти усилия будут иметь место и при отсутствии самозапуска, и на них двигатели должны быть рассчитаны. При восстановлении напряжения усилия будут меньше, чем при КЗ, поскольку восстанавливающееся напряжение, как правило, ниже номинального. Не выбывает опасений самозапуск и по ус-

ловиям нагрева, так как, даже при продолжительности самозапуска 30 - 35 сек, нагрев двигателя соответствует пуску его из нагретого состояния.

Явления, происходящие при АВР некоторых двигателей СН или при включении резервного источника питания, аналогичны явлениям при самозапуске, только снижение питающего напряжения более глубокое - во всех случаях до нуля при быстрой подаче напряжения после отключения могут быть случаи, когда напряжение на группе отключенных двигателей, поддерживаемое их собственным магнитным потоком, еще не спадет, как уже будет подано напряжение питания. Это более вероятно, если среди двигателей имеются мощные СД. Напряжения, оставшиеся на группе двигателей и вновь поданные, как правило, будут не синхронны. Такое включение сопровождается повышенным броском тока. Однако длительность его не превышает одного или нескольких периодов, и он не является опасным по своему воздействию на двигатель или механизм. Как показали проведенные опыты с механизмами СН электростанций, отставание напряжения на угол  $180^\circ$  наступает через 0,28 - 0,35 сек отключенного двигателя. После отключения питания, напряжение при этом понижается до 50 - 30%. Широкое применение АВР на электростанциях и опыт их работы показали, что при перерывах питания до нескольких секунд каких либо неполадок в работе двигателей или их механизмов не вызывает.

Таким образом, применение АПВ и АВР не требует какой - либо специальной защиты для ЭД.

Некоторые особенности имеет самозапуск механизмов с СД, перерыв в электроснабжении которых может вызывать выход ЭД из синхронизма, если время перерыва превысит 0,5 секунды. При перерывах менее 0,5 сек. асинхронного режима работы СД обычно не возникает. Вхождение двигателя в синхронизм происходит достаточно быстро и плавно, если момент, развиваемый двигателем, обеспечивает необходимое для втягивания в синхронизм увеличение скорости. Большую помощь здесь оказывает форсирование возбуждения.

При недостаточном асинхронном моменте (слишком низкое восстанавливающееся напряжение, работа с обмоткой ротора, замкнутой на якорь возбудителя) втягивания в синхронизм может не произойти, и тогда требуется либо проведение ресинхронизации под нагрузкой, либо повторный пуск, если возможна кратковременная остановка механизма. Оба эти мероприятия осуществляются специальными схемами автоматики, которые воздействуют на отключение АГП и замыкание обмотки ротора через сопротивление (в 7 - 10 раз превышающее ее собственное сопротивление) с одновременным форсированием возбуждения при ресинхронизации или приводят в действие нормальную схему пуска после восстановления напряжения в сети при повторном пуске.

В случае необходимости схема ресинхронизации дополняется автоматикой разгрузки механизма.

Таким образом, релейная защита самих ЭД, так и всей сети СН, а также связанной с ней основной сети энергосистемы, для обеспечения самозапуска не отключенных ЭД должна быть настроена с учетом следующих основных требований:

1) В тех случаях, когда КЗ вызывает значительное снижение напряжения в сети СН (повреждение кабеля, питающего двигатель, КЗ в обмотке статора и т.п.), основной целью релейной защиты является не столько защита самого ЭД, сколько быстрое отключение этих КЗ. Поэтому все ЭД должны иметь мгновенную защиту (токовая отсечка, отстроенная от токов пуска и самозапуска, или дифференциальная защита), которая отключала бы ЭД при указанных повреждениях с необходимой быстротой. Максимальная защита трансформатора или линии, питающие секции собственных нужд, должна быть отстроена от пускового тока всех ЭД, присоединенных к данному трансформатору или ли-



нии. Вставка времени этой защиты должна быть 0,5 - 0,6 сек. для того, чтобы обеспечить отстройку по времени от мгновенных защит ЭД.

2) Защита от перегрузки должна предусматриваться на тех двигателях, перегрузка которых возможна либо по технологии производства, либо в процесс самозапуска, если условия последнего тяжелы (например, шахтные мельницы и т. п.). Вставка времени действия такой защиты выбирается 8 - 10 сек, вставка по току - не ниже  $1,25 \cdot I_{н}$ . Защита от перегрузки действует на отключение только тех двигателей, условия пуска или самозапуска которых являются тяжелыми, а также в том случае, если двигатели не имеют постоянного обслуживающего персонала. Там, где это возможно, защита от перегрузки действует или на разгрузку механизма, или при наличии постоянного обслуживающего персонала на сигнал, выведенный на пункт управления.

3) Защита минимального напряжения применяется только на тех двигателях, которые необходимо отключать для обеспечения самозапуска ЭД механизмов, имеющих существенное значение для бесперебойной работы станции или для которых самопроизвольный пуск после перерыва питания недопустим по условиям технологии производства или техники безопасности.

**Список литературы:** 1. Григорьева В.А., Зорина В.М. Тепловые и атомные электрические станции. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 531 с. 2. Бурковский А.Н., Снопик Л.Ф. Расчет полезной мощности взрывозащищенных асинхронных двигателей серии ВВР в повторно-кратковременных режимах работы. // Электротехническая промышленность. Электрические машины. - 1998.- № 3 (85).- С.8-10. 3. Савин Б.В., Ширнин И.Г. Исследование и разработки взрывозащищенных асинхронных двигателей мощностью 0,25-2000 кВт. //Электротехническая промышленность. Электрические машины. - 1977, № 10 (80)- С.7-8.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 621.65(085.5)**

**В.В. ШЕВЧЕНКО**, канд. техн. наук, доц., УПА, м. Харків

**Є.О. ЗАНИХАЙЛО**, УПА, м. Харків

### **ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ГЕНЕРАТОРІВ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ У ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВКАХ**

Проведена оцінка впливу змінного потоку вітру на енергетичні параметри автономної енергетичної установки ВЕУ та її електричного генератора. Оцінено особливості роботи електричних генераторів для реальних даних, зроблені пропозиції по можливості зниження значення необхідної швидкості вітру для рентабельної роботи ВЕУ та рекомендації по використанню різних типів електричних генераторів на ВЕУ.

Проведена оценка влияния переменного потока ветра на энергетические параметры автономной энергетической установки ВЭУ и ее электрического генератора. Оценены особенности работы электрических генераторов для реальных данных, сделаны предложения по возможности снижения значения необходимой скорости ветра для рентабельной работы ВЭУ и рекомендации по использованию разных типов электрических генераторов на ВЭУ.

На сьогодні актуальним є аналіз конструкцій вітроенергетичних установок (ВЕУ) і розробка технічних рішень, направлених на підвищення їх ККД і зниження порогу мінімальної швидкості вітру для забезпечення номінального режиму роботи ВЕУ і, тим самим, розширення території їх можливого використання.

Застосування систематизованих даних по використанню різного типу електричних генераторів змінного струму у ВЕУ різної потужності залежно від умов експлуатації і ро-

ду навантаження дозволить максимальним чином використовувати потенціал вітрового потоку та ВЕУ і підвищити надійність, ККД ВЕУ і економічний ефект.

Після проведеного аналізу літератури та наукових досліджень було виявлено, що порівняльного аналізу впливу швидкості вітру на енергетичні параметри різних типів електричних генераторів проведено не було.

Для розгляду залежності роботи АГ і його енергетичних параметрів від швидкості вітру і можливості підвищення ККД скористаємося залежністю виробленої потужності генератора від швидкості вітру і інших параметрів:

$$P = C_p \frac{\rho v^3}{2} \frac{\pi D^2}{4} \eta_{el} \eta_{mex} [Вт]$$

де  $C_p$  – коефіцієнт використання енергії вітру;

$\rho$  - щільність повітря ( $\rho = 1,23 \text{ кг/м}^3$  при температурі  $t=15^0 \text{ С}$  и атмосферному тиску 760 мм рт. ст.);

$v$  – швидкість вітру, м/с;

$D$  – діаметр вітроколеса, м;

$\eta_{el}$  – ККД електричного генератора;

$\eta_{mex}$  – ККД механічної частини ВЕУ.

Швидкість вітру на момент часу  $t$  носить випадковий характер і визначається на підставі спостережень і з певною точністю прогнозується. Проаналізуємо зміну енергетичних параметрів для генераторів ВЕУ різних типів в залежності від швидкості вітру.

При розгляді енергетичних співвідношень умовимося нехтувати втратами в системах і прийmemo коефіцієнт потужності постійним.

Рівняння балансу потужностей для автономної системи електропостачання з АГ, що самозбуджується при включенні конденсаторів в ланцюг обмотки статора, представимо у вигляді:

$$\begin{aligned} m_1 U_1 I_1 \cos \varphi_1 &= m_1 U_1 I \cos \varphi_1 \\ m_1 \left[ \frac{I_k^2}{\omega_1 C} - I^2 \omega_1 L \right] &= Q_{AG} \\ m_1 \frac{I_k^2}{\omega_1 C} &= Q_{AG} \\ m_1 \frac{I_k^2}{\omega_1 C} + m_1 I^2 \left[ \frac{1}{\omega_1 C_k} - \omega_1 L \right] &= Q_{AG} \\ \frac{m_1}{\omega_1} \left[ \frac{I_k^2}{C} + \frac{I_k^2}{C_k} \right] &= Q_{AG} \end{aligned}$$

де  $I_1, I, I_k$ — струми генератора, навантаження і шунтуючих конденсаторів;

$\omega_1$  — кутова частота напруги генератора;

$L$  — індуктивність навантаження;

$C, C_k$  — ємкість шунтуючих та компаундууючих конденсаторів;

$\varphi_1, \varphi$  — фазові кути зрушення генератора і навантаження;

$m_1$  — кількість фаз обмотки статора генератора;

$P_{эм} = m_1 U_1 I_1 \cos \varphi_1$  - електромагнітна активна потужність генератора; кВт;

$Q_{AG} = m_1 U_1 I_1 \sin \varphi_1$  - реактивна потужність генератора.

Перше рівняння системи є рівнянням балансу активних потужностей. Воно справедливе для будь-якої автономної системи з АГ, що самозбуджується. Останні рівняння виражають баланс реактивних потужностей при активно - індуктивному або активному наванта-

женні і при використанні у генераторній установці лише шунтуючих конденсаторів або конденсаторів, що компаундують.

Рівняння балансу реактивної потужності є доцільними для автономної системи лише в тому випадку, якщо для вирівнювання частоти у споживачів автономної системи не застосовується вставка випрямляч - інвертор. Якщо дана вставка є, то баланси реактивної потужності складаються окремо для АГ з метою його збудження і для автономної електричної мережі з метою забезпечення високої якості електроенергії шляхом компенсації реактивної потужності.

При спільній паралельній роботі генераторів на активно - індуктивне навантаження їх активні потужності складаються, а реактивна потужність системи дорівнює сумарній реактивній потужності шунтуючих конденсаторів та конденсаторів, що компаундують. З вираження балансу реактивної потужності для активно-індуктивного навантаження можна знайти залежність кутової частоти напруги:

$$\begin{aligned}
 m_1 \left[ \frac{I_k^2}{\omega_1 C} - I^2 \omega_1 L \right] &= Q_{AG} \\
 \frac{m_1 (I_k^2 - I^2 \omega_1^2 LC)}{\omega_1 C} &= Q_{AG} \\
 \frac{\omega_1 m_1 (I_k^2 - I^2 \omega_1^2 LC)}{\omega_1 C} &= Q_{AG} \omega_1 \\
 m_1 I_k^2 - m_1 I^2 \omega_1^2 LC &= Q_{AG} \omega_1 C \\
 -m_1 I^2 \omega_1^2 LC - Q_{AG} \omega_1 C + m_1 I_k^2 &= 0 \\
 m_1 I^2 \omega_1^2 LC + Q_{AG} \omega_1 C - m_1 I_k^2 &= 0 \\
 m_1 I^2 LC = A \quad Q_{AG} C = B \quad -m_1 I_k^2 = K \\
 A \omega_1^2 + B \omega_1 + K &= 0 \\
 D = b^2 - 4ac = B^2 - 4AK \\
 \omega_{1,2} = \frac{-B \pm \sqrt{B^2 - 4AK}}{2A} \\
 \omega_{1,2} = \frac{-Q_{AG} C + \sqrt{(Q_{AG} C)^2 + 4m_1 I^2 LC m_1 I_k^2}}{2m_1 I^2 LC} = \frac{-Q_{\dot{A}\dot{A}}}{2m_1 I^2 L} + \sqrt{\frac{Q_{\dot{A}\dot{A}}^2}{4m_1^2 I^4 L^2} + \frac{4m_1^2 I^2 LC I_k^2}{4m_1^2 I^4 L^2 C^2}} = \\
 = \frac{-Q_{\dot{A}\dot{A}}}{2m_1 I^2 L} + \sqrt{\frac{Q_{\dot{A}\dot{A}}^2}{4m_1^2 I^4 L^2} + \frac{I_k^2}{I^2 LC}} = \frac{-Q_{\dot{A}\dot{A}}}{2m_1 I^2 L} + \frac{1}{I} \sqrt{\frac{Q_{\dot{A}\dot{A}}^2}{4m_1^2 I^2 L^2} + \frac{I_k^2}{LC}} \\
 f = \frac{\omega_1}{2\pi}
 \end{aligned}$$

де  $f$  – частота мережі.

З рівняння електромагнітного моменту  $M_{em}$  для АГ знайдемо залежність вихідної напруги від активної потужності, що виробляється генератором:

$$\begin{aligned}
 M_{em} &= \frac{m_1 p R_2' U_{1H}^2}{2\pi f S \left( (R_1 + \frac{R_2'}{S}) + (X_1 + X_2')^2 \right)} \\
 U_{1H} &= \sqrt{\frac{M_{em} 2\pi f S \left( (R_1 + \frac{R_2'}{S}) + (X_1 + X_2')^2 \right)}{m_1 p R_2'}} \quad M_{em} = \frac{P_{em}}{2\pi f}
 \end{aligned}$$

$$U_{1н} = \sqrt{\frac{P_{ем} S ((R_1 + \frac{R_2'}{S}) + (X_1 + X_2')^2)}{m_1 p R_2'}}$$

де  $p$  – число пар полюсів;

$S$  – ковзання ( $S_n = 0,05-0,08$ );

$M_{ем}$  – електромагнітний момент на валу генератора;

$R_1$  – активний опір обмотки статора;

$R_2'$  – приведений активний опір обмотки ротора;

$X_1$  – реактивний опір обмотки статора ;

$X_2'$  - приведений реактивний опір обмотки ротора.

Для роботи будь-якої АМ в генераторному режимі необхідне джерело реактивної потужності. Значення ємкості, необхідної для збудження генератора при даній частоті:

$$C = \frac{1}{[(2\pi f_1)^2 (L_1 + L_m)]}$$

де  $L_1$  і  $L_m$  - відповідно індуктивність обмотки статора і контуру генератора, що намагнічує, Гн.

У загальному випадку, ємкість, яка необхідна для здобуття напруги на генераторі при значенні навантаження, визначається:

$$Q_c = m_1 U_c^2 / X_c = Q_r + Q_n = P_z \operatorname{tg} \varphi_z + P_n \operatorname{tg} \varphi_n, \text{ вар};$$

Прийmemo

$$P_z = P_n = P_{ном}$$

$$X_c = 1 / (\omega_1 C) = 1 / (2\pi f_1 C), \text{ Ом};$$

Тоді остаточне значення ємкості, необхідної для роботи АГ з змінною частою обертання приводного двигуна:

$$C = P_{ном} (\operatorname{tg} \varphi_z + \operatorname{tg} \varphi_n) / (2\pi f_1 m_1 U_c^2), \text{ Ф}$$

де  $P_{ном}$  - потужність, що віддається генератором, Вт;

$U_c$  - напруга на конденсаторах, В;

$f_1$  - частота струму, що виробляється, Гц;

$\varphi_z$  і  $\varphi_n$  - кути зрушення фаз між напругою

$U_z = U_c$  струми генератора і навантаження.

Дослідження показали, що автономні АГ доцільно використовувати при значеннях  $n_2 / n_{ном} \geq 0,9$ . При менших  $n_r$  необхідна ємкість швидко зростає і генератор майже повністю завантажується реактивним струмом.

Розглянемо енергетичні характеристики синхронного генератора з постійними магнітами (СГПМ) по аналогічній методиці.

Рівняння балансу потужностей для автономної системи електропостачання з синхронним генератором на постійних магнітах представлені нижче:

$$m_1 U_1 I_1 \cos \varphi_1 = m_1 U_{ген} I_{ген} \cos \varphi_{ген}$$

$$m_1 I_1 \omega_1 L = Q_{ген}$$

Перше рівняння це рівняння балансу активних потужностей. Воно справедливе для будь-якої автономної системи з синхронним генератором (СГ). Друге рівняння показує баланс реактивної потужності в автономній системі з активно - індуктивним навантаженням. З формули балансу активних потужностей витікає залежність напруги від їх коливань:

$$U_1 = \frac{P_{ем}}{m_1 I \cos \varphi}$$

З формули балансу реактивній потужності для активно-індуктивного навантаження можна знайти залежність кутової частоти напруги:

$$m_1 I^2 \omega_1 L = Q_{АГ}$$

$$\omega_1 = \frac{Q_{AG}}{m_1 I^2 L} \quad f = \frac{\omega_1}{2\pi}$$

Подальші розрахунки зроблено на базі статистичних даних Українського гідрометеорологічного центру для географічного району міста Сімферополя Автономної Республіки Крим. На підставі змодельованої швидкості вітру були зроблені розрахунки основних енергетичних параметрів автономної мережі. Дана математична модель була реалізована в середовищі математичної програми MathCad. Після проведених розрахунків залежності енергетичних параметрів АГ з к.з. ротором і СГПМ по методиках, які були описані вище, отримані графіки залежностей для однієї доби, місяця, кварталу і року. На рисунках 1, 5, 9 і 13 показано зміну швидкості вітру протягом доби, місяцю (червень 2009 р.), кварталу (весна 2009 р.) і 2009 року відповідно, на рисунках 2 - 4, 6 - 8, 10 - 12 і 14 - 16 наведено значення активної потужності, що виробляється, значення напруги та її частоти в залежності від швидкості вітру.

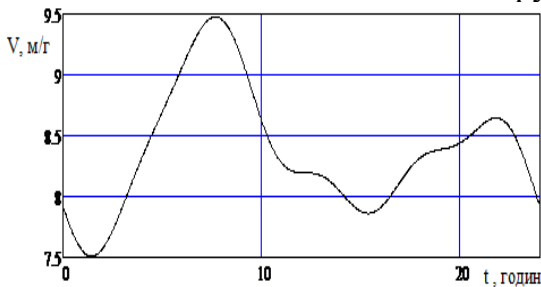


Рис. 1 - Швидкість вітру протягом доби (16.01.2009)

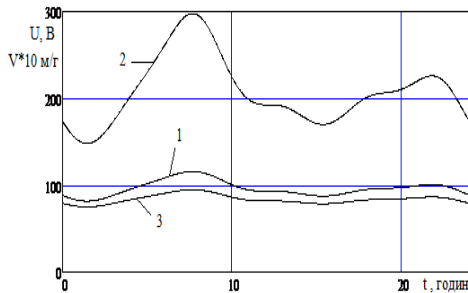


Рис. 3 - Напруга, що виробляється генератором, залежно від зміни швидкості вітру протягом доби: 1 – АГ з к.з. ротором, 2 – СГПМ, 3 – швидкість вітру

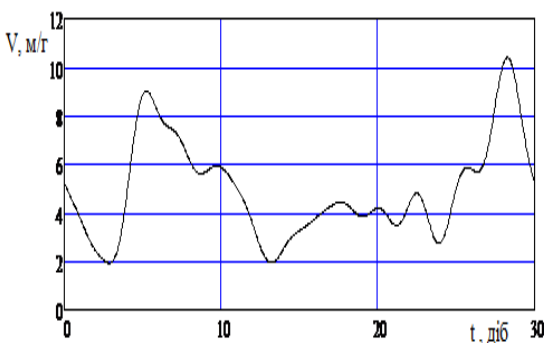


Рис. 5 - Швидкість вітру протягом місяця (червень 2009 р.)

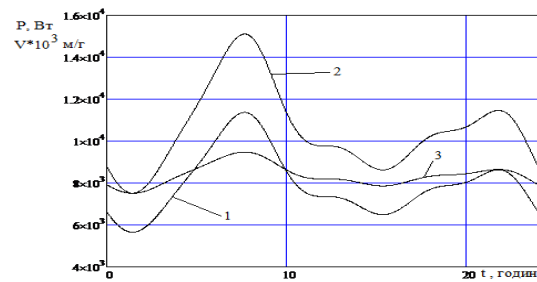


Рис. 2 - Активна потужність генератора залежно від зміни швидкості вітру протягом доби: 1 – АГ з к.з. ротором, 2 – СГПМ, 3 – швидкість вітру

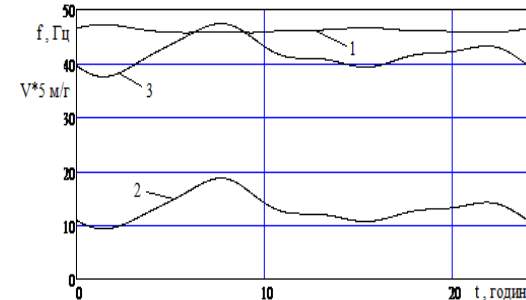


Рис. 4 - Частота напруги, що виробляється генератором, залежно від зміни швидкості вітру протягом доби: 1 – АГ з к.з. ротором, 2 – СГПМ, 3 – швидкість вітру

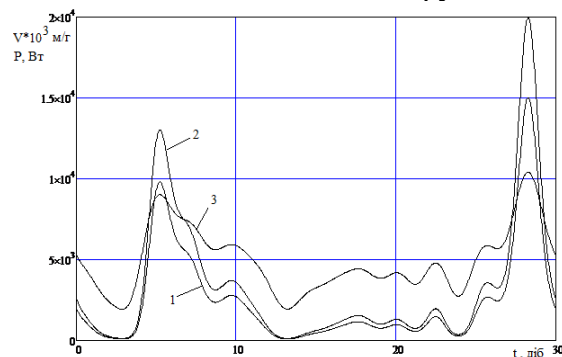


Рис. 6 - Активна потужності, що виробляється генератором, залежно від зміни швидкості вітру протягом місяця: 1 – АГ з к.з. ротором, 2 – СГПМ, 3 – зміна швидкості вітру

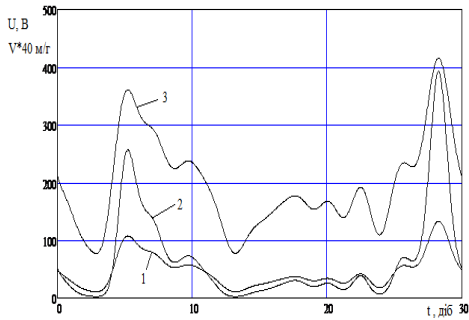


Рис. 7 - Напряга генератора в залежності від зміни швидкості вітру протягом місяця: 1 – АГ з к.з. ротором, 2 – СГПМ, 3 – зміна швидкості вітру

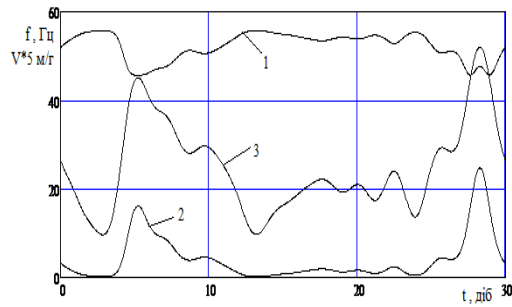


Рис. 8 - Частоти напруги генератора залежно від зміни швидкості вітру протягом місяця: 1 – АГ з к.з. ротором, 2 – СГПМ, 3 – зміна швидкості вітру.

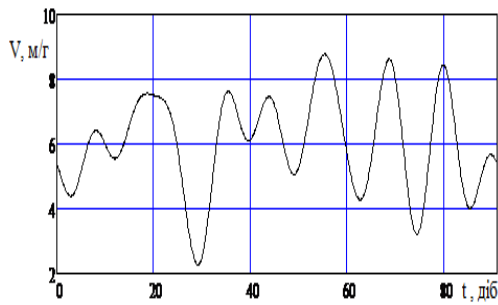


Рис. 9 - Швидкості вітру протягом кварталу (весна 2009)

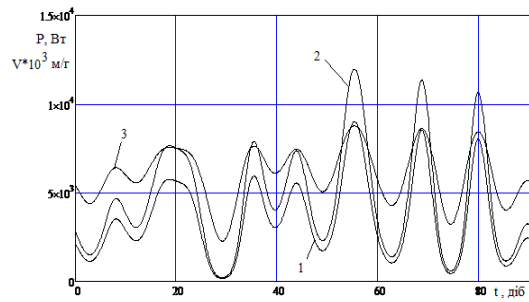


Рис. 10 - Активна потужності, що виробляється генератором залежно від зміни швидкості вітру протягом кварталу: 1 – АГ з к.з. ротором, 2 – СГПМ, 3 – зміна швидкості вітру

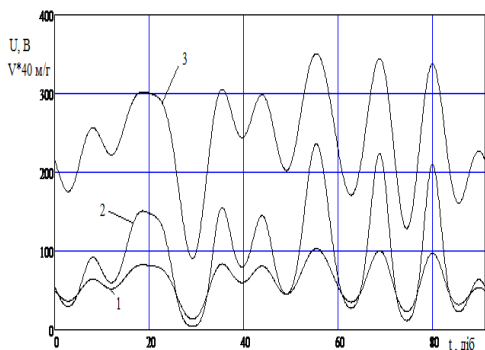


Рис. 11 - Напряга, що виробляється генератором, залежно від зміни швидкості вітру протягом кварталу: 1 – АГ з к.з. ротором, 2 – СГПМ, 3 – швидкість вітру

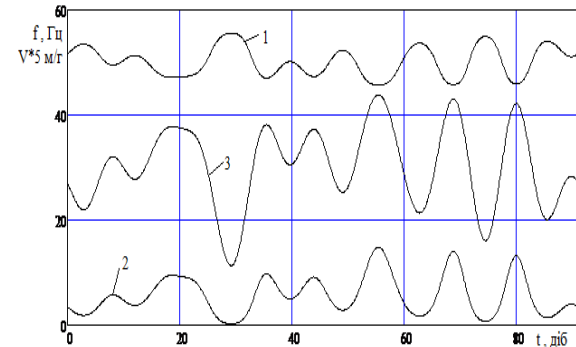


Рис. 12 - Напряга, що виробляється генератором, залежно від зміни швидкості вітру протягом кварталу: 1 – АГ з к.з. ротором, 2 – СГПМ, 3 – швидкість вітру

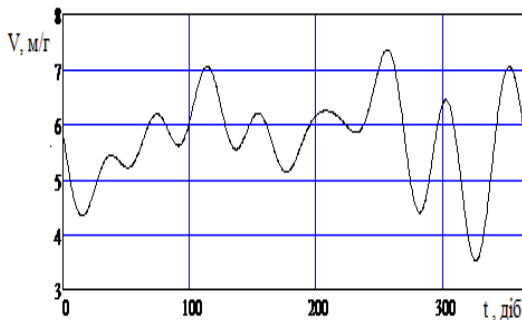


Рис. 13 - Швидкості вітру протягом року (2009 р.)

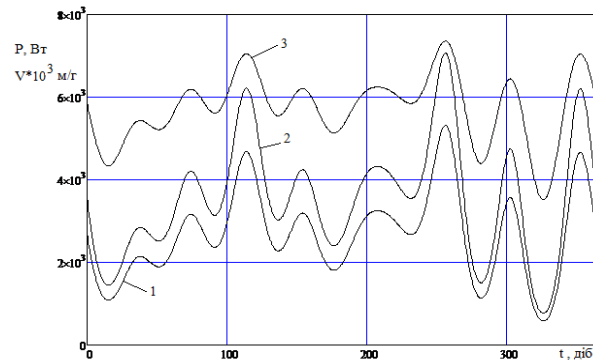


Рис. 14 - Активна потужність, що виробляється генератором, залежно від зміни швидкості вітру протягом року:

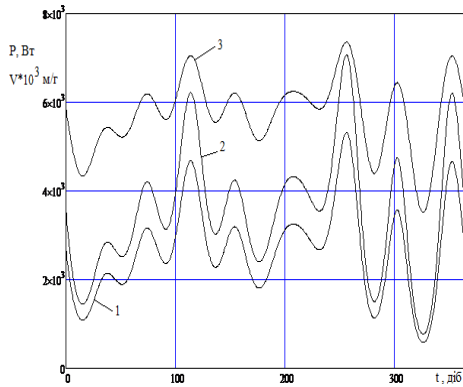


Рис. 15 - Напруга, що виробляється генератором, залежно від зміни швидкості вітру протягом року: 1 – АГ з к.з. ротором, 2 – СГПМ, 3 – зміна швидкості вітру

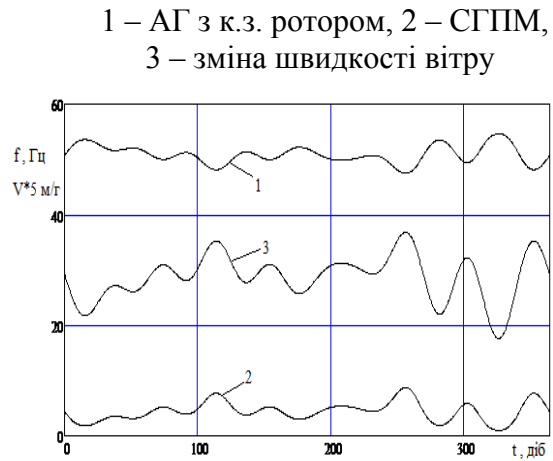


Рис. 16 - Частота напруги, що виробляється генератором, залежно від зміни швидкості вітру протягом року: 1 – АГ з к.з. ротором, 2 – СГПМ, 3 – зміна швидкості вітру

Аналізуючи графіки, можна зробити висновки:

1) порівняння енергетичних характеристик генераторів (активна потужність, напруга і частота) показує, що для ВЕУ малої потужності треба використовувати не АГ з к.з. ротором, а СГПМ, як генеруючі одиниці.

2) Також можна зробити висновок про більш ефективну роботу ВЕУ з СГПМ при менших швидкостях вітру, чим ВЕУ з АГ з к.з. ротором.

3) Оскільки при швидкостях вітру 9 м/с і більш генератори перевищують своє номінальне навантаження, (допустиме перевантаження  $1,5 P_n$ ), з урахуванням можливого перевантаження необхідна установка гальма. Цього можна досягти також шляхом установки захисту від бурі.

4) При різко змінному значенні швидкості вітру СГПМ мають гірші енергетичні параметри, ніж АГ з к.з. ротором. Але якщо врахувати той факт, що для споживача необхідно надавати електроенергію заданої якості, то необхідна установка вставки постійного струму. Вставка випрямляча – інвертора зрівнює параметри СГПМ і АГ. Але АГ з к.з. ротором має меншу надійність, ніж СГПМ.

5) У зв'язку з тим, що для роботи АГ необхідна реактивна потужність від додаткових пристроїв або з автономної мережі, різко знижується ККД самого генератора. Внаслідок цього погіршується ефективність використання вітрового потоку і зниження потужності, що виробляється.

6) АГ з к.з. ротором обмежені в промисловому вживанні із-за спотворення форми вихідної напруги і незадовільних динамічних властивостей.

**Список літератури:** 1. Алиев И.И. Асинхронный генератор с гарантированным самовозбуждением. // Электричество, 1997, №7. 2. Балагуров В.А., Электрические генераторы с постоянными магнитами. /Ф.Ф. Галтеев - М.: Энергоатомиздат, 1988.-290 с. 3. Шевченко В.В. Проблемы и основные направления развития электроэнергетики в Украине. // Энергетика та електрифікація. № 7(287), 2007. 4. Кривцов В.С. Неисчерпаемая энергия. Кн.1. Ветроэлектрогенераторы. / А.М. Олейников, А.И. Яковлев.- Учебник. - Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т, Севастополь: Севаст. нац. техн. ун-т, 2003.-400 с.

Поступила в редколлегию 01.10.2010

УДК 621:039

Ph. D. *SOLIŃSKA MIECZYŚLAWA*, Politechnika Krakowska, Kraków

## **NUCLEAR POWER PLANTS AS THE BALANCING SOURCE IN FULFILLMENT OF ENERGY REQUIREMENTS – FORECAST UP TO 2030**

The energetic management in most of the countries, mainly based on the hard coal and lignite consumption, must be changed up to 2030 and the natural gas energy as well renewable energy should be more and more significant. As the energy forecast up to 2030 for Poland shows, taking into consideration growth the national requirement and the necessity of lowering the environmental pollution (being the effect of Union Directives), it is necessary to introduce the nuclear energy into energetic balance. The paper shows that the energy development decision makers took into account renewable energy and nuclear energy, which were neglected in the past by the government and ignored by coal energy producers. The newest data of nuclear energy in energy balances of various countries were presented.

Енергетичний менеджмент, який у більшості країн світу базується на кам'яному вугіллі та споживанні лініту, повинен зазнати змін до 2030 року, а видобування енергії з природного газу, як більш екологічно чистого джерела енергії, повинно збільшитися. Прогнози для Польщі до 2030 року, враховуючи зростання національних потреб і вимог (згідно Директив Євросоюзу) щодо зниження екологічного забруднення, показують, що в енергетичний баланс країни необхідно ввести ядерну енергетику. Стаття показує, що теперішня влада, на відміну від попередньої, почала враховувати потреби використання відновлювальної та ядерної енергетики, що раніше ігнорувалося з огляду на виробників енергії з кам'яного вугілля. У статті також наведено найновіші дані про частку ядерної енергії в енергетичних балансах різних країн.

### **Introduction**

Together with growth of human population on Earth the energy requirement also grows. The analysis of current energy consumption rate indicates its exponential character. That is because the problem of energy supply is crucial and strategic problem of each country economy.

The important factor forming currently energetic sector development in European countries is growth of relation between environment and economical activity. The necessity of political integration in both these areas influenced on increase of costs connected with development of installations serving limitation of harmful emissions, lowering of energetic sector expansion, implementation of combustion technologies for environmentally friendly fuels.

The improvement of natural environment condition depends mainly on how ecological politics will be integrated with economy. Otherwise, the economical growth may cause growth of pollution.

The crucial assumptions of energy politics in European Union are competitiveness and energetic safety and this is possible by fuel diversity. The Union recommendations in this area state that the participation of fuels from one direction should not be bigger than 30%.

Currently, the basic energy carriers are still traditional raw materials as coal, oil and natural gas, which applications caused high air pollution. Because of the environmental pollution growth people face the problem of searching for other energy sources not causing the degradation of natural environment.

As it was mentioned before, the crucial problem in world energy politics is minimization of its harmful influence on environment. It was stated that the biggest threat for environment is not the possibility of lack of conventional fuels deposits but global pollution caused by their combustion products: dusts, sulfur, nitrogen and coal oxides. This problem was the topic of many international conferences, including World Energy Congresses. One of the important rules of sustainable development is the energy politics allowing fulfillment of energy requirements, but not being harmful for environment.



## Nuclear energy

One of the “clean” energy sources is nuclear energy. The construction of nuclear power plants is a controversial issue. Since a long time there is a “small war” between scientists presenting the advantages of it and ecologists seeing a potential threat. Both sides are rather hard to change their points of view. Currently, there is 437 nuclear reactors in 31 countries. They produce about 17% of energy. This type of energy is very common in countries of Far East. Also in Europe, the interest in this energy source grew. Table 1 shows the current state of nuclear power plants in Europe. Table 2 presents the list of countries having nuclear power plants. Figure 1 shows percentage share of nuclear power plants in energy production in chosen countries.

The nuclear energy should be treated as the option supporting renewable sources of energy (OZE).

International Agency of Nuclear Energy forecasts that in 2020 the installed power in nuclear plants will be from 437 GWe to 542 GWe. The forecasts for 2030 indicates the range 510-810 GWe, while the biggest growth of installed power will occur in countries already exploiting nuclear power plants (the influence of current economical crisis on nuclear sector investments was taken into consideration). It is worthy to notice that these values increased in comparison to forecasts from previous years (before 2008) – for example, comparing to forecasts from 2001 these values grew twice and considering the economical crisis grew by 8%!

Even in 2001 the “pessimistic” forecast indicated the decrease of installed power till 2020 and currently the “pessimistic” forecast predicts stable and gradual small growth. According to forecasts the share of nuclear reactors applications to other purposes than energy production also will increase (sea water desalination, heating production, technological heat production, hydrogen production).

The growth of energy consumption in nearest perspective and necessity of lowering environmental pollution caused that the nuclear energy became the balancing source (closing energy balance) in many countries, including Poland.

Table 1. European countries having nuclear power plants or planning their construction (state on 22.05.2010)

Country	Working reactors	Reactors in construction	Planned reactors
Belgium	7		
Bulgaria	2	2	2
Czech Republic	6		3
Estonia			(2) together with Lithuania on its territory
Finland	4	1	3
France	59	1	2
Spain	8		
Netherlands	1		1
Lithuania			2
Latvia			(2) together with Lithuania on its territory
Germany	15		

Poland			4
Romania	2	2	1
Slovakia	4	2	2
Slovenia	1 with Croatia		1
Sweden	10		4
Hungary	4		2
Great Britain	19		8
Italy			4
<i>Albania</i>			(1) together with Croatia on its territory
<i>Belarus</i>			4
<i>Croatia</i>			1
<i>Russia</i>	32	9	27
<i>Serbia</i>			(2) together with Bulgaria on its territory
<i>Switzerland</i>	5		3
<i>Turkey</i>			8
<i>Ukraine</i>	15		22
<b>Overall</b>	<b>142(EU), 52 (outside EU)</b>	<b>8 (EU), 10 (outside EU)</b>	<b>38 (EU), 66 (outside EU)</b>

Sources: [1]

Remark: Countries not being member of EU were marked by cursive

Table 2. Countries having nuclear power plants (world) (data for 2009)

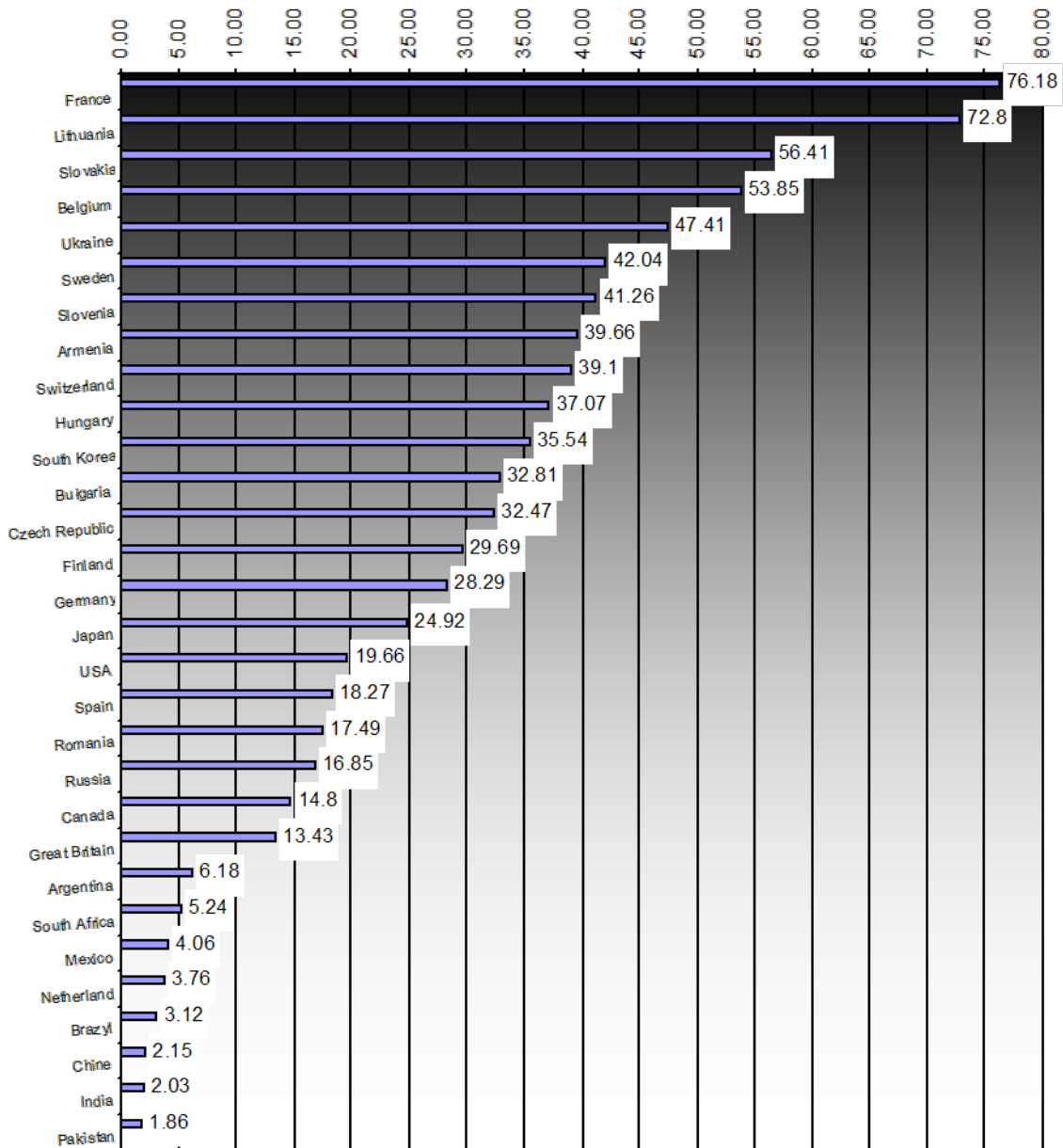
Country	Number of working reactors	General installed power net (MWe)	Ratio of produced energy to energy produced in certain country (TWh) in 2009	Share in national energy production (%) in 2009
Argentina	2	935	7,6/109,3	6,95
Armenia	1	375	2,3/5,1	45,10
Belgium	7	5902	45/87	51,72
Brazil	2	1884	13/443,2	2,93
Bulgaria	2	1906	15,3/42,5	36,00
Chine P.R.*	11	8438	71/3714,7	1,91
Czech Republic	6	3678	25,7/76	33,82
Finland	4	2696	22,6/68,7	32,90
France	58	63130	390/518,8	75,17
Spain	8	7516	50,5/288,9	17,48
Netherlands	1	487	4/108	3,70

India	19	4189	14,7/683,3	2,15
Japan	54	46823	263,1/900,1	29,23
Canada	18	12569	85,3/575,3	14,83
South Korea	20	17705	141,1/405,7	34,78
Mexico	2	1300	10,1/210,6	4,80
Germany	17	20490	127,6/488,8	26,11
Pakistan	2	425	2,6/96,3	2,70
South Africa	2	1800	11,6/239,3	4,85
Russia	32	22693	153/858,5	17,82
Romania	2	1300	10,8/52,5	20,57
Slovakia	4	1762	13,1/24,4	53,69
Slovenia	1	666	5,5/14,4	38,19
USA	104	100683	796,8/3951,1	20,17
Switzerland	5	3238	26,3/66,5	39,55
Sweden	10	9303	50/133,7	37,40
Ukraine	15	13107	77,8/160,1	48,60
Hungary	4	1889	14,6/33,9	43,07
Great Britain	19	10137	62,9/350,7	17,94

Source: [2]

Data: IAEA PRIS (International Atomic Energy Agency, Power Reactor Information System)

\* and Chinese Taipei: 6 blocks, general power 4980 MWe



Source:[2]

Fig. 1. Participation of nuclear power plants (EJ) in national energy production in various countries (%) (state for 25.03.2009).

### Profitability of nuclear power plants

Because of the high cost of construction and equipment of nuclear power plant and relatively low cost of nuclear fuel and maintaining this power plant, the price of produced energy depends mainly on bank credit interest rate and forecasted period of this power plant exploitation. As the result, common observed elongation of nuclear power plants work – also these built in 60-ies and 70-ies – till 50 or even 60 years causes that although the high costs of reactors shutting down and managing with combusted fuel and radioactive wastes are taken into account while the energy price is established, the nuclear energy becomes more and more competitive comparing with other technologies. The additional benefit is high and still growing power availability coefficient in nuclear power plants, which achieved 77% in 2006 (world average), while in 14 countries was above 80% (in Finland, exploiting in Lovissa reactors of the same type as these which were being built on Żarnowiec in Poland – above 90%). These factors caused that the nuclear energy prices drastically lowered, in most of the countries below the level of prices

of energy from other sources; it occurs mainly in Republic of Korea and Japan, but also in United States, especially after introducing new Energy Law in 2005 (US Energy Act) [3].

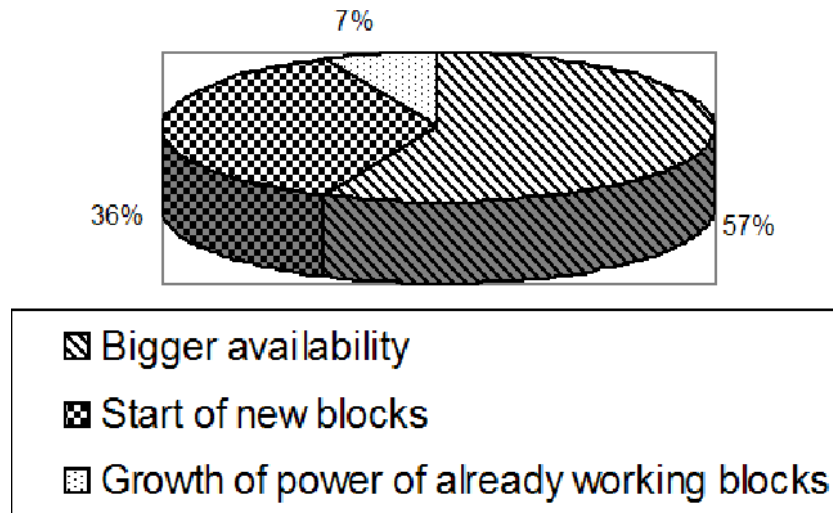


Fig. 2. Sources of growth of energy production in nuclear power plants

### Radioactive wastes

The problem of long-living highly active radioactive wastes and combusted nuclear fuel is very important in debates over the future of nuclear energy. It seems that it is clear among specialists that the best and completely safe solution is final storing of such wastes in stable geological formations; current lack of such type of stockyards is effect of the fact that there is still time to solve this problem (combusted fuel is stored on power plant area for dozen years). From other side, the experience obtained during research, construction and lasting from March 1999 exploitation of American stockyard WIPP in Karlsbad (New Mexico), where military transuranium wastes are being stored in rock salt layers seem to confirm the positive opinion about deep stockyards.

### Future of nuclear energy

As it was mentioned above, although there are protests against nuclear energy demonstrated by various political movements in the whole world, the economical and ecological regards and mainly issue of energy safety – the easiest available by nuclear energy caused that there is significant growth of interest in further development of nuclear energy. Not only growing number of started and designed reactors proves that opinion but also the technical and organizational solutions accepted and prepared for future reactors and power plants.

### Conclusions

Factors for investments into nuclear energy:

- ✓ growing demand for energy;
- ✓ low and stable price of energy produced in EJ;
- ✓ lack of competition from renewable sources of energy which cannot work in the basis of network load and/or are dependent on weather conditions;
- ✓ concern of dependency of energy supply from abroad;
- ✓ growing prices of oil and natural gas;
- ✓ lack of monopoly of the market of nuclear energy, nuclear fuel cycle and nuclear power plants components production;
- ✓ overrun of nuclear technology and big experience in nuclear blocks work;
- ✓ natural environment (lack of CO<sub>2</sub> emissions by nuclear power plants);
- ✓ stimulation of many scientific and economical fields by nuclear energy.

Factors making hard the investments into nuclear energy:

- necessity of relatively high costs for nuclear energy power plants construction;
- necessity of additional costs connected with preparing future workers, informing society, building infrastructure and scientific and research backup (concerns countries not having nuclear power plants yet);
- in some cases the necessity of adjusting national energy system to possibilities of transferring power from big energetic blocks (above 1000 MWe).

**References:** 1. World Nuclear Association, World Nuclear News, IAEA Power Reactor Information System (PRIS) , 2010. 2. IAEA Power Reactor Information System (state for 03.06.2010). 3. US Energy Act . IAEA, 2007 a. 4. Nuclear Technology Review 2007, Vienna 2007 a. 5. Nuclear Power Reactors in the World, Reference Data Series no 2, Vienna 2007b. 6. [www.iaea.org/cgi-bin/db.page.pl/pris.main.htm](http://www.iaea.org/cgi-bin/db.page.pl/pris.main.htm). 7. [www.iaea.org/cgi-bin/db.page.pl/pris.main.htm](http://www.iaea.org/cgi-bin/db.page.pl/pris.main.htm). 8. EURATOM Supply Agency, Annual Report 2006, European Communities, Luxembourg 2007. 9. [www.iaea.org/Publications/Booklets/NuclearPower](http://www.iaea.org/Publications/Booklets/NuclearPower)

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 519.68:65.01**

**Б.Б. СТЕЛЮК**, канд. техн. наук, доц., НМетАУ, м. Дніпропетровськ

## **КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ В УПРАВЛЕНИИ ОРГАНИЗАЦИОННЫМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ НА ПРЕДПРИЯТИИ**

Досліджена проблема забезпечення ринкового успіху підприємства шляхом поліпшення реалізації проектів організаційного розвитку. Сформульовані ключові чинники успіху промислового підприємства і відповідна концепція його діяльності. Розроблена методико-інструментальна основа розвитку організації і запропонована структурна схема вдосконалення управління її розвитком.

Исследована проблема обеспечения рыночного успеха предприятия путем улучшения реализации проектов организационного развития. Сформулированы ключевые факторы успеха промышленного предприятия и соответствующая концепция его деятельности. Разработана методико-инструментальная основа развития организации и предложена структурная схема совершенствования управления ее развитием.

**Введение.** В настоящее время, когда наши промышленные предприятия уже второй десяток лет работают в условиях рынка, когда пройдена «нижняя точка» экономического спада в стране, когда заработало производство и наметилась устойчивая тенденция роста ВВП [1], главной задачей все большего числа отечественных товаропроизводителей является не только и не столько выживание, сколько дальнейшее укрепление уже завоеванных каких-то, пусть еще слабых, но все же рыночных позиций [2].

Решение этой задачи зависит от того, насколько руководству предприятия удастся организовать эффективную производственно-хозяйственную его деятельность с учетом реалий сегодняшних внешних условий, что требует в первую очередь:

- адекватной оценки тенденций и характера изменений макросреды деятельности предприятия;
- обоснования рациональных способов адаптации системы управления предприятием к постоянным изменениям условий его деятельности;
- эффективной модернизации бизнеса в целях обеспечения позитивных и преодоления негативных тенденций.

**Постановка задачи.** Задачами настоящей работы являются выявление ключевых факторов успеха современных украинских промышленных предприятий, разработка методико-инструментальной базы для развития организаций как предпосылки их успеха и определение направлений совершенствования управления организационными изменениями.

**Результаты.** Методологической основой решения этих задач является выявление ключевых факторов успеха организации и путей и способов его достижения.

Сегодня, основываясь на теоретических положениях и опыте работы успешных предприятий в странах с развитыми рыночными отношениями, можно с достаточной степенью уверенности утверждать, что требуемый результат обеспечивается некоторой «конструкцией», представленной на рис. 1.

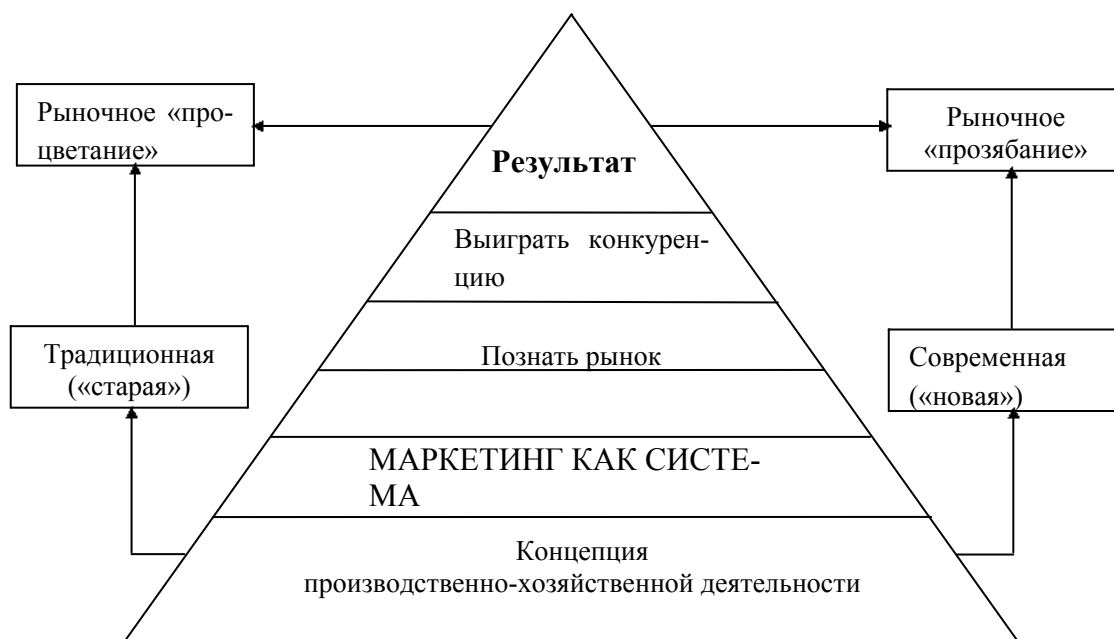


Рис. 1. Слагаемые основы успеха современных отечественных предприятий

Реализовать «новую» (современную, т.е. отвечающую требованиям времени) концепцию организации и ведения производственно-хозяйственной деятельности, поставить на предприятии менеджмент как систему, поднять на нем маркетинг до уровня стратегии и тактики рыночного поведения, познать «свой» рынок и главное – как выиграть конкуренцию – таковы основные контуры обеспечения желаемого результата.

Традиционная («старая») для наших отечественных предприятий концепция коренится во временах плановой экономики. Определяющими, ее факторами являлись плановое хозяйство, дефицит товаров (и ресурсов) и так называемая ситуация «рынка продавца», когда спрос, превышает предложения. В этих условиях задача реализации произведенного продукта на первом плане не стояла – изготовленная с учетом конъюнктуры рынка партия товаров всегда была продана. При этом, чем эта партия была крупнее, тем меньше оказывалась себестоимость единицы изделия. Следовательно, приоритет получала цель максимальной загрузки оборудования. Основное внимание руководства предприятия было направлено на производство.<sup>12</sup>

Современные условия производственно-хозяйственной деятельности предприятий определяются ситуацией, когда предложение превышает спрос – так называемый «ры-

<sup>12</sup> - такая концепция была эффективна на западе в первой половине 20-го века- до начало 50-х годов. В нашей стране она действовала все годы советской власти – вплоть до начало 90-х годов.

нок покупателя». В этих условиях тот факт, что товар будет произведен, автоматически еще не означает что он будет продан. Поэтому, на первое место выдвигается задача реализации произведенного продукта в условиях острой конкуренции. Следовательно, отечественные товаропроизводители должны вести себя на рынке сегодня совершенно не так, как во времена плановой экономики.

«Новая» концепция базируется на системном подходе к организации.

Этот подход появился на Западе в 50-х годах 20-го века [3] как ответ на наступление новой эпохи современной цивилизации<sup>13</sup>, когда начали появляться первые признаки нарастания нестабильности внешней среды. Среда начала меняться динамично и непредсказуемо настолько, что наступившую эпоху Питер Друкер образно и очень метко в одной из работ [5] назвал «эпоха без закономерностей» и в другой [6] - «турбулентные времена». Наступление времен таких бурных изменений потребовало тщательного учета внешнего окружения в деятельности предприятия.

В соответствии с системным подходом любая организация представляется как сложная, открытая социотехническая система, обслуживающая окружающую среду путем преобразования «входов» (вводимых ресурсов) в «выходы» (результаты деятельности) [7].

Поскольку «входы» поступают из окружающей среды, а «выходы» направляются в нее же, то, следовательно, любая организация полностью зависит от внешнего окружения, которое может не давать «входы» и не брать «выходы».

В этой связи можно построить следующую цепочку причинно – следственных положений.

1. Любая организация должна в любой момент времени как можно лучше (больше, адекватнее) соответствовать окружающей среде.
2. Среда постоянно меняется, однако она не подконтрольна топ-менеджменту предприятия.
3. Поэтому, поскольку невозможно подстроиться под среду, меняя саму среду, необходимо менять что-то в организации – социальную или техническую систему.
4. Следовательно необходимо производить (вводить) изменения, в адекватной степени отражающие подвижность среды.

Термин «изменения» в данном случае следует понимать как «организационное развитие» (или движение). В этом смысле любая производственная организация подобна велосипеду, который если не будет двигаться, то упадет.

Содержание и основные элементы «новой» концепции показаны в таблице 1 в сопоставлении с «традиционной».

Методологической основой реализации на сегодняшних отечественных промышленных предприятиях новой концепции и на основании нее решения проблемы сбыта и обеспечения надежного рыночного положения (долговременного рыночного успеха) является система элементов, основные контуры которой показаны на рис.2.

Система состоит из ряда подходов и инструментов, направленных на реализацию изменений, необходимых для осуществления организационного развития.

Таблица 1. Концепции организации и ведения производственно-хозяйственной деятельности предприятия

Концепция Компонент	Традиционная (старая)	Современная (новая)
Среда и технологии	Стабильны, просты определены	Динамичны, турбулентны, непредсказуемы

<sup>13</sup> - в работе [4] Д. Белл назвал ее постиндустриальной.



Концепция Компонент	Традиционная (старая)	Современная (новая)
Влияние внешней среды	Проявляется как совокупность ограничений при выборе той или иной тактики и стратегии производства	Предприятие само эффективно влияет на совокупность ограничений
Состояние рынка	Недонасыщение. Спрос превышает предложение	Насыщение и перенасыщение. Предложение превышает спрос
«Главный» на рынке	Производитель	Потребитель
Роль потребителя	Выступает в качестве составной части источника ограничений	Является активным участником формирования производственной программы
Стиль поведения предприятия на рынке	Реактивный – по принципу «событие – реакция»	Активный – по принципу «анализ – прогноз – опережение»
Управление предприятием	Технократическое	Стратегическое
Философия топ – менеджмента	«Мы управляем производственной организацией (заводом)»	«Мы управляем производственно-сбытовой организацией удовлетворяющей потребности покупателей»
Местонахождение главных факторов успеха организации	Внутри ее	Вне ее
Направления обеспечения рыночного успеха	Рациональная организация производства. Развитие специализации. Снижение затрат. Мотивация персонала	Ситуационный анализ. Приспособление к внешнему окружению. Своевременное распознавание угрозы существованию. Создание внутрифирменной организации как ответа на воздействие извне

Стержнем основы развития организации является управление проектами изменений, которые определяются с помощью ситуационного анализа на основе системного подхода. Поддерживающими основную методологию системами и инструментами являются биологический [8] и маркетинговый [9] подходы которые позволяют сфокусировать направления поиска и сделать его более результативным и эффективным, а также бенчмаркинг, как современная технология менеджмента, направленная на оптимизацию бизнес-процессов, совершенствование системы управление качеством продукции, поиск изменений, определение стандартов проектов их внедрения, и в конечном счете обеспечения успеха изменений [10-13].

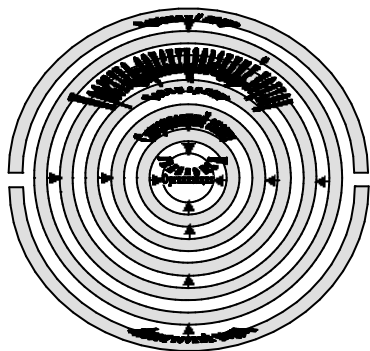
Конкретизация этой методико-инструментальной основы приведена на рис. 3, в котором проведена декомпозиция проблемы на отдельные элементы.

Структурно схема представляет собой систему блоков, выстроенных в следующей последовательности: цели – задачи – мероприятия по их решению. Соответственно этой схеме блоки имеют следующую логику.

Блок целей (1) направлен на достижение верхней (наивысшей) цели предприятия – обеспечить долговременное рыночное процветание. Эта цель будет достигнута, если будут достигнуты две промежуточные подцели. Первая – продать как можно больше товаров, обеспечив требуемую прибыльность деятельности организации<sup>14</sup>.

<sup>14</sup>-для этого необходимо, естественно, настолько познать потребителя, чтобы дать ему такой товар (услугу), которой он предпочтет всем остальным.

со-  
до-  
не  
ми  
ле



Эта подцель необходима, но недостаточна. Вторая стоит в том, чтобы «привязать» к себе потребителя, т.е. ставить ему максимум удовлетворения, сформировав в м стремление и дальше пользоваться товарами и услуга- фирмы.

Блок задач (2) призван обеспечить достижение це- й. Основная его идея состоит в обеспечении постоянного соответствия организации окружающей среде путем внедрения изменений, отражающих подвижность по- следней.

Представленные задачи определяют основные направ- ления (блок 3) совершенствования управления введением изменений и включает систе- му объектов (точек) фокусировки внимания топ-менеджмента предприятия – либо на процессах, требующих улучшения, либо на инструментах, требующих совершенствова- ния, либо на проблемах, требующих решения.

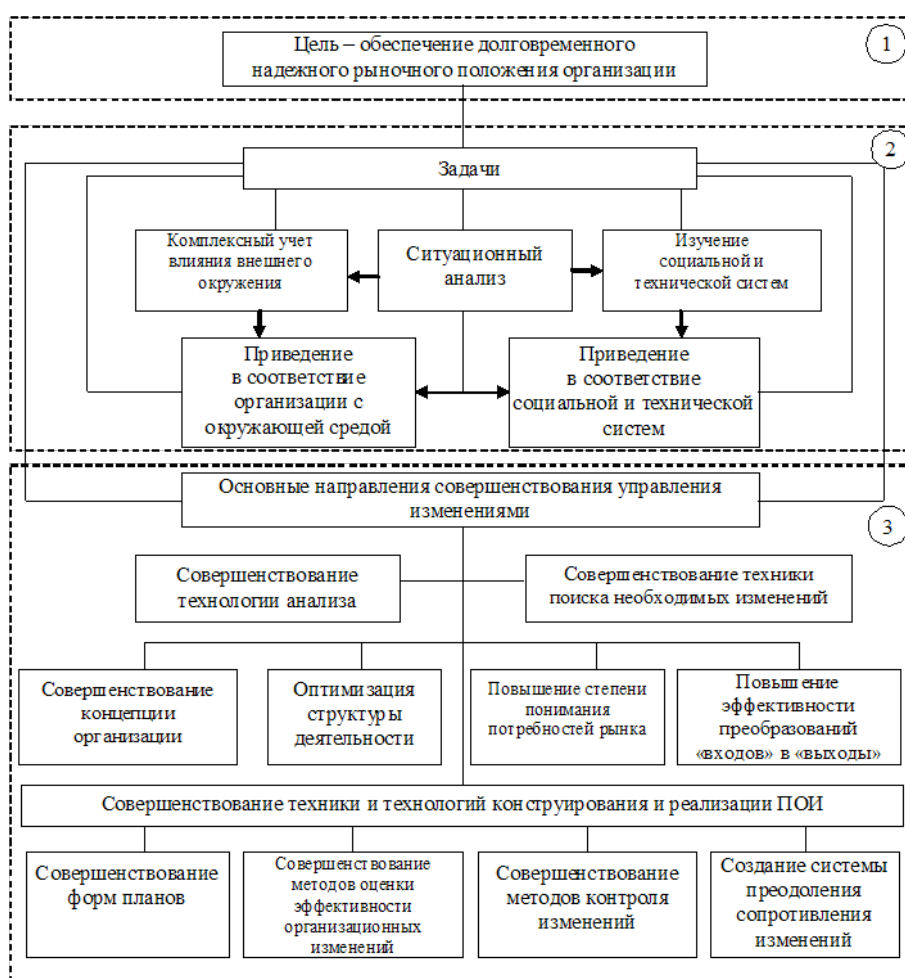


Рис. 3. Структурная схема совершенствования управления развитием организации

**Выводы.** Подводя итоги работы, можно заключить, что в результате теоретического анализа обозначены ключевые факторы успеха, актуальные для сегодняшних отечественных промышленных предприятий, описаны слагаемые концепции производственно-хозяйственной деятельности, позволяющей обеспечить этот успех, разработана методико-инструментальная основа развития организации и предложена структурная схема усовершенствования управления организационным развитием.

Дальнейшее повышение качества управления и эффективности предприятий может быть достигнуто через решение задачи интеграции фрагментарных решений в названных направлениях в общий процесс реализации проектов изменений, необходимых для обеспечения организации.

Указанная научно – практическая проблема, по своему значению фундаментальная для подъема отечественной экономики через укрепление и процветание предприятий, должна решаться с учетом всей совокупности накопленного к сегодняшнему дню практического опыта и теоретических знаний, обобщающих такой опыт, и дальнейшего совершенствования теории и практики проектно-ориентированного подхода к развитию организации.

**Список литературы:** 1. Гальчинський А., Львовчкін С. Становлення інвестиційної моделі економічного зростання України // Економіка України: – 2009. – № 6. – С. 4-11. 2. Кривошеков В.И., Морозов Ю.Д. Менеджмент: теория и практика управление качеством продукции. – Днепропетровск: Изд-во «Наука і освіта», 2008. – 366с. 3. Keneth Boulding. General System Theory. – The Skeleton of Science / Management Science, April, 1956. – P. 197 – 208. 4. D. Bell Coming of Post – Industrial Society. A. Venture in Social Forecasting. – N. Y.: Time Books, 1973. 5. P. Drucker P. The Changing World in Executive. – N. Y.: Time Books, 1982. 6. P. Drucker P. Managing in Turbulent Times. – New York: Harper æ Row, 1980. 7. Мескон М.К., Альберт М.А., Хедоури Ф. Основы менеджмента. – М.: «Дело», 1992. – 702с. 8. Мильнер Б.З. Теория организации, – М.: ИНФРА-М, 2001. – 218с. 9. Мешко Н.П., Морозов Ю.Д. Основы применения маркетингового перехода в управлении промышленными предприятиями. – Днепропетровск: изд. «Наука і освіта», 2006. – 218с. 10. Михайлова Е.А. Бенчмаркинг: М.: ООО "Благовест-В", 2002. – 176с. 11. Эффективное управление фирмой: современная теория и практика / Н.П. Бондарь, О.В. Васюхин, А.А. Голубев, В.И. Подлесных – СПб.: Изд. Дом «Бизнес-пресса», 1999. – 416 с. 12. Дж. Обэр-Крие Управление предприятием: Пер. с фр. под ред. В.М. Кузнецовой. – М.: Прогресс, 1999. – 304 с. 13. Производственный менеджмент: Учебник для вузов / С. Д. Ильенкова, А.В. Бандурин, Г.Я. Горбовцов и др.; Под ред. С.Д. Ильенковой. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 583 с.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 621.794.61**

**В.В. ТИХОНЕНКО**, асп., УИПА, г. Харьков

**А.М. ШКИЛЬКО**, канд. физ.-мат. наук, УИПА, г. Харьков,

## **АНАЛИЗ СПОСОБА УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МИКРОДУГОВЫМ ОКСИДИРОВАНИЕМ**

У статті узагальнено існуючу інформацію про метод мікродугового оксидування на основі відомих літературних джерел і досліджень авторів, проведено аналіз доцільності застосування цього методу зміцнення деталей і виділено перелік актуальних питань, які вимагають вирішення та стосуються метрологічного забезпечення і стандартизації.

В статье обобщена существующая информация о методе микродугового оксидирования на основе известных литературных данных и исследований авторов, проведен анализ целесообразности применения данного метода упрочнения деталей и выделен круг актуальных, требующих решения вопросов, касающихся метрологического обеспечения и стандартизации.

### **Введение**

Наряду с известными в материаловедении методами создания материалов с заданными свойствами, одним из новых методов модифицирования поверхностных слоев является метод микродугового оксидирования (МДО), относящийся как к группе упрочняющих методов, основанных на воздействии концентрированных потоков энергии, так и к

группе электрохимических процессов окисления поверхностного слоя в сочетании с электроразрядными явлениями на границе анод – электролит [1]. Специфические условия микроплазменного процесса (высокие давление и температура в области микроплазменного разряда) позволяют получать на поверхности вентильных металлов (алюминий, титан, цирконий, магний и др.) покрытия различного назначения (электроизоляционные, износостойкие, термостойкие, коррозионностойкие, каталитически активные, декоративные, антифрикционные, покрытие как подслоя для полимерных материалов).

Сущность МДО заключается в том, что под действием высокого напряжения, прикладываемого между находящейся в электролите деталью и электродом, на поверхности детали возникают мигрирующие точечные микродуговые разряды, под термическим, плазмохимическим и гидродинамическим воздействием которых поверхностный слой детали перерабатывается в керамическое покрытие, прочносцепленное с металлической основой [2].

Началом современного этапа исследований в области микродугового оксидирования и его практического применения можно считать 70-е годы прошлого века, когда появилось большое количество публикаций и патентов исследователей различных школ [3]. Большой вклад в развитие МДО внесли Марков Г.А., Фёдоров В.А., Снежко Л.А. и Черненко В.И., Малышев В.Н., Эпельфельд А.В., Новиков А.Н., Кузнецов Ю.А., Мамаев А.И., Мамаева В.А., Суминов И.В., Саакян Л.С. и Ефремова А.П., Гордиенко П.С., Белозеров В.В., К.Н. Dittrich, Н.Г. Schneider, G.P. Wirtz. и ряд других учёных. Метод непрерывно развивается и в настоящее время выделился в самостоятельное направление, но все же существует ряд трудностей в процессе внедрения данной технологии на предприятиях.

Целью данной работы являлся анализ эффективности технологии получения на алюминиевых сплавах многофункциональных покрытий методом МДО.

На основе известных литературных данных и наших исследований были сделаны обобщения существующей информации и анализ целесообразности применения данного метода упрочнения деталей, в результате чего выделен круг актуальных вопросов, требующих решения на следующем этапе исследований.

## **1. Анализ МДО как эффективной технологии упрочнения поверхностного слоя изделий**

Анализ проводился в контексте следующих вопросов:

### 1.1. Терминология

В последние годы МДО развивается как новая интенсивная технология анодной обработки металлов, однако до сих пор нет единой терминологии в названии самого метода и микроплазменных электрических разрядов, что приводит к различной трактовке одинаковых процессов (не всегда физически правильной). В работе [4] это явление объясняется разрозненностью информации о процессах феноменологии и, иногда, отсутствием понимания. МДО известно как ANOF (Anodishen Oxidation unter Funkenentladung) в Германии, ASD (Anodic Spark Deposition) в США, Европе и Китае, микродуговое оксидирование в России, PEO (Plasma Electrolytic Oxidation) в Великобритании, плазменно-электролитное оксидирование в Украине. Поскольку при разделении процесса на стадии речь идет об электрических дугах, хотя все проходящие процессы можно отнести к плазменным [5], в дальнейшем в работе будет применяться термин «микродуговое оксидирование».

### 1.2. Сравнение с анодированием

В случае перехода на технологию МДО целесообразным становится сравнение с существующим эталоном производства, т. е. электрохимическим анодированием, от которого и берет свое начало МДО.

МДО имеет следующие существенные отличия от анодирования: процесс ведется при напряжениях на 1-2 порядка выше (до 1000 В); используются в основном не постоянный, а переменный и импульсный токи; применяются в основном не кислотные, а слабо-щелочные электролиты [3].

По свойствам МДО-покрытия значительно превосходят обычные анодные пленки, к примеру, по микротвердости в 2,5-4,5 раза, по износостойкости в 10-15 раз и при этом обладают высокими защитно-коррозионными свойствами.

В таблице приведены основные характеристики МДО-покрытий, получаемых на алюминиевых сплавах в силикатно-щелочном электролите

Таблица. Основные характеристики МДО-покрытий, получаемых на алюминиевых сплавах в силикатно-щелочном электролите

№ п/п	Характеристики	Описание
1.	Тип покрытия	кристаллическое и аморфное строение
2.	Состав	оксиды обрабатываемого материала, компоненты электролита
3.	Толщина	от долей до сотен (300-1000) мкм
4.	Микротвердость	до 2500 кг/мм <sup>2</sup> ( 25 ГПа)
5.	Шероховатость	до 6-8 класса, регулируемая
6.	Пористость размеры пор	от 2 до 50 % (регулируемая) от 0,01 до 10 мкм.
7.	Износостойкость	в 2-5 раз больше, чем у обрабатываемого материала
8.	Модуль упругости изделия	повышается до 15%
9.	Коррозионная стойкость	1-й балл по десятибалльной шкале (высший)
10.	Адгезия	достигает 350-380 МПа
11.	Теплостойкость	нагрев без разрушений до 300-800 °С

Технология МДО успешно конкурирует не только с традиционными электрохимическими технологиями нанесения покрытий, но и другими методами напыления и материалами. К примеру, микротвердость МДО-покрытия на сплавах алюминия в 4,5 раза больше твердости для закаленной стали, износостойкость находится на уровне твердых сплавов и в 2-2,5 раза выше аналогичного показателя закаленной стали, а адгезия - в 3-4 раза выше, чем при плазменной технологии.

### 1.3. Преимущества

Стоит подробнее остановиться на преимуществах технологии МДО:

- малая концентрация, экологичность и неагрессивность электролитов;
- отсутствие необходимости тщательной предварительной подготовки поверхности детали (травления, обезжиривания, осветления, промывок горячей и холодной водой и т.д.) в начале технологической цепочки;
- возможность обработки сложнопрофильных деталей (нанесение покрытия на внешнюю и внутреннюю поверхности деталей любой конфигурации);
- высокая рассеивающая способность электролита (покрытие наносится в отверстия и полости с минимальными затруднениями);
- получение разных по свойствам покрытий на одном материале;
- возможность получения покрытий большой толщины без глубокого охлаждения электролита (и применения сложного холодильного оборудования);
- устойчивый, легко воспроизводимый процесс;

- стабильность характеристик покрытий;
- простое, компактное и легко управляемое оборудование;
- возможность автоматизации технологического процесса.

Повышение производительности МДО алюминиевых сплавов ограничено высокой энергоемкостью процесса, а значительное потребление ведет соответственно к высокой себестоимости. Однако, использование новейших источников питания, разработанных в последнее время, сделало метод экономически эффективным [6].

#### 1.4. Экологичность

Электролит - одна из важнейших составляющих МДО, его природа, состав являются определяющими при формировании покрытий требуемого качества. Внедрение технологии МДО взамен существующих позволит повысить экологическую защищенность производственных объектов, уменьшить объем вредных выбросов, поскольку используемый электролит для МДО, как правило, слабощелочной (рН 10-12) и на 95% состоит из дистиллированной воды, что упрощает решение проблемы утилизации, в отличие от аналогов по созданию оксидных покрытий на металлах, предусматривающих применение дорогостоящих электролитов на основе сильнодействующих кислот и щелочей.

Детали, изготовленные по данной технологии, являются экологически чистыми, не оказывают вредного воздействия на окружающую среду и человека и отвечают требованиям ГОСТ 12.2.003-74. Что касается самого процесса МДО, необходимо исследование условий безопасности процесса микродугового оксидирования алюминиевых сплавов с учетом требований охраны труда и выработка мероприятий по утилизации и дальнейшему использованию отходов МДО.

#### 1.5. Техничко-экономические преимущества

С учетом рассмотренных преимуществ технологии МДО можно высказать следующие предположения. При переходе к этой технологии повысится производительность труда и, соответственно, расширится ассортимент предлагаемой высококачественной продукции при постепенном снижении себестоимости обработки по сравнению с электрохимическим анодированием. Это станет возможным при достаточности заказов, увеличении доли данного типа производства на предприятиях и постепенном переводе на МДО-технологию. Приоритет в данном случае отдается предприятиям с гибкой структурой, позволяющей совместить узкоспециализированные и универсальные методы. В дальнейшем необходим детальный анализ экономического эффекта от внедрения МДО.

### **2. Проблемы внедрения технологии**

Внедрение технологии МДО до сих пор сдерживалось малой известностью метода, отсутствием информации о конкретных технологических параметрах, ответственных за упрочнение (стойкость к износу), а также технологического оборудования и оснастки и отсутствием промышленных линий процесса МДО. В настоящее время эта ситуация меняется. Увеличилось количество организаций, начинающих заниматься исследованиями процесса МДО.

На сегодняшний день для полной реализации внедрения МДО на машиностроительных предприятиях актуальны вопросы метрологии и стандартизации, и, на наш взгляд, требуется решение следующих вопросов:

- пересмотр известных стандартов по защитным покрытиям по терминологии, методам контроля и внесение дополнений с учетом МДО;
- разработка технических требований к технологическому оборудованию и оснастке для получения износостойких покрытий на деталях;
- разработка технологических процессов для получения МДО-покрытий с заданными свойствами, что осложняется многофакторностью процесса МДО;

- разработка нормативно-технической документации по безопасности труда и необходимых мероприятий, направленных на защиту работников, обслуживающих установку МДО, а также требования к обслуживающему персоналу технологического процесса;
- разработка новых методик контроля для контроля многофункциональных МДО-покрытий.

Предложено для объективной оценки процесса нанесения и качества МДО-покрытий дополнительно применять методы контактной разности потенциалов [7] и экзоэмиссионной диагностики [8]. Ведутся работы по решению вопросов метрологического обеспечения предложенных методов и средств контроля. В связи с этим проводятся дополнительные исследования свойств МДО-покрытий, в которых доминантными характеристиками для исследования нами были приняты такие известные и исследуемые характеристики, как толщина, микротвердость, шероховатость и износостойкость, в сочетании дополнительно с эмиссионными характеристиками и контактной разностью потенциалов. При этом установление существования связи между механическими, геометрическими, физическими и эмиссионными свойствами и составляет объективную оценку качества поверхностного слоя.

### **Выводы**

1. МДО - гибкая, недорогая и экологически чистая технология электроплазмохимического преобразования поверхностного слоя вентильных металлов и их сплавов в оксидную керамику с уникальным комплексом свойств.

2. Предлагаемая технология позволяет использовать экологически более безопасные изделия при условии существенного сокращения энергетических, трудовых и временных затрат при проведении работ, при этом упрощается технология изготовления изделий, повышается производительность, появляется возможность улучшения одновременно нескольких характеристик.

3. Для успешного и эффективного внедрения и развития технологии МДО необходимо решение вопросов метрологического обеспечения и стандартизации.

**Список литературы:** 1. *Баковец В.В.* Плазменно-электролитическая анодная обработка металлов / Баковец В.В., Поляков О.В., Долговесова И.П. – Новосибирск: Наука, 1991. – 168 с. 2. *Коломейченко А.В.* Микродуговое оксидирование как способ восстановления и упрочнения деталей машин / А.В. Коломейченко, В.Н. Логачёв, Н.С. Чернышов // Инженерия поверхности и реновация изделий: матер. 2-й Междунар. науч.-техн. конф. – Киев : АТМ Украины, 2002. – С. 73-76. 3. Микродуговое оксидирование (обзор) / И.В. Суминов, А.В. Эпельфельд, В.Б. Людин [и др.] // Приборы. – 2001. – № 9. – С. 13-23. 4. Электролитно-плазменная обработка и нанесение покрытий на металлы и сплавы / А.Д. Погребняк, Ю.Н. Тюрин, А.Г. Бойко [и др.] // Успехи физики металлов.- 2005.- Т. 6.- С. 273-344. 5. *Войцень В.С.* Воздействие низкотемпературной плазмы и электромагнитного излучения на материалы / В.С. Войцень, С.К. Гужова, В.И. Титов. – М.: Энергоатомиздат, 1991. –224 с. 6. *Мамаев А.И.* Высоковольтная импульсная техника, технологии и контроль синтеза наноструктурированных неорганических покрытий на детали сложной формы / А.И. Мамаев, В.А. Мамаева // Становление и развитие научных исследований в высшей школе: междунар. науч. конф., 14-16 сент. 2009. – Томск, 2009. – С. 252-258. 7. Шкилько А.М. Неразрушающие методы контроля металлов и узлов энергетического оборудования / Шкилько А.М. – К.: ИСИО, 1994. – 170 с. 8. Шкилько А.М. Экзоэмиссионная диагностика поверхности конструкционных материалов: монография / Шкилько А.М. – Харьков: «Ноулидж», 2009. – 240 с.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 621.001+621.757**

***Р.М. ТРИЩ***, докт. техн. наук, проф., УИПА, г. Харьков

## **РАЗМЕРНЫЙ РАСЧЕТ СБОРОЧНЫХ РАЗМЕРНЫХ ЦЕПЕЙ ПРИ СОЕДИНЕНИИ ДЕТАЛЕЙ НАГРЕВОМ**

У роботі розглянуті методи розрахунку розмірних ланцюгів. Даний опис утворення зазорів при з'єднанні деталей за допомогою нагріву. Пропонується при розрахунку складальних розмірних ланцюгів для зменшення погрішності замикаючої ланки використання додаткової величини.

В работе рассмотрены методы расчета размерных цепей. Дано описание образование зазоров при соединении деталей с помощью нагрева. Предлагается при расчете сборочных размерных цепей для уменьшения погрешности замыкающего звена использование дополнительной величины.

**Введение.** Перед тем как изделие будет направлено на изготовления и дальнейшую эксплуатацию, должен быть выполнен большой объём подготовительных работ связанных, в частности, с технологической подготовкой производства. Технологическая подготовка производства в качестве своей основы включает размерный анализ, который определяется как совокупность расчетно-аналитических процедур, осуществляемых при разработке и анализе конструкций и технологических процессов [1].

Размерный анализ представляет собой большой комплекс работ, который включает в себя, во-первых, разработку и анализ конструкций – определением и проверкой необходимых и достаточных требований, точности размеров, формы и взаимного расположения. Во-вторых, разработку технологических процессов: расчеты номинальных и предельных значений технологических размеров, прогнозирование возможных значений припусков, назначение всех промежуточных размеров на обработку, вычисление оптимальной с точки зрения механической обработки простановки размеров. В-третьих, анализ технологических процессов сборки – это проверка собираемости сборочных единиц, комплектов, изделий; выбор вида сборки по уровню взаимозаменяемости, обеспечение заданных значений выходных характеристик изделия.

Качество работы машины зависит от качества процесса сборки, или от величины сборочных погрешностей. Причины сборочных погрешностей различны. Одни из них определяются отклонениями параметров, возникающими еще в процессе изготовления собираемых деталей, другие - непосредственно на сборке. Однако те и другие погрешности устойчиво сохраняются в процессе эксплуатации, в значительной степени определяя надежность сборочного узла. В процессе эксплуатации изделия погрешности увеличиваются и, как правило, изделие выходит из строя либо переходит в категорию изделий более низкой точности. Поэтому особенно важную роль играет выявление и расчет сборочных размерных цепей.

**Расчет сборочных размерных цепей при соединении деталей нагревом.** В зависимости от вида производства, количества составляющих звеньев и способа сборки определяется метод расчета сборочных размерных цепей. Существует два метода расчета сборочных размерных цепей: метод максимум-минимум и метод вероятностного суммирования. Расчет размерных цепей по методу максимума и минимума, как правило, приводит к необоснованному ужесточению допусков на размеры составляющих звеньев размерной цепи. В связи с изложенным данный метод должен иметь ограниченное применение. В частности, этим методом пользуются при расчете размерных цепей с числом звеньев  $n \leq 4$ , а также при  $n > 4$  для изделий с единичным характером для предварительного решения некоторых практических задач по расчету многозвенных размерных цепей.



Более точным и научно обоснованным методом расчета размерных цепей является метод, основанный на теории вероятностей. При механической обработке деталей размеры имеют определенные погрешности. Эти погрешности носят случайный характер и в партии обработанных деталей имеют рассеяние своих значений в тех или иных пределах. При поступлении на сборку детали проходят окончательный контроль, в результате которого детали, имеющие размеры, выходящие за поле допуска, отбраковываются, а у оставшихся рассеяние погрешностей размеров будет лежать в пределах допуска.

Рассеяние погрешностей размеров подчиняется закону распределения случайных величин. Случайные величины делятся на дискретные и непрерывные. Погрешности размеров относятся к случайным величинам непрерывного типа. Законы распределения случайных величин непрерывного типа выражаются через плотность вероятности или дифференциальную функцию распределения  $\varphi(x)$ , где  $x$  – случайная величина.

В одной из теорем теории вероятностей доказано, что если случайная величина представляет собой сумму большого числа взаимно независимых случайных слагаемых, среди которых нет резко доминирующих по своей величине, то независимо от того, каким законом распределения подчиняются слагаемые, сумма всегда будет иметь распределение, близкое к нормальному, и тем точнее, чем больше число слагаемых.

Погрешность замыкающего звена и является такой случайной величиной, представляющей собой случайных погрешностей составляющих звеньев. Поэтому погрешности замыкающего звена будут подчиняться закону нормального распределения и тем точнее, чем больше число составляющих звеньев размерной цепи. Кроме этого величина замыкающего звена будет зависеть от способа получения соединения [2].

Сборка является одним из заключительных этапов производства. Качество сборки существенно влияет на качество изготовления изделия. Существующие нормативные документы, связанные с расчетом размерных цепей, не учитывают изменения размерных взаимосвязей в процессе сборки. Следовательно, стоит задача в получении новых зависимостей для расчета сборочных размерных цепей.

Рассмотрим многоэлементное соединение формируемое с использованием нагрева (рис. 1).

За счет одновременного действия радиальной силы и силы сжатия, обусловленных соответственно внутренним контактным давлением в результате натяга и температурными деформациями, происходит изменение размеров втулок, в сторону уменьшения.

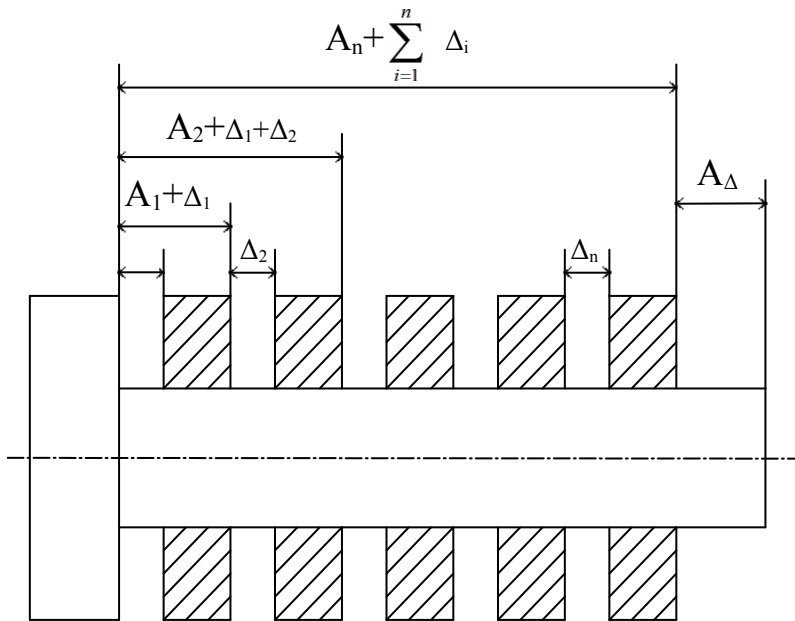


Рис.1 Многоэлементное соединение с определением составляющих и замыкающего звеньев

Для деталей из одинакового материала

$$\rho = -\frac{NE(D^2 - d^2)}{2D^2d}$$

Получаем

$$\Delta_{BT} = -\mu N \frac{Ad}{D^2}. \quad (2)$$

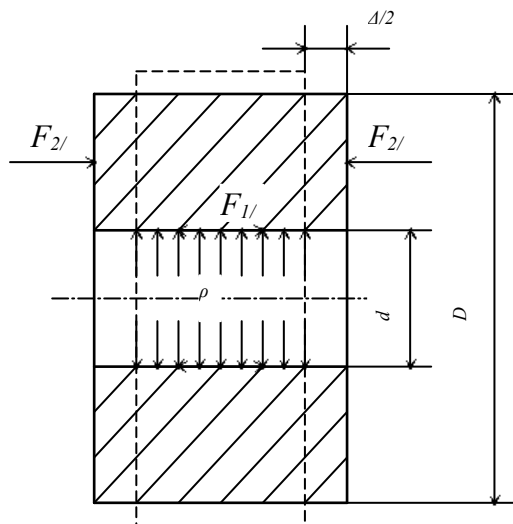


Рис. 2 Схема изменения размеров соединения при нагреве

$$c_B m_B T_B + c_{BT} m_{BT} T_{BT} = (c_B m_B + c_{BT} m_{BT}) = const,$$

где  $T_B$  и  $T_{BT}$  - текущая температура вала и втулки в любой момент времени  $\tau$  процесса скрепления;  $T_\phi$  - температура деталей соединения по окончании формирования натяга.

Остывание нагретого тела происходит по экспоненциальному закону

$$T_{BT} - T_B = (T'_{BT} - T'_B) e^{-k\tau}, \quad (3)$$

Под воздействием постоянной радиальной силы (рис.2) перемещение  $\Delta_n$  торцевой поверхности втулок можно определить по формуле, которая получена на основании решения дифференциального уравнения, описывающего плоское напряженное состояние полого цилиндра.

$$\Delta_{BT} = \frac{2\mu\rho Ad}{E(D^2 - d^2)}, \quad (1)$$

где  $\mu$  - коэффициент Пуассона;  $\rho$  - контактное давление на посадочной поверхности, МПа;  $E$  - модуль упругости, МПа.

Анализ формулы (1) показывает, что при воздействии контактного давления  $\rho$  втулка будет сужаться в осевом направлении. В процессе остывания при соединении втулка обменивается теплом с валом и окружающей средой. Если считать, что тепло, переданное валу за время скрепления, не успевает распространиться по всей его массе, а сосредотачивается в части вала по посадочной поверхности, то можно записать

где  $T'_{BT}$  и  $T'_B$  - начальные температуры втулки и вала перед сборкой;  $k$  - коэффициент, который зависит от теплофизических свойств материалов втулки, вала и контактной зоны деталей, а также от массы собираемых деталей.

В момент времени  $\tau$  уменьшение длины втулки от изменения ее температуры будет определяться

$$\Delta' = \beta_{BT} A (T_{BT} - T_B). \quad (4)$$

Величина натяга в любой момент времени определяется

$$N_\tau = \beta_{BT} d [(T'_{BT} - T'_B) - (T_{BT} - T_B)]. \quad (5)$$

Из уравнения (3) и (4) получим

$$\Delta' = \beta_{BT} A \frac{T_{ck} c_B m_B}{c_B m_B + c_{BT} m_{BT}} e^{-k\tau}, \quad (6)$$

$$N_\tau = N (1 - e^{-k\tau}), \quad (7)$$

где  $T_{ck}$  - температура втулки в момент окончания скрепления.

В момент времени  $\tau$  сила трения  $F_1$  между посадочными поверхностями втулки и вала компенсирует силу  $F_2$  температурной деформации втулки, проскальзывание поверхностей деталей завершается (рис. 2).

Условия торможения деформации

$$F_1 \geq F_2 \quad \text{т.е.} \quad f_c \rho S_o \geq \frac{\Delta'}{A} SE, \quad (8)$$

где  $S_o$  - номинальная площадь сопряжения;  $S$  - площадь торца втулки.

Из уравнения (7) (8) получаем

$$\Delta' = \frac{2fA^2 N \frac{c_B m_B}{c_B m_B + c_{BT} m_{BT}}}{2fA d + D^2 \frac{c_B m_B}{c_B m_B + c_{BT} m_{BT}}}$$

С учетом уравнения (1) уравнение общего осевого удлинения втулки после ее скрепления с валом имеет вид

$$\Delta_o = \Delta_{BT} + \Delta' = \frac{AdN}{D^2} \left( \frac{2f_c AB}{2f_c A + dB} - \mu \right), \quad (9)$$

$$\text{где } B = \frac{c_B}{c_B d^2 + c_{BT} (D^2 - d^2)}.$$

Зазор между втулками многоэлементного соединения образуется из половин начальной температурной деформации и конечного общего осевого удлинения каждой из втулок после ее скрепления, и равен

$$\Delta = 0,5(\beta_{BT} AT_{BT} + \Delta_o). \quad (10)$$

При скреплении двух посадочных поверхностей целесообразно учитывать, так называемую, первую точку схватывания.

Первая точка схватывания является случайной величиной. Так как ее расположение по посадочной поверхности зависит от случайных факторов: чистоты поверхности охватывающей и охватываемой деталей; равномерности температуры нагрева; отклонения формы и т.д. Предполагается, что изменение расположения первой точки схватывания происходит по нормальному закону распределения. Величина получаемого зазора зависит от расположения первой точки схватывания и лежит в пределах от 0 до  $(\beta_{BT} AT_{BT} + \Delta_o)$  (рис. 3).

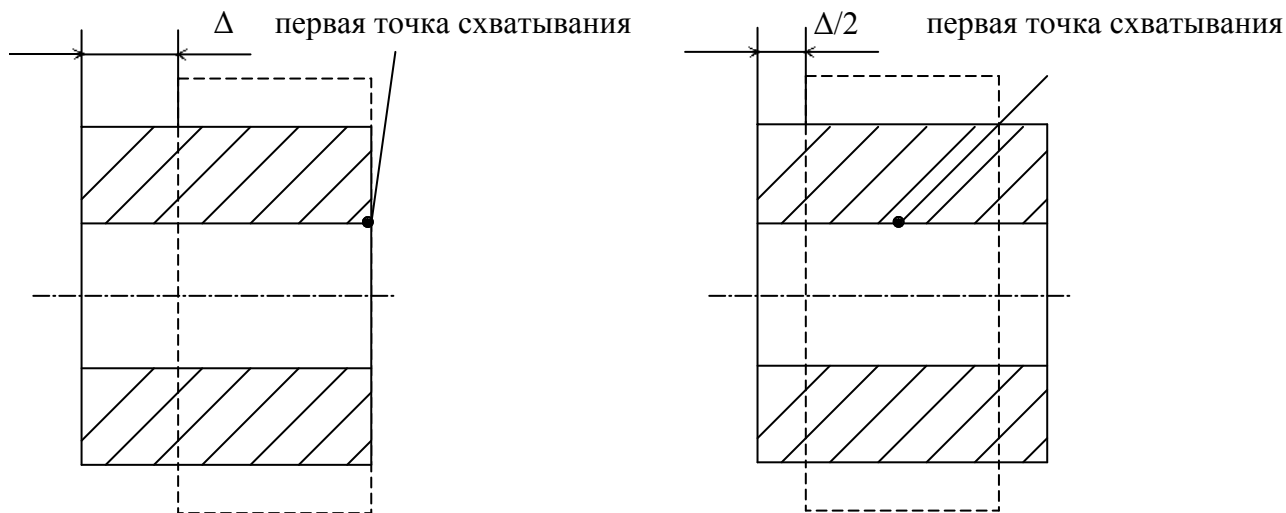


Рис. 3 Влияние первой точки схватывания на величину зазора

Так как при сборке с нагревом избежать образования зазора без дополнительных технологических или конструкторских решений невозможно. Поэтому в многоэлементном соединении при расчете сборочных размерных цепей для уменьшения погрешности получения значения замыкающего звена целесообразно учитывать дополнительную величину  $(\beta_{BT} AT_{BT} + \Delta_o)$ .

**Список литературы:** 1. Размерный анализ технологических процессов / В. В. Матвеев, М. М. Тверской, Ф. И. Бойков и др. – М.: Машиностроение, 1982. – 264 с. 2. Солонин И.С., Солонин С.И. Расчет сборочных и технологических размерных цепей. – М.: Машиностроение, 1980. - 110 с.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 621.311.25**

**Р.М. ТРИЦ** докт. техн. наук, проф., УИПА, г. Харьков

**Л.М. ШТАБСКИЙ**, канд. техн. наук, гл. инженер, Институт проблем управления Национальной Академии наук Украины,

**М.П. ГИРЯ**, отдел электротехнического оборудования МГП, Институт проблем управления Национальной Академии наук Украины

### **ОБ ОСОБЕННОСТЯХ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ АЭС, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ СТЕПЕНЬ ЕГО СТАРЕНИЯ**

Показано, що робота електротехнічного устаткування повинна забезпечувати стабільне електропостачання відповідальних споживачів власних потреб АЕС і видачу потужності в енергосистемі.

Показано, что работа электротехнического оборудования должна обеспечивать стабильное электроснабжение ответственных потребителей собственных нужд АЭС и выдачу мощности в энергосистему.

Безопасная и эффективная работа основного технологического оборудования АЭС в значительной степени зависит от надежной работы электротехнического оборудования, которое должно обеспечивать стабильное электроснабжение ответственных потребителей собственных нужд станции и выдачу мощности в энергосистему.

В настоящее время повышенное внимание к решению проблемы надежности атомных станций в Украине вызвано рядом причин, основными из которых являются следующие:

- близятся сроки выработки ресурса оборудования энергоблоков АЭС первых поколений;
- большая номенклатура электротехнического оборудования энергоблоков АЭС, срок службы которого не более 25 лет;
- в условиях реформирования экономики в Украине эксплуатирующие организации не располагают достаточными финансовыми возможностями для полной плановой замены оборудования, исчерпавшего назначенные ресурс;
- продление назначенных проектом сроков эксплуатации оборудования энергоблоков АЭС при частичной замене и ремонте становится экономически и технически целесообразным.

Для обоснования возможности продления назначенного срока эксплуатации каждого конкретного энергоблока АЭС необходимо тщательно проанализировать факторы, влияющие на безопасность и долговечность оборудования. При этом обязательным является проведение оценки качества электротехнического оборудования, его текущего технического состояния и эксплуатационной надежности.

Контроль качества оборудования является процедурой, включающей проведение измерений и испытаний для оценки технических параметров оборудования, проверки его соответствия установленным требованиям эксплуатационной технической документации. При этом, для продления сроков эксплуатации электротехнического оборудования, достоверность и соответствующая точность результатов измерений играет основную роль и обеспечивает правильность принимаемых решений.

При проведении измерений отдельных параметров, в первую очередь, необходимо:

- установить степень достоверности, с которой следует определять выбранные параметры, установить допуски, нормы точности;
- выбрать методы и средства измерений для достижения требуемой точности;
- обеспечить готовность средств измерений выполнять свои функции (посредством периодической поверки, калибровки средств измерений);
- обеспечить учет или создание требуемых условий проведения измерений;
- обеспечить обработку результатов измерений и оценку характеристик погрешностей.

Перечисленные положения представляют собой своеобразную цепь, изъятие из которой какого-нибудь звена неизбежно приводит к получению недостоверной информации, и как следствие, к принятию ошибочных решений.

Возможность применения результатов измерений для правильного и эффективного решения определяется следующими тремя условиями:

- результаты измерений должны быть выражены в узаконенных единицах;
- значения показателей точности результатов измерений должны быть известны с необходимой заданной достоверностью;
- значения показателей точности результатов должны обеспечить оптимальное решение задач оценки технического состояния электрооборудования в соответствии с выбранными критериями.

Если при измерениях соблюдаются все три условия (обеспечивается единство и требуемая точность измерений), это значит на обследуемом объекте правильно организовано метрологическое обеспечение, т.е. совокупность применения научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений.

При выполнении измерений технических параметров электротехнического оборудования АЭС, проводимых с целью оценки текущего технического состояния для решения вопроса о продлении срока его эксплуатации, метрологическое обеспечение имеет некоторые особенности.

При рассмотрении вопросов продления ресурса оборудования, измерения и испытания проводятся только тех технических параметров, которые определяют степень старения оборудования (определяющих параметров), изменение которых может привести оборудование в неработоспособное или предельное состояние из-за накопления необратимых деградационных изменений, связанных с процессами старения.

Механизмы старения электротехнического оборудования, как правило, являются многофакторными, их закономерности еще недостаточно изучены, поэтому характер его старения может быть определен только анализом изменений его технических параметров. В процессе старения может происходить как ухудшение, так и улучшение отдельных определяющих параметров, причем улучшение одних свойств нередко происходит при ухудшении других. Процессы старения приводят, в конечном счете, к необратимым во времени изменениям свойств оборудования.

Выбор определяющих параметров (технических характеристик) производится для каждого типа оборудования исходя из его физических свойств и анализа оперативной диагностики, а также статистики изменений параметров во времени. Учитывая большую и разнотипную номенклатуру электрооборудования на энергоблоке АЭС, объем определяющих параметров выбирается минимальным и достаточным для достижения поставленных целей.

В настоящее время определен полный перечень технических параметров, принятых в качестве определяющих, и их предельные значения для различных групп электрооборудования АЭС. Данный перечень разработан впервые на базе существующих нормативных материалов, опыта проведения обследований на АЭС Украины, а также с учётом мнения специалистов, эксплуатирующих электрооборудование на АЭС.

В соответствии с рекомендациям «Международной организации стандартизации» (ISO), характеристикой точности измерения есть интервал, который содержит заданную часть распределения значений, которые могли быть обоснованно приписаны измеренной величине (субъективная интерпретация вероятности), в отличие от доверительного интервала, который содержит истинное значение измеренной величины с заданной доверительной вероятностью (частотная интерпретация вероятности).

Использование неопределенностей при представлении результата измерений обеспечивает их единство в условиях общемировых тенденции в области метрологии. Такая задача существует для многих средств измерения, которые нуждаются в установлении класса точности. Соответственно рекомендациям Международной организации стандартизации, его оценкой есть комбинированная и (или) расширенная неопределенность.

Для оценки неопределенности применяются ряд методов, порядок и методики использования которых зависят от конкретного средства и условий измерения. Оценка неопределенности требует проведения специфического анализа экспериментальных данных и теоретических основ измерительного преобразования. В общем, такой набор математических средств называется моделью оценки неопределенности измерения, что является совокупностью критериев, методов и особенностей их применения.

Для учёта различных неопределённостей и получения достоверных и максимально точных результатов обследований электротехнического оборудования при продлении сроков его эксплуатации необходимо учесть некоторые особенности при производстве измерений определяющих параметров в условиях АЭС:

- измерения электрических определяющих параметров оборудования производятся в основном во время планово-предупредительных ремонтов (ППР) во влажностных и температурных условиях, при которых это оборудование работает на месте его установки;

- поскольку измеренные в данный момент времени параметры должны сравниваться с начальными значениями при предыдущих измерениях, важнейшим условием при этом является выбор измерительных приборов, аналогичных предыдущим измерениям, с одинаковыми классами точности. При этом, необходимо обеспечить максимальную идентичность влажностных и температурных режимов с теми режимами, при которых происходили начальные измерения.

В реальных условиях указанные требования не всегда возможно выполнить, так как выбор типа измерительных приборов ограничивается имеющимися на станции средствами измерительной техники (СИТ), которые не всегда совпадают с ранее используемыми как по типам, так и по точности измерений. При этом необходимо также учитывать, что начальные значения по данным параметрам были измерены 20-25 лет назад, когда измерительная техника несколько отличалась от настоящей и в первую очередь по классу точности.

Измерения параметров электрооборудования выполняются в соответствии с аттестованными методиками (ГОСТ 8.010-99).

Так же при испытаниях и измерениях электрооборудования, кроме ГОСТа, следует руководствоваться действующими нормативными документами (НД) и инструкциями заводов-изготовителей.

Испытание и измерение параметров электрооборудования должны проводиться аттестованными лабораториями по программам (методикам), приведенным в стандартах и технических условиях, с учетом требований безопасного выполнения работ. При этом погрешности измерений и требования к параметрам испытательных напряжений должны соответствовать государственным стандартам и действующим НД.

При выполнении измерений необходимо по возможности максимально учесть дополнительные (относительные) погрешности измерительных приборов, вызванные применением дополнительной аппаратуры и отличием условий проведения измерений:

1)  $\delta_t$  – погрешность, вызванная изменением температуры окружающего воздуха (от начальной температуры до любого значения в пределах допустимых рабочих температур). Значения этой погрешности (доля от класса точности прибора) для различных групп измерительных приборов на каждые  $10^\circ\text{C}$  изменения температуры принимается в пределах 0,5-1;

2)  $\delta_f$  - погрешность, вызванная отклонением частоты от нормальной. Предельное значение этой погрешности при отклонении частоты на  $\pm 10\%$  от нормальной частоты (нормальной области частот), как правило, равно классу точности прибора;

3)  $\delta_L$  - погрешность, вызванная изменением положения прибора от нормального положения в любом направлении. Предельное значение этой погрешности при отклонении на  $\pm 5^\circ$  должно быть равно классу точности прибора. Если на приборе отсутствует символ положения, предельное значение этой погрешности, вызванное изменением положения от  $0$  до  $90^\circ$  для переносных и от  $90$  до  $0^\circ$  для щитовых приборов, равно половине класса точности прибора;

4)  $\delta_{\text{т}}$  - погрешность, вызванная применением измерительных трансформаторов тока;

5)  $\delta_{\text{пр}}$  - прочие виды погрешностей, вызванные различными факторами, например, работой в условиях вибрации или ударов (для вибро- и удароустойчивых приборов), действием других однотипных приборов, помещенных рядом, от изменения напря-

жения (для фазометров, ваттметров предельное значение дополнительной погрешности, вызванное отклонением напряжения на  $\pm 10\%$  от номинального, равно классу точности прибора), отклонением формы кривой тока и напряжения от синусоидальной и т.п.;

В общем случае результирующая относительная погрешность измерительного прибора  $\delta_{\Pi}$  может достигнуть суммы погрешности прибора от всех влияющих факторов.

В реальных условиях маловероятно совпадение всех неблагоприятно влияющих факторов и одинакового знака всех погрешностей. Поэтому результирующую погрешность рекомендуется подсчитывать по формуле:

$$\delta_{\Pi} = \sqrt{\delta_0^2 + \frac{A_{ш}^2}{A_{и}^2} (\delta_T^2 + \delta_f^2 + \delta_L^2 + \delta_{ИР}^2) + \delta_{ТТ}^2} \quad (1)$$

где  $\delta_0$  – основная погрешность прибора;

$A_{ш}$  - верхний предел шкалы прибора;

$A_{и}$  - показание прибора измеренного значения.

Кроме факторов, влияющих на перечисленные выше погрешности (регламентированные ГОСТ), имеются также другие факторы, которые существенно влияют на точность измерения. К таким факторам относятся, например, влияние внутреннего сопротивления приборов, участвующих в одной схеме, что вызывает дополнительные требования к принятым схемам измерений, которые следует составлять такими, чтобы максимально исключить взаимное влияние измерительных приборов на результаты измерений.

При измерении несинусоидальных величин приборы разных типов могут давать различные показания. Показания приборов, реагирующих на действующее значение, не будут зависеть от угла сдвига фаз между гармоническими составляющими, а показания приборов, реагирующих на среднее по модулю значение, будут зависеть от угла сдвига фаз отдельных гармонических составляющих относительно основной гармонической составляющей и от схемы выпрямления (в схемах с однополупериодным выпрямлением будут суммироваться основная и нечетная гармонические составляющие, а в схемах с двухполупериодным выпрямлением — все гармонические составляющие).

Вышеперечисленные факторы и их влияние в ряде случаев можно полностью или частично устранить введением соответствующих поправок, изменением метода измерения или учесть количественно в виде дополнительной погрешности.

Учитывая опыт проведения обследований электрооборудования энергоблоков АЭС, в общем случае для максимального исключения дополнительных погрешностей при измерении определяющих параметров электрооборудования необходимо выполнять следующие основные требования:

1) при измерениях в цепях переменного тока испытательные устройства должны давать практически синусоидальный ток и напряжение;

2) схему измерительного прибора следует выбирать такой, чтобы прибор и проверяемый элемент реагировали на одни и те же значения (действующие, средние и др.);

3) пределы измерений измерительных приборов следует подбирать такими, чтобы их показания составляли не менее двух третей шкалы прибора;

4) при измерении тока (мощности) через промежуточный трансформатор тока предел амперметра (ваттметра) желательно выбирать равным номинальному вторичному току трансформаторов тока. Класс точности этого трансформатора тока должен быть, по крайней мере, на одну ступень выше класса точности амперметра (ваттметра);

5) при значительных отклонениях температуры окружающего воздуха от нормальной следует выбирать приборы тех групп, которые имеют меньшую дополнительную погрешность по температуре. При этом результирующая погрешность в ряде случаев может оказаться меньшей, чем при применении приборов других групп с более высоким



классом точности;

6) следует правильно устанавливать прибор, по возможности не допуская отклонений от его нормального положения;

7) во всех случаях, особенно при измерении малых значений токов и напряжений, следует включать амперметр и вольтметр так, чтобы собственное потребление прибора вносило минимальные ошибки в измерения. При измерениях напряжений в цепях мало-мощных источников (на выходах фильтров, в полупроводниковых схемах и др.) следует применять высокоомные вольтметры. Сопротивление вольтметров переменного тока должно быть не менее 1-2кОм/В, сопротивление вольтметров для измерения в цепях постоянного тока (полупроводниковые устройства РЗА, цепи приемопередатчиков ВЧ защит) должны быть не менее 10-20кОм/В. Сопротивление милли- и микро-амперметров для измерений токов на выходе фильтров, в дифференциальных схемах, в схемах сравнения и т.п. должно быть минимальным, около десятых долей Ома при шкалах 25-50мА;

8) для устранения влияния внешних полей следует скручивать вместе прямой и обратный провода, по которым протекают значительные токи;

9) при измерении одной и той же величины двумя приборами и определении ее по сумме показаний этих приборов следует большую долю измеряемой величины измерять прибором с более высоким классом точности;

10) при измерении электрической мощности целесообразнее производить измерение с помощью ваттметров, а не по показаниям трех приборов того же класса точности: вольтметра, амперметра, фазометра (так как их погрешности при измерении складываются);

11) при применении электронных средств измерения (ламповых вольтметров, осциллографов, частотомеров и др.) следует учитывать наличие возможного заземления отдельных точек схемы (в токовых цепях и цепях напряжения, в блоках питания и др.). При неправильном подключении заземленного вывода измерительного прибора возможно возникновение КЗ или значительная ошибка в измерении из-за нарушения режимов работы проверяемой схемы. Поэтому, указанными приборами следует производить измерения только относительно заземленных точек схемы;

12) для уменьшения погрешностей, носящих случайный характер, следует производить несколько измерений и определять среднее значение, отбросив единичные результаты, значительно отличающиеся от остальных (промахи).

#### **Выводы:**

1. При рассмотрении вопроса продления ресурса электротехнического оборудования АЭС измерения и испытания проводятся только тех технических параметров, которые определяют степень старения оборудования (определяющих параметров), изменение которых может привести оборудование в неработоспособное или предельное состояние из-за накопления необратимых деградационных изменений, связанных с процессами старения.

2. Для учёта различных неопределённостей и получения достоверных и максимально точных результатов обследований электротехнического оборудования при продлении сроков его эксплуатации необходимо учитывать особенности при производстве измерений определяющих параметров в условиях АЭС.

3. При выполнении измерений необходимо максимально учесть дополнительные (относительные) погрешности измерительных приборов, вызванные применением дополнительной аппаратуры и отличиями условий проведения измерений.

**Список литературы:** 1. ГКД 34.20.507-2003. Техническая эксплуатация электрических станций и сетей. Правила. 2. СОУ-Н ЕЕ20.302:2007. Нормы испытаний электрооборудования. 3. МТ-Т.0.03.195-09. Типовая методика оценки технического состояния, показателей надежности

и остаточного ресурса для различных групп электротехнического оборудования АЭС. 4. ДСТУ 2682-94. Метрологическое обеспечение. Основные положения. 5. ДСТУ 3215-95. ГСИ. Метрологическая аттестация средств измерительной техники. Организация и порядок проведения. 6. Гиря М.П., Штабский Л.М., к.т.н. Выбор определяющих параметров старения электротехнического оборудования АЭС для оценки его технического состояния и остаточного ресурса. Журнал «Энергетика и электрификация», №6, 2006г.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 664.121.032.3**

**И.А.ФАБРИЧНИКОВА**, ассистент, ХТУСХ им. Петра Василенка, г. Харьков  
**В.В.КОЛОМИЕЦ**, докт. техн. наук, проф., ХТУСХ им. Петра Василенка, г. Харьков

## **УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ СТРУЖКИ ПРИ СРЕЗАНИИ КОРНЕПЛОДА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ СВЕКЛОРЕЗНЫМИ НОЖАМИ**

В статті приведені теоретичні дослідження процесу утворення бурякової стружки, що дозволяють обґрунтувати та вплинути на якість технології підготовки цукрового виробництва

В статье приведены теоретические исследования процесса образования свекловичной стружки, позволяющие обосновать и повлиять на качество технологии подготовки сахарного производства

**Постановка задачи.** Для получения сахара корнеплод сахарной свеклы изрезается свеклорезными ножами в стружку. Качество свекловичной стружки является одним из определяющих факторов эффективности свеклосахарного производства. Поэтому изучение процесса изрезания свеклы в стружку является актуальным и представляет научный интерес.

**Научная новизна.** Получение параметров опережающей трещины, возникающей при образовании свекловичной стружки, и обоснование кавитационного износа свеклорезного ножа.

**Анализ последних публикаций** показал, что многие исследователи [1, 2, 3 и 4] изучали механические параметры процесса получения свекловичной стружки: углы заточки свеклорезных ножей, их профиль, толщину лезвия, скорость подачи корнеплодов в зону резания и т.п. Правда Гребенюком С.М. в [2] сделана попытка расширить представление о процессе резания сахарной свеклы и других органических материалов, введя обтекание ножа разделёнными слоями с предположением, что силы сопротивления пропорциональны квадрату скорости (аналогично обтеканию тел жидкостью и воздухом). Однако там рассмотрены эмпирические аспекты без учета истинных процессов, происходящих в зоне резания.

**Цель.** В данной статье мы хотим, во-первых, теоретически обосновать основы процесса образования свекловичной стружки и, во-вторых, рассмотреть процессы, происходящие в зоне резания и определяющие износ свеклорезного ножа.

**Указанная цель достигается** тем, что не просто введено понятие опережающей трещины при образовании свекловичной стружки, а теоретически описано и определены её геометрические параметры. А также теоретически обоснован процесс кавитационного износа свеклорезного ножа.

При образовании свекловичной стружки последняя деформируется и в процессе резания приобретает криволинейную форму. Будем считать стружку тонкой пластиной, а сами деформации малыми. Вычислим свободную энергию изогнутой пластинки.

При сгибании пластинки в некоторых местах внутри неё возникают напряжения растяжения, а в других – напряжения сжатия. Именно на выпуклой стороне пластинки происходит растяжение (вплоть до образования трещин и разрывов волокон), по мере углубления в толщину пластинки это растяжение постепенно уменьшается, достигая в конце концов нуля, вслед за чем в дальнейших слоях постепенно увеличивается сжатие. Таким образом, внутри пластинки имеется нейтральная поверхность, на которой растяжение вообще отсутствует, а по двум сторонам её деформация имеет противоположный знак.

Выберем систему координат с началом в какой-нибудь точке нейтральной поверхности и осью  $z$ , направленной по нормали к ней. Плоскость  $x,y$  совпадает с плоскостью недеформированной пластинки. Обозначим вертикальное смещение точек нейтральной поверхности, т.е. их  $z$  – координату, посредством  $\zeta$  (дзета).

Что касается компонент смещения этих точек в плоскости  $x,y$ , то они являются, очевидно, величинами второго порядка малости по сравнению с  $\zeta$  и потому могут быть положены равными нулю. Таким образом, вектор смещения точек нейтральной поверхности есть

$$U_x^{(0)} = U_y^{(0)} = 0, \quad Z_z^{(0)} = \zeta(x,y),$$

где верхний индекс обозначает, что компоненты относятся к началу координат.

Поскольку пластина тонкая, то, для того чтобы изогнуть её, требуется приложить к её поверхности сравнительно небольшие силы. Эти силы в любом случае вызовут напряжения меньше, чем те внутренние напряжения, которые возникают внутри деформированной пластинки благодаря имеющим в ней место напряжениям растяжения и сжатия. Поскольку пластинка слабо изогнута, то можно считать, что вектор нормали  $\vec{n}$  направлен по оси  $z$ . Таким образом, на обеих поверхностях должно быть,

$$\sigma_{xz} = \sigma_{yz} = \sigma_{zz} = 0, \quad (1)$$

где  $\sigma_{ik}$  – компоненты тензора напряжений;

$i, j, k$  – индексы 1, 2, 3.

Но поскольку толщина пластинки мала, то из равенства этих величин нулю на двух сторонах следует, что они малы и внутри её. Таким образом, мы приходим к выводу, что во всей пластинке компоненты  $\sigma_{xz}$ ,  $\sigma_{yz}$ ,  $\sigma_{zz}$  малы по сравнению с остальными компонентами тензора напряжений. На этом основании можем положить их равными нулю и определить компоненты тензора деформации из этого условия.

Опуская громоздкие преобразования, включающие вычисления вариации свободной энергии и вариации потенциальной энергии пластинки, связанной с наличием действующих внешних сил, в конечном итоге получаем уравнение равновесия пластинки, изгибаемой действующими на неё внешними силами:

$$\frac{Ah^3}{12(1-\mu^2)} \Delta^2 \zeta - F = 0, \quad (2)$$

где  $E$  – модуль Юнга;

$\mu$  – коэффициент Пуассона;

$\frac{Ah^3}{12(1-\mu^2)}$  – жесткость пластины при изгибе;

$\Delta \zeta$  – оператор Лапласа;

$h$  – толщина пластинки;  $F$  – внешняя сила.

Окончательно, с учетом (2), будем иметь для силы  $F$  и момента реакции пластины:

$$F = -\frac{Ah^3}{12(1-\mu^2)} \left[ \frac{\partial^2 \zeta}{\partial x^2} + \frac{\partial \theta}{\partial l} \cdot \frac{\partial \zeta^2}{\partial x^2} \right], \quad (3)$$

$$M = \frac{Ah^3}{12(1-\mu^2)} \cdot \frac{\partial^2 \zeta}{\partial x^2}, \quad (4)$$

где  $\theta$  – угол между нормалью  $\vec{n}$  к нейтральной поверхности и осью  $x$ ;  
 $\vec{\ell}$  – касательная к этой поверхности.

При  $E = 6 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$ ,  $h = 0,04 \text{ м}$  и  $\mu = 0,46$  соотношения (3) и (4) будут

$$F = 50,6 \left[ \frac{\partial^2 \zeta}{\partial x^3} + \frac{\partial \theta}{\partial \ell} \cdot \frac{\partial \zeta^2}{\partial x^2} \right], \quad (3a)$$

$$M = 50,6 \cdot \frac{\partial^2 \zeta}{\partial x^2}, \quad (4a)$$

Учитывая геометрические размеры лезвия пера свеклорезного ножа, вычислим производные. В первом приближении форму стружки в области резания можно аппроксимировать квадратной параболой:

$$\zeta = 0,33x^2 \text{ тогда} \\ \frac{\partial \zeta}{\partial x} = 0,66x, \quad \frac{\partial^2 \zeta}{\partial x^2} = 0,66, \quad \frac{\partial^3 \zeta}{\partial x^3} = 0. \quad (5)$$

Для вычисления  $\left[ \frac{\partial \theta}{\partial \ell} \right]$  воспользуемся известным выражением из дифференциальной геометрии для радиуса кривизны кривой:

$$R = \frac{\left( 1 + \frac{\partial \zeta^2}{\partial x} \right)^{3/2}}{\frac{\partial^2 \zeta}{\partial x^2}}, \quad K = \frac{1}{R} = \frac{\partial \theta}{\partial \ell}. \quad (6)$$

Подставляя в (6) из (5), получим  $R = 2,87 \text{ м}$ ,  $\frac{\partial \theta}{\partial \ell} = 0,35 \frac{1}{i}$ .

Рассмотрим задачу отрыва слоя вещества (стружки) от тела (рис.1).

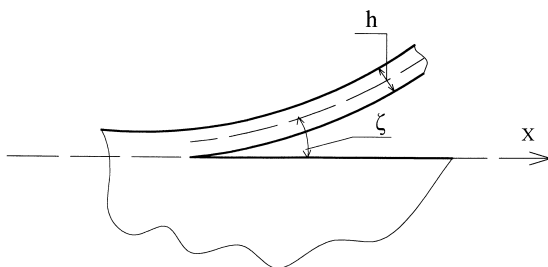


Рис. 1. Схема образования стружки

Отрываемый слой рассматриваем как пластину, один из краёв которой (линия отрыва) заделан. Изгибающий момент, действующий у этого края, определяется формулой (4).

От тела отрывается (срезается) тонкий толщиной  $h$  приложенными к нему силами, действующими против сил поверхностного натяжения на поверхности отрыва и формой отрывающейся пластинки (стружки). Найдём зависимость, связывающую величину поверхностного натяжения с формой отрывающейся стружки.

Работа, производимая этим моментом при удлинении области отрыва на  $\delta x$ , равна

$$M \frac{\partial \delta \zeta}{\partial x} = M \delta x \frac{\partial^2 \zeta}{\partial x^2}. \quad (7)$$

Условие равновесия заключается в равенстве этой работы изменению поверхностной энергии, т.е.  $2\alpha \delta x$ , где  $\alpha$  – коэффициент поверхностного натяжения, а множитель 2 учитывает возникновение двух свободных поверхностей при разрыве. Имеем:

$$M\delta x \frac{\partial^2 \zeta}{\partial x^2} = 2\alpha\delta x. \text{ Отсюда } \alpha = 22,04 \cdot 10^{-4} = 2,2 \cdot 10^{-3} \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Вычисления по формулам (3) и (4) дают соответственно:

$$F = 0,9 \cdot 10^{-3} \text{ Н}, \quad M = 2,57 \cdot 10^{-3} \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

В [1] упоминается отрыв стружки по опережающей трещине. Однако, кроме упоминания никакой информации не приведено. Используем изложенные выше соображения для получения параметров такой трещины (рис.2).

В обозначениях рис.2 в теории упругости приводится соотношение для вычисления длины трещины

$$L = \frac{Fy^2(1-\mu^2)}{\pi\alpha E}, \quad (8)$$

где  $F_y$  – сила, образующая трещину, в нашем случае сила, которая изгибает стружку;

$\alpha$  – коэффициент поверхностного натяжения.

После подстановки в (8) численных значений получим  $L = 3 \cdot 10^{-8}$  м.

Вышеизложенные соображения относятся к отрыву слоя стружки на молекулярном уровне, т.е. в процессе отрыва стружки от основного тела (корня) преодолеваются силы молекулярного сцепления. Однако в зоне резания действуют макроскопические параметры: центробежные силы, силы резания, силы реакций и т.п. Например, для однородных растягивающих напряжений

$$\rho(x) = \rho_0$$

в зоне резания длина трещины равна

$$L = \frac{2\alpha \cdot A}{\pi(1-\mu^2)\rho_0^2}, \quad (9)$$

Вычисления по (9) при  $\rho_0 \cong 52 \text{ Н/м}^2$  дают значение  $L \cong 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$  (1,5 мм).

Образование опережающей трещины является квинтэссенцией образования стружки и, таким образом, определяет её качество [с] вот почему этому процессу следует уделить пристальное внимание.

В процессе получения свекольной стружки ножи затупляются, повреждаются твердыми примесями, которые попадают с свеклой на свеклорезку, и корродируют в диффузионном (свекловичном) соке.

В действительности, в зоне резания происходит не только абразивный износ. При образовании стружки нож движется в жидкости, т.е. в среде свекловичного сока, образующегося в процессе разрыва молекулярных связей, в зоне резания (на острие ножа и близлежащих от него участках).

Рассмотрим эту задачу с точки зрения гидромеханики. На рис.3 показана зона резания (черным цветом покрашен свекловичный сок). При движении корнеплода свеклы в зоне опережающей трещины создается разрежение (уменьшение давления) за счет расширения трещины. Это расширение зависит, очевидно, от угла заострения ножа. Следовательно, уменьшение угла заострения ножа приводит к меньшему разрежению.

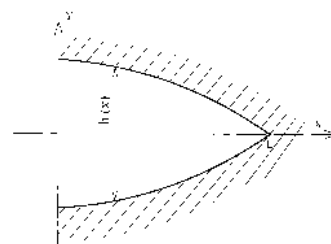


Рис. 2. Параметры опережающей трещины

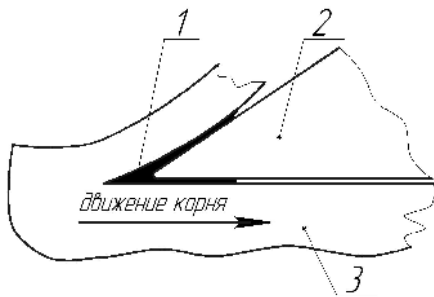


Рис. 3. Зона резания: 1 – опережающая трещина; 2 – нож; 3 – свекла

каверны. Закипание жидкости при пониженном давлении и образование в жидкости при её движении полостей, заполненных паром, называется кавитацией.

На рис.4 показана зона кавитации на поверхности ножа. Видно, что если нож выполнить с утонением, то зона кавитации будет уходить, не касаясь поверхности ножа.

Появление кавитации всегда приводит к разрушению металла и появлению кавитационных шумов, а также к увеличению сопротивления движению и значительно усиливает

окислительную коррозию. Косвенным подтверждением тому является приведенная в [4] осциллограмма процесса резания.

В качестве критерия, определяющего кавитационные свойства профиля (в нашем случае свеклорезного ножа), применяют так называемое число напряжения кавитации  $\sigma$ :

$$\sigma = \frac{P - P_k}{\rho \frac{v^2}{2}}, \quad (10)$$

где  $P$  – давление при движении, Па;

$P_k$  – давление парообразования, Па;

$v$  – скорость, м/с;

$\rho$  – плотность свекловичного сока, кг/м<sup>3</sup>.

В нашем случае для клина с углом заострения 30°,  $P = 270 \cdot 10^4$  Па,  $P_k = 2,26 \cdot 10^3$  Па и  $v = 5$  м/с получаем  $\sigma = 21,6 \cdot 10^4$  Па.

Таким образом, для улучшения кавитационных свойств профиля ножа следует снижать число кавитации.

В качестве модели обтекания профиля ножа можно предложить модели обтекания профиля полутела (рис.5). Здесь приведено суммарное давление. Видно, что давление резко снижается и достигает минимума непосредственно в зоне резания. Общее количество вещества, снимаемого потоком свекловичного сока с грани ножа на единицу его ширины, будет:

$$M = D \cdot (C_{ст} - C_1) \cdot N_{u\partial}, \quad (11)$$

где  $D$  – коэффициент диффузии;

$C_{ст}$  и  $C_1$  – концентрация сока на поверхностях стружки и грани ножа;

$N_{u\partial}$  – число Нуссельта, зависящее от свойств свекловичного сока.

Таким образом, наряду с абразивным износом ножа, существует также кавитационный.

Но, как известно, при снижении давления снижается температура парообразования, т.е. жидкость закипает при меньшей температуре. Например, для водных растворов при давлениях от 532 Па до 2261 Па температура парообразования изменяется от 4°C до 20°C. Таким образом, в зоне опережающей трещины жидкость (свекловичный сок) закипает, т.е. образуются полости, заполненные паром –

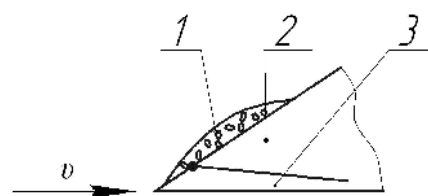


Рис. 4. Образование кавитации: 1 – зона кавитации; 2 – нож; 3 – утонение

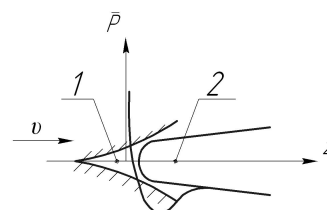


Рис. 5. Обтекание полутела: 1 – опережающая трещина; 2 – нож

Проведенные исследования позволяют сделать следующие **выводы**:

- образование опережающей трещины является квинтэссенцией образования свекловичной стружки и определяет её качество;
- в зоне опережающей трещины свекловичный сок закипает, т.е. образуются каверны;
- наряду с абразивным износом ножа, существует также кавитационный, который к тому же дополнительно усиливает окислительную коррозию.

**Список литературы:** 1. Гребенюк С.М. Усилие на ноже при резании сахарной свеклы / С.М. Гребенюк, В.Г. Белик, А.М. Щербаков. Известия вузов СССР. – М.: Пищевая технология, 1982. № 6 – С.88-94. 2. Гребенюк С.М., Щербаков С.М. Исследование силовых взаимодействий сахарной свеклы с барабаном свеклорезок // Сахарная промышленность. 1981. №2 – С.22-25. 3. Клименко М.Н. и др. Резание пищевых продуктов лезвием // Пищевая технология. – Известия вузов СССР, г. Краснодар, 1977. №3 – С.90-93. 4. Щеголев В.Н. Перемещение и вращение корней свеклы в силовом поле резок при резании их на стружку.– Труды ВНИИСПа, 1964, вып. X, С. 34.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 65.015.11.001.57**

**В.М. САМСОНКИН**, докт. техн. наук, проф., директор, ГП «Государственный научно-исследовательский центр железнодорожного транспорта Украины»

**Е.С. ФЕДОРОВИЧ**, ГП «Государственный научно – исследовательский центр железнодорожного транспорта Украины»

### **МЕЖЛАБОРАТОРНЫЕ СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ –ИНСТРУМЕНТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ПОДТВЕРЖДЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ ЛАБОРАТОРИЙ**

Робота по звіренню результатів вимірювань що проводяться в ВЛ підпорядкування «Укрзалізниці» представляє величезне значення для безпеки залізничного транспорту.

Работа по сличению результатов измерений проводимых в ИЛ подчинения «Укрзалізниці» представляет огромное значение для безопасности железнодорожного транспорта.

Доверие к качеству продукции (услуги), выпускаемой предприятием железнодорожного транспорта – залог успеха и конкурентоспособности на рынке. Подтвердить качество и безопасность невозможно без эффективно функционирующих испытательных лабораторий, обеспечивающих достоверность своих результатов. Ежегодно лабораториями, подчиненными «Укрзалізниці», фиксируется бракованная продукция, которая предоставляется поставщиками, на крупные суммы. Фиксация брака тянет за собой кроме финансовых расходов серьезную ответственность лабораторий в части точности и прецизионности измерений.

Важнейшим элементом технической компетентности испытательных (измерительных) лабораторий (далее – ИЛ), осуществляющих измерения состава и физико-химических свойств веществ, материалов и (или) испытания продукции по составу и физико-химическим свойствам (далее – испытания), являются действующие в лаборатории процедуры контроля качества результатов испытаний. Внедрение стандартов ДСТУ ISO/IEC 17025:2006 [1] и ДСТУ ГОСТ ИСО 5725-1:2005 - ДСТУ ГОСТ ИСО 5725-6:2005 [2-7] определяющее место отдало процедурам контроля стабильности результатов испытаний – как необходимому условию гарантии технической компетентности лабораторий.

Рассмотрение реализованных в ИЛ форм контроля стабильности результатов анализа, проведение экспериментальной проверки технической компетентности ИЛ как на стадии аккредитации, так и в процессе инспекционного контроля деятельности ИЛ являются необходимыми этапами процедуры оценивания (подтверждения) компетентности.

В то же время, согласно Закону Украины № 113/98-ВР «О метрологии и метрологической деятельности» от 01.01.2005г.[8] и ДСТУ ISO/IEC 17025:2006 обеспечение качества результатов испытаний не ограничивается только проведением внутреннего контроля. Одним из эффективных способов подтверждения качества результатов испытаний лаборатории – является проверка ее квалификации посредством межлабораторных сравнительных испытаний (МСИ).

Под МСИ понимают организацию, проведение и оценку качества испытаний одних и тех же объектов по одним и тем же показателям в двух или более лабораториях в соответствии с заранее установленной программой.

МСИ могут проводить непосредственно органы по аккредитации. Форма проведения органами по аккредитации экспериментальной проверки технической компетентности в виде МСИ, при этом в качестве средств контроля – образцов для контроля (ОК) – органу по аккредитации допускается использование только стандартных образцов (СО). Это ограничивает рамки проведения МСИ органами по аккредитации. В то же время, как показывает международная практика, многие зарубежные органы по аккредитации используют при подтверждении компетентности ИЛ результаты оценок качества работ лаборатории, установленной на основе участия ИЛ в специальных программах МСИ, проводимых компетентными организациями-координаторами. Процедура подтверждения ИЛ качества своих результатов в рамках специально реализуемых программ МСИ во всех международных документах, разработанных в последние годы по данному вопросу, рассматривается как процедура проверки квалификации ИЛ [9]. В железнодорожной отрасли Украины разработан нормативный документ по метрологии железнодорожного транспорта Украины НД 32 УЗ-0059-2007 «Настанова з організації та порядку проведення міжлабораторних порівнянь результатів вимірювань в метрологічній системі залізничного транспорту України»[10].

В отличие от органов по аккредитации координаторы МСИ могут использовать не только СО, но и специально создаваемые образцы, как правило, аттестуемые в процессе этих МСИ. Возможность создания наряду с СО специальных образцов для МСИ позволяет существенно расширить программы МСИ (с охватом широкой номенклатуры объектов и показателей) (рис. 1).

Положительные результаты регулярного участия ИЛ в МСИ создают у лабораторий уверенность в эффективности действующей в ИЛ системы качества испытаний и возможности гарантировать результаты испытаний с установленной в лаборатории погрешностью (рис. 2).

Информативность МСИ, разработанные механизмы оценки результатов МСИ и их использования определяют возможность применения МСИ (наряду с проверкой квалификации ИЛ, учетом результатов МСИ при их аккредитации и инспекционном контроле) для решения других задач метрологического обеспечения испытаний, таких как:

- оценка метрологических характеристик стандартных образцов;
- оценка показателей точности методов испытаний;
- контроль сопоставимости используемых в ИЛ методик испытаний;
- определение ИЛ, проводящих испытания с наиболее высокой точностью.

Цель подобных испытаний – достижение единства измерений качественных показателей продукции железнодорожного применения.



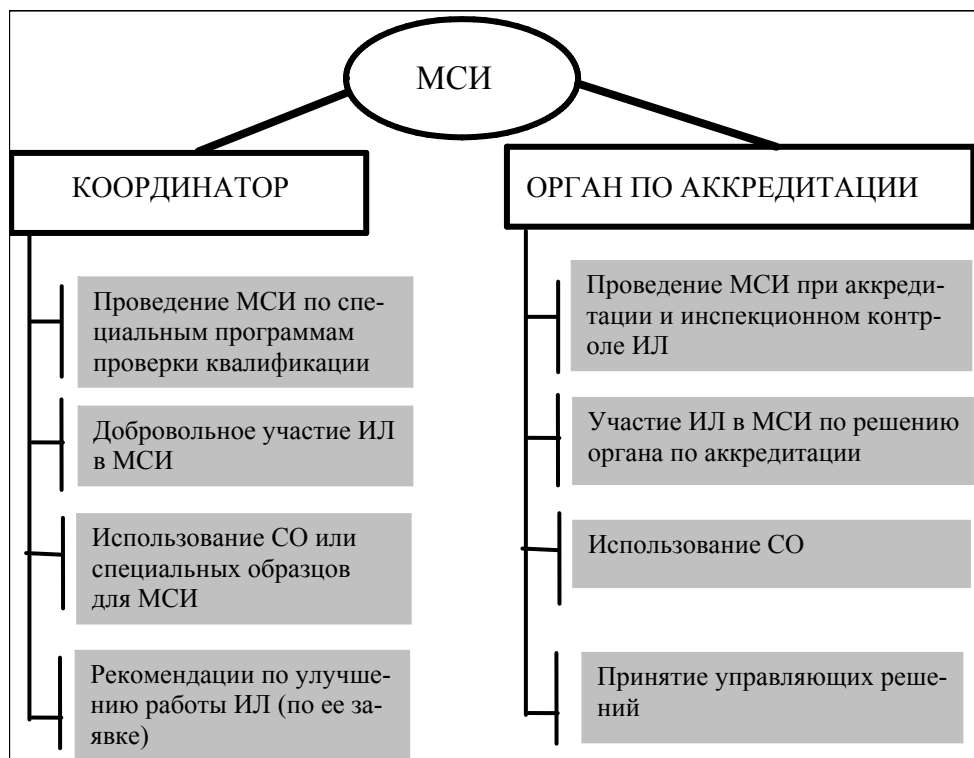


Рис. 1 – Организация МСИ



Рис. 2 – Возможности участия в МСИ

Единство измерений достигается в том случае, если измерения одного показателя на различных типах средств измерительной техники (СИТ), в разных лабораториях будет показывать одинаковые результаты в пределах допустимости погрешности измерений.

Для достижения единства измерений необходимо выполнение таких требований:

- 1) СИТ должны быть поверены (определены на пригодность СИТ к работе), прокалиброваны или пройти метрологическую аттестацию;
- 2) нормативные документы должны быть стандартизованы или аттестованы;
- 3) соответствующим образом должен быть подготовлен технический персонал;
- 4) соблюдены требования к условиям проведения измерений.

Если соблюдаются все четыре требования, а они в аккредитованных лабораториях должны соблюдаться, то, казалось бы, никакие межлабораторные сравнительные испытания (МСИ) не нужны.

Однако почти все СИТ в ИЛ для их калибровки не имеют стандартных образцов или эталонов. И как бы тщательно, по узаконенной НД, не выполнялась калибровка, неоднозначные измерения всегда будут. В связи с этим МСИ имеют очень большое значение. Согласно [10] организация МСИ проводится по определенной структуре (рис. 3), что позволяет всем участникам знать последовательность и схему проведения МСИ. В данном документе указываются все необходимые требования к проведению МСИ, на основании которых и разрабатывается программа МСИ.

На данный момент на железнодорожном транспорте Инспекцией по качеству продукции были выделены некоторые виды продукции, которые при прохождении входного контроля были забракованы



Рис. 3 – Структура организации МСИ

либо при контроле в разных ИЛ получила разные результаты.

Для такой продукции была разработана программа МСИ и некоторые ИЛ на добровольной основе изъявили желание участвовать в МСИ.

На данный момент первые МСИ на этапе проведения, однако надеемся, что данная практика будет продолжаться на железнодорожном транспорте, что повысит качество продукции железнодорожного назначения, как следствия качество услуг железнодорожного транспорта так же.

Следует отметить, что работа по сличению результатов измерений проводимых в ИЛ подчинения «Укрзалізниці» представляет огромное значение для безопасности железнодорожного транспорта.

**Список литературы:** 1. ДСТУ ISO/IEC 17025:2006 - Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий (ISO/IEC 17025:2005, IDT); 2. ДСТУ ГОСТ ИСО 5725-1:2005 Точність (правильність і прецизійність) методів та результатів вимірювання. Частина 1. Основні положення та визначення (ГОСТ ИСО 5725-1-2003, IDT). 3. ДСТУ ГОСТ ИСО 5725-2:2005 Точність (правильність і прецизійність) методів та результатів вимірювання. Частина 2. Основний метод визначення повторюваності і відтворюваності стандартного методу вимірювання (ГОСТ ИСО 5725-2-2003, IDT). 4. ДСТУ ГОСТ ИСО 5725-3:2005 Точність (правильність і прецизійність) методів та результатів вимірювання. Частина 3. Проміжні показники

прецизійності стандартного методу вимірювання (ГОСТ ІСО 5725-3-2003, ІДТ). 5. ДСТУ ГОСТ ІСО 5725-4:2005 Точність (правильність і прецизійність) методів та результатів вимірювання. Частина 4. Основні методи визначення правильності стандартного методу вимірювання (ГОСТ ІСО 5725-4-2003, ІДТ). 6. ДСТУ ГОСТ ІСО 5725-5:2005 Точність (правильність і прецизійність) методів та результатів вимірювання. Частина 5. Альтернативні методи визначення прецизійності стандартного методу вимірювання (ГОСТ ІСО 5725-5-2003, ІДТ). 7. ДСТУ ГОСТ ІСО 5725-6:2005 Точність (правильність і прецизійність) методів та результатів вимірювання. Частина 6. Використання значень точності на практиці (ГОСТ ІСО 5725-6-2003, ІДТ). 8. Закон України «О метрологии и метрологической деятельности» 15.06.2004 р. №1765-IV. 9. В.И. Кириллов. Метрологическое обеспечение. – МН: БГУИР, 2003. -88с. 10. НД 32 УЗ-0059-2007 «Настанова з організації та порядку проведення міжлабораторних порівнянь результатів вимірювань в метрологічній системі залізничного транспорту України».

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 664.68:641.563**

**С.О.ХАДЄЄВА**, магістр, ХТЕІ КНТЕУ, м. Харків

**К.В.СВІДЛО**, канд. техн. наук, доц., ХТЕІ КНТЕУ, м. Харків

### **ВИЗНАЧЕННЯ ПОТЕНЦІЙНИХ РИЗИКІВ ТЕХНОЛОГІЇ БІСКВІТНОГО ВИПЕЧЕНОГО НАПІВФАБРИКАТУ З ДОДАВАННЯМ ДІЄТИЧНИХ ДОБАВОК**

У статті розглянуто актуальність впровадження міжнародної системи забезпечення безпеки харчової продукції (НАССР) на прикладі визначення потенційних ризиків (критичних точок контролю) технології бісквітного випеченого напівфабрикату з додаванням дієтичних добавок (зостери, шроту та олії з насіння гарбуза, фосфатидного концентрату).

В статті розглянуто актуальність впровадження міжнародної системи забезпечення безпеки харчової продукції (НАССР) на прикладі визначення потенційних ризиків (критичних точок контролю) технології бісквітного випеченого напівфабрикату з додаванням дієтичних добавок (зостери, шроту та олії з насіння гарбуза, фосфатидного концентрату).

Сучасні наукові досягнення у галузі здорового харчування виявили, що оптимізація харчового статусу і здоров'я людини третього тисячоліття значною мірою можливо за рахунок функціональних продуктів харчування.

Порушення екології та деформований раціон харчування призводить до зниження загальної резистентності організму, поширення низки хвороб. Показники смертності населення України перевищують показники народжуваності у півтора рази.

Стратегічний план дій з покращення здоров'я, як у європейському регіоні, так і в Україні зокрема, серед основних аспектів передбачає профілактику проблем, пов'язаних з харчуванням.

Кондитерські борошняні вироби з бісквітного тіста, завдяки популярності серед населення, є цінним об'єктом для створення функціональних продуктів харчування. Перспективним шляхом розроблення технологій борошняних кондитерських виробів оздоровчого призначення є використання сировини тваринного та рослинного походження.

Таким чином наукове обґрунтування розроблення і впровадження технології борошняних і кондитерських виробів оздоровчого напрямлення з використанням функціональних інгредієнтів природного походження є актуальним.

Аналіз кондитерського ринку України показав, що виробництво, розширення асортименту й впровадження кондитерських виробів на продовольчий ринок України стримується недостатнім рівнем досліджень, відсутністю індустріальної бази й організацій-

но-технологічних принципів її виробництва. Тому саме розробка й упровадження НАССР повинна стати головною складовою комплексного підходу до безпеки харчових продуктів, зокрема кондитерських виробів з додаванням дієтичних добавок.

НАССР – концепція, яка передбачає систематичну ідентифікацію, оцінку і управління небезпечними чинниками, які впливають на безпеку продукції. НАССР є застережливою системою в частині безпеки харчової продукції. Особливістю цієї системи є те, що при її допомозі вивчається кожен крок (етап) в харчовому виробництві, виявляються специфічні ризики, небезпеки, впроваджуються ефективні методи контролю і моніторингу.

Система НАССР не є системою відсутності ризиків. Вона призначена для зменшення ризиків, викликаних можливими проблемами з безпекою харчової продукції.

Система НАССР є ефективним знаряддям управління, яке використовується для захисту підприємства (торгівельної марки) при просуванні на ринку харчових продуктів і захисті виробничих процесів від біологічних (мікробіологічних), хімічних, фізичних і інших ризиків забруднення.

Розроблена і впроваджена система безпеки харчової продукції дає підприємству впевненість в тому, що безпека дотримується. Впровадивши і підтримуючи систему НАССР, підприємство має можливість уникнути:

- вживання великого спектру потенційно небезпечних матеріалів;
- трьох видів ризиків: біологічних, хімічних і фізичних;
- погроз для здоров'я людей;
- непродуктивних витрат фінансових коштів;
- витрат унаслідок псування, неправильного виробництва (саботажу) або неправильного вживання (зловживання) покупця [1].

Використання системи НАССР дозволяє перейти від випробувань кінцевого продукту до розробки застережливих методів забезпечення безпеки харчової, у тому числі кондитерської продукції.

Метою статті є ідентифікація потенційних небезпечних для споживачів ризиків технології кондитерських бісквітних виробів з додаванням дієтичних добавок, які можуть виникнути протягом всього виробничого процесу, і встановлення контролю з метою гарантування безпечності продукту для споживачів.

На сьогодні в Україні процес впровадження НАССР регламентується на державному рівні (Закон України «Про безпечність та якість харчових продуктів», а саме: «Здійснювати заходи щодо поетапного впровадження по підприємствах харчової промисловості міжнародної системи забезпечення безпеки харчових продуктів НАССР у порядку та терміни, визначені законодавством України для окремих видів харчових продуктів...»[2] та Національний стандарт ДСТУ 4161 2003 «Система управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги», який набрав чинності від 01.07.2003 р.) [3].

Кондитерська продукція, а саме борошняні кондитерські вироби мають багато переваг, а саме, високі органолептичні показники, структурно-механічні властивості. але на ряду з цим необхідно покращувати їх біологічну цінність.

Недостатнє вживання найцінніших у біологічному відношенні харчових речовин негативно позначається на здоров'ї людини: погіршується самопочуття, знижує фізичну й розумову працездатність, підсилює негативний вплив на організм шкідливих умов праці, збільшує протікання будь яких хвороб. За умови необхідності поповнення організму калоріями і біологічно-активними речовинами була розроблена нова технологія бісквітного напівфабрикату з додаванням дієтичних добавок (зостери, шроту та олії з насіння гарбуза).

Серед функціональних продуктів харчування важливе місце займають продукти збагачені вітамінами, мікроелементами, харчовими волокнами та ін., продукти з яких вида-

лені певні сполуки. не рекомендовані за медичними показниками або замінені на інші компоненти. Основним принципом створення харчових функціональних продуктів можна вважати зміцнення здоров'я людини шляхом впливу на відповідні фізіологічні реакції організму.

Продукти функціонального спрямування повинні бути безпечними для споживачів і складові компоненти мають виключно небажану взаємодію між інгредієнтами.

Представники 159 країн світу [4], включаючи Україну, прийняли «Всесвітню декларацію і Програму дій в області харчування», взявши на себе обов'язки усунути хронічну нестачу в раціоні харчування основних вітамінів, мікроелементів та інших необхідних сполук.

Аналіз хімічного складу та харчової цінності борошняних кондитерських виробів свідчить, що переважна більшість з них не відповідає вимогам нутриціології. Незбалансованість складу борошняних кондитерських виробів пов'язана з високим вмістом жирів, вуглеводів та відносно низьким – білків, харчових волокон, ненасичених жирних кислот, вітамінів [5].

Борошняні кондитерські вироби зі зміненим хімічним складом та фізичними властивостями спеціально створені для використання в профілактичному (функціональному) та лікувальному харчуванні (для окремих контингентів або професійних груп населення), відносяться до груп дієтичних продуктів. Ці продукти можуть відрізнятися вмістом білків, харчових волокон, поліненасичених жирних кислот, зменшеним вмістом холестерину, натрію та ін. Не зважаючи на багаточисельні заклики прибічників здорового способу [6] життя та раціонального харчування вживати тільки «здорові продукти», харчові звички більшості населення не змінюються. Тому зовсім відмовитись від традиційних технологій харчових продуктів не можливо. Реальним є шлях збагачення звичайних продуктів, що одержані традиційним способом біологічно активними компонентами, а також створення нових ресурсозберігаючих технологій та розробка кондитерських виробів із зниженою енергетичною і підвищеною харчовою цінністю на основі використання різних видів нетрадиційної місцевої сировини [7].

За останні роки енергетична цінність раціонів харчування середньостатистичного мешканця України знизилася приблизно на 16 %. Водночас спостерігається деформація раціонів харчування у вигляді підвищеного споживання тваринних жирів, цукру на фоні різкого зниження споживання вітамінів, мінеральних речовин, клітковини, пектинових речовин [8]. Результати численних досліджень за останні 20 років доводять, що в цілому сучасне людство потерпає від могутнього оксидантного стресу, що викликаний розвитком техногенезу, призводить до раннього старіння, підвищеної захворюваності і смертності населення, викликаних процесами окислення, недоліком або надлишком того або іншого елементу харчування. Локальні зміни геохімічних умов мешкання відбуваються настільки швидко, що організм людини не встигає адаптуватися до екстремальної техногенної ситуації. У відповідь реакції організму людини на ті або інші зміни екологічної рівноваги з'являються такі захворювання як мікроелементози, різні форми онкологічних захворювань, серцево-судинна патологія і т. п. [9].

Антиокислювачі (антиоксиданти) призначені для запобігання або уповільнення окислення молекулярним киснем. Ця реакція в продуктах протікає в результаті контакту харчового продукту з киснем, який присутній в повітрі і продукті. В процесі самоокислювання спостерігається перетворення харчових речовин, руйнуються біологічноцінні компоненти, зокрема вітаміни, окислюються і розщеплюються жирні кислоти, жироподібні речовини, в результаті чого утворюються продукти розпаду і розщеплення із специфічним запахом і смаком. Найчастіше такі продукти токсичні. Таким чином, відбувається

ся зміна зовнішнього вигляду, запаху, смаку продукту, знижується його харчова цінність. [10].

До антиоксидантів відносяться деякі вітаміни, мінерали і ферменти, які попереджують процес утворення вільних радикалів в організмі і запобігають їх ушкоджувальній дії. Вільні радикали викликають пошкодження клітини, що порушують функції імунної системи, що приводить до інфекційних і різних дегенеративних захворювань, включаючи онкологію і серцево-судинні хвороби. Вчені вважають, що пошкодження, які викликаються вільними радикалами, є основою для процесів старіння. Кількість вільних радикалів в організмі зазвичай контролюється за рахунок дії спеціальних ферментів, нейтралізуючих ці шкідливі сполучення. В організмі утворюються 4 таких ферменти: супероксиддисмутаза, метіонинредуктаза, каталаза і глутатионпероксидаза. Цілий ряд нутрицевтиків володіє антиоксидантними властивостями, включаючи вітамін А, β-каротин, вітаміни С і Е, мікроелемент селен. Дієтичні добавки, які використовувалися при виробництві бісквітного напівфабрикату мають у своєму складі комплекс вітамінів А, β-каротин, вітаміни С і Е, мікроелемент селен, який в свою чергу має антиоксидантні властивості. Деякі рослини також мають антиоксидантні властивості. Хоча багато антиоксидантів можна отримувати з харчових продуктів, цієї кількості недостатньо, щоб справитися з тим числом вільних радикалів, яке постійно утворюється в нашому організмі під впливом забруднення навколишнього середовища.

Для того, щоб звести до мінімуму пошкодження, що викликаються вільними радикалами, слід використовувати харчові добавки, що вміщують антиоксиданти. Вважається, що прийом таких добавок попереджує розвиток злоякісних новоутворень.

До найбільш важливих антиоксидантів відносяться: ретинол, токоферол, аскорбінова кислота (відповідно вітамін А, Е, С), ПНЖК (класу омега - 3,6,9), каротиноїди, цинк, селен, таурин, лінолева кислота, кофермент Q10.

Ретинол (вітамін А) і β-каротин — спонукають руйнування вільних радикалів. Вітамін А також підтримує здоровий стан шкіри і слизових оболонок, стимулює імунітет. β-каротин і вітамін А сприяють руйнуванню канцерогенів, запобігають розвитку серцевих захворювань і інсультів, а також знижують рівень холестерину в крові.

Токоферол (вітамін Е) — надає виражену антиоксидантну дію за рахунок інгібування окислення ліпідів. Ліпіди є складовою частиною клітинних мембран, а вітамін Е запобігає підвищенню їх проникності, яке обумовлене ушкоджувальною дією вільних радикалів. Вітамін Е також покращує оксигенацію тканин, підсилює імунологічні реакції, грає певну роль в профілактиці катаракти. Згідно з останніми даними, можна припустити, що для підтримки нормального рівня вітаміну Е в організмі необхідна достатня кількість цинку. Мікроелемент селен покращує дію вітаміну Е.

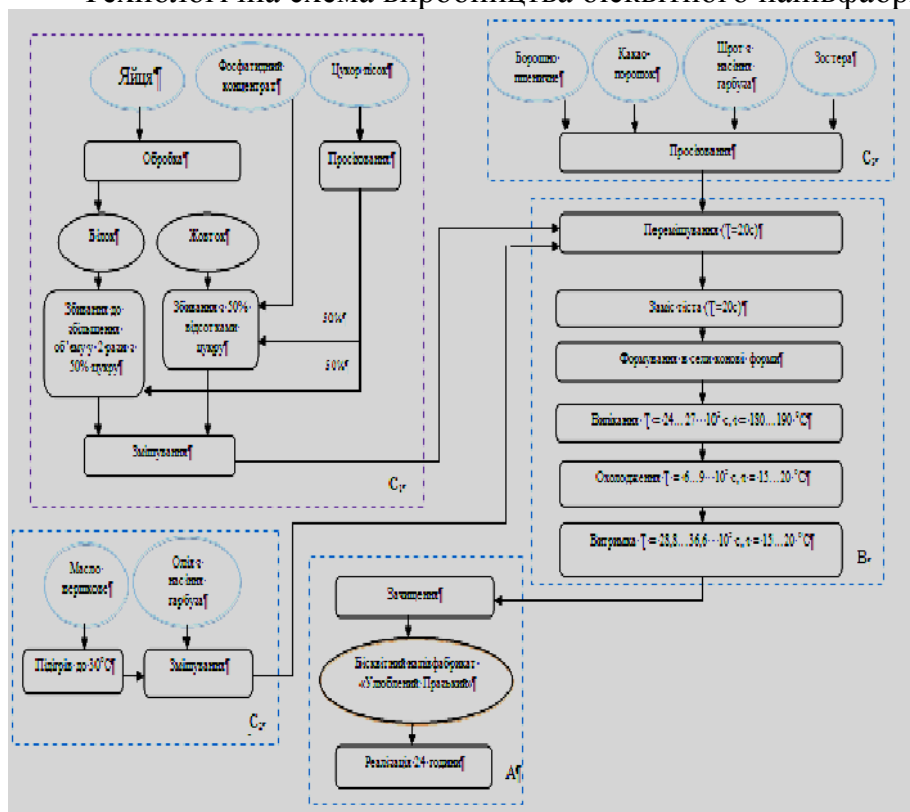
Аскорбінова кислота (вітамін С) — антиоксидант, що використовується для запобігання окислювальному псуванню харчових продуктів. Введення аскорбінової кислоти в харчові продукти також підвищує їх харчову цінність. Об'єднаний комітет експертів ФАО/ВІЗ по харчових добавках встановив безумовно допустиму добову дозу для людини 0...2,5 мл /кг і умовно допустиму 2,5...7,5 мл /кг маси тіла людини, що значно вище за дози, які додаються в харчові продукти як харчова добавка. Антиоксидантна дія вітаміну С посилюється у присутності біофлавоноїда гесперидину.

Селен є синергістом вітаміну Е, а також входить до складу антиоксидантного ферменту глутатионпероксидази (у 1 молекулі ферменту 4 атоми селену). Цей фермент знешкоджує перекис водню, перетворюючи її на воду. Селен стимулює утворення антитіл при інфекції, а також надає захисну дію на клітини крові і на клітини серця, печінки і легень.

Цинк входить до складу антиоксидантного ферменту супероксиддисмутази. Він також необхідний для підтримки нормального рівня вітаміну Е в крові і сприяє абсорбції вітаміну А. Другою важливою функцією цього елемента є підтримка нормальної функції залоз (зокрема статевих) і імунітету. [11].

Завдяки використанню зостери, шроту гарбуза, олії з насіння гарбуза та фосфатидного концентрату, в технології виробництва бісквітного напівфабрикату підвищується біологічна цінність, із збереженням високих смакових якостей, за рахунок підвищення вмісту вітамінів, макро- та мікроелементів, особливо, вітамінів групи В, калію, кальцію, заліза, цинку, бромю, йоду та селену. Зостеру змішану з какао-порошком та шрот гарбуза змішаний з борошном пшеничним додають під час замішування тіста, олію з насіння гарбуза під час збивання попередньо нагрітого вершкового масла але фосфоліпідний концентрат додають під час розтирання жовтків з цукром, що сприяє рівномірному розподіленню у готовому виробу.

Технологічна схема виробництва бісквітного напівфабрикату представлена на рис 1.



Важливим аспектом є підготовка повного опису кінцевого продукту. Опис бісквітного напівфабрикату з додаванням дієтичних добавок надано у вигляді встановленої уніфікованої форми, відповідно до таблиці 1. Наступним кроком складання опису бісквітного випеченого напівфабрикату з додаванням дієтичних добавок є оцінювання технологічних операцій стосовно небезпечних чинників. Метою цього кроку є ідентифікація всіх потенційно небезпечних чинників, пов'язаних з

Рис. 1. Принципова технологічна схема виробництва бісквітного напівфабрикату з додаванням дієтичних добавок кожною технологічною операцією, технологічним маршрутом продукту та схемою руху працівників.

Для цього проаналізуємо блок-схему технологічного процесу виготовлення бісквітного напівфабрикату «Улюблений Празький», наведену на рис. 2, використовуючи «дерево прийняття рішень».

Таблиця 1. - Характеристика та технологічне призначення бісквітного випеченого напівфабрикату з додаванням дієтичних добавок (зостери, шроту та олії з насіння гарбуза, фосфатидного концентрату)

Найменування показника	Характеристика
Назва продукту	Бісквітний напівфабрикат «Улюблений Празький» з додаванням дієтичних добавок

Нормативний документ	У проєкті
Важливі характеристики	Вологість 24%
Призначення продукту	Напівфабрикат
Пакування	Герметично закрита полімерна тара, упакована в картонні коробки
Термін зберігання	Напівфабрикат 72 години при температурі 2 – 6°C; 3 обробленням 36 годин при температурі 2 – 6°C
Реалізація	Через мережу закладів ресторанного господарства; у роздрібній та оптовій торгівлі
Інструкція щодо етикетування	Спосіб застосування та гарантії безпеки

До біологічних ризиків (Б) належать забруднення мікроорганізмами від людей, тварин або обладнання, присутності спор бактерій та грибів. Хімічні ризики (Х) включають забруднення продуктів на виробництві мийними хімічними речовинами, мастильними матеріалами, солями важких металів, продуктами окислення ліпідів, токсичними продуктами життєдіяльності мікроорганізмів та ін. Основними фізичними ризиками (Ф) є шкідливі сторонні домішки.

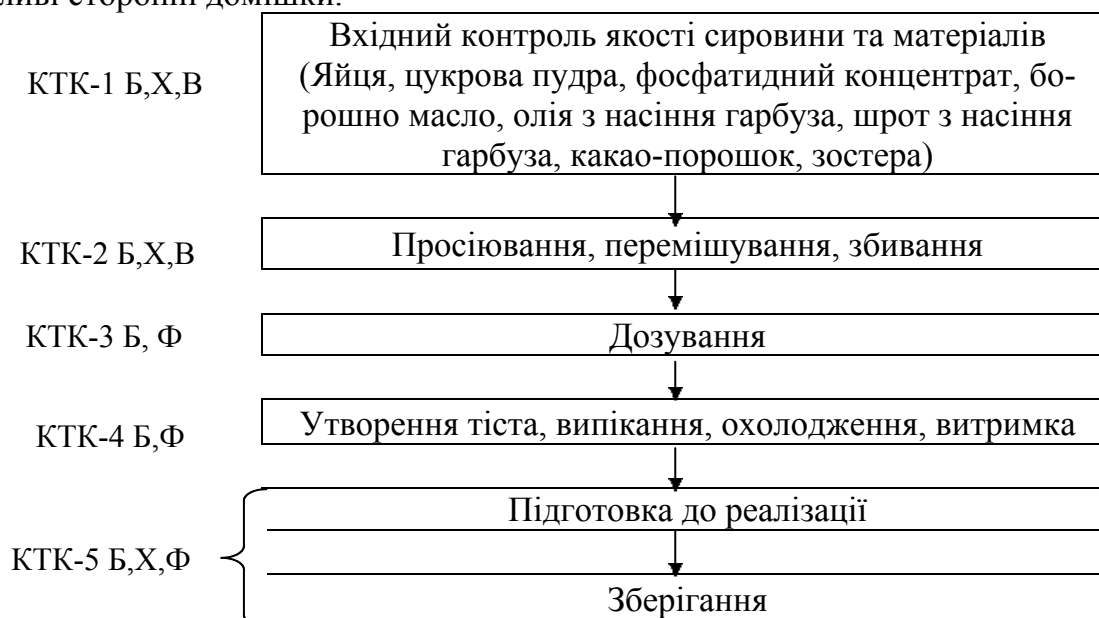


Рис. 2 Принципова блок-схема виробництва бісквітного напівфабрикату з додаванням дієтичних добавок із визначенням критичних точок контролю

КТК 1 Вихідний контроль якості сировини. Зазвичай якість сировини контролюється фірмою поставником і підтверджується сертифікатом відповідності, гігієнічними висновками або іншими нормативними документами (ДСТУ, ТУ). Підготовка сировини. Порухнення технологічного процесу на цій стадії може викликати фізичні, хімічні та біологічні забруднення.

КТК 2 Поєднання та перемішування компонентів (яйця, фосфатидний концентрат, масло, олія з насіння гарбуза, борошно, какао-порошок, зостера, шрот з насіння гарбуза) до отримання однорідної маси. Недотримання санітарних норм на цих стадіях сприяє забрудненню напівфабрикатів мікроорганізмами та сторонніми домішками.

КТК 3 Дозування. Забруднення біологічно та фізично небезпечними чинниками може мати місце за порушення санітарних правил та недбалого ведення технологічного процесу.



КТК 4 Утворення тіста, випікання, охолодження має вестися за визначених температурних і тривалих режимів з метою запобігання виникнення біологічних та фізичних ризиків.

КТК 5 Підготовка до реалізації та зберігання. За відсутності порушень за попередніми КТК на стадії зберігання у разі недотримання режимів зберігання може відбуватись накопичення ознак псування продукту.

Ідентифікація потенційних ризиків та граничних значень критичних точок контролю під час виробництва бісквітного напівфабрикату з додаванням дієтичних добавок наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 Ідентифікації ризиків і граничних значень критичних точок контролю під час виробництва бісквітного напівфабрикату з додаванням дієтичних добавок.

КТК	Небезпечні чинники			Технологічні параметри	Граничне значення КТК
	Б	Х	Ф		
1	Згідно з НД				
2	х		х	Температура збивання, °С Тривалість збивання, с.	$t = 8...10\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\tau = 20\text{ с}$
3	х		х	Маса виробу н/ф	
4	х		х	Температура, °С Тривалість, с. Температура, °С Тривалість, с. Температура, °С Тривалість, с.	Випікання: $t = 180...190\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\tau = 24...27 \cdot 10^2\text{ с}$ Охолодження: $t = 15...20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\tau = 6...9 \cdot 10^2\text{ с}$ Витримка: $t = 15...20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\tau = 28,8...36,6 \cdot 10^2\text{ с}$
5	х	х	х	Згідно з НД	

Моніторинг небезпечних чинників показує, що основні потенційні ризики, які з'являються в технології бісквітного напівфабрикату з додаванням дієтичних добавок, є біологічні та фізичні ризики, що можуть виникати за порушення санітарних правил та недбалого ведення технологічного процесу. Доцільним є розробка заходів, що дозволять уникнути виникнення цих ризиків у новій технології бісквітного напівфабрикату з додаванням зостери, шроту та олії з насіння гарбуза, фосфатидного концентрату.

Тому, визначення КТК процесу виробництва бісквітного випеченого напівфабрикату з додаванням дієтичних добавок спрямоване на вирішення проблем безпеки та надає інформацію про те, як найкраще контролювати небезпечні чинники у технологічному процесі. Виявлення та моніторинг критичних точок контролю у процесі виробництва бісквітного напівфабрикату з додаванням дієтичних добавок дозволяє більш ефективним та економічним засобом досягти забезпечення якості та безпеки, ніж традиційні засоби інспекції та випробувань готової продукції.

Перспективами подальших досліджень у цьому напрямку є розробка плану НАССР як системи запобіжних заходів забезпечення безпеки бісквітного напівфабрикату з додаванням дієтичних добавок (зостери, шроту та олії з насіння гарбуза, фосфатидного концентрату) в напрямку аналізу ризиків з урахуванням можливості знешкодження хронічних небажаних наслідків. Та цілеспрямоване використання принципів НАССР, що є

перспективним для упровадження заходів контролю з метою зниження можливості зараження кінцевих продуктів.

**Список літератури:** 1. Система НАССР: довідник / В.Н. Битков [та ін.]; відп. В.Н. Сухов. – Л.: НТЦ Леонорм – Стандарт, 2003. – 218с. 2. Про безпечність та якість харчових продуктів: закон України: [прийнятий Верховною радою 06 верес. 2005р. – № 2809 – 4]. 3. Система управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги ДСТУ 4161-2003: [від 01 лип. 2003р.]. 4. Пересічний М.І. Теоритичні та практичні передумови комплексної оцінки якості продукції громадського харчування // Вісн. Київ. держ. торг. – екон. ун-т. – К.: КДТЕУ, 1998. - №2. – С. 107 – 115. 5. Биологически активные вещества пищевых продуктов. – К.: Урожай, 1992. 6. Полная энциклопедия здорового питания / Сост. А. В. Маркова. – СПб. Сова; М.: ЭКСМО-Пресс, 2002. – 544с. 7. Смоляр В.И. Рациональное питание. – Киев: Наук. думка, 1991. – 368с. 8. Орлова Н.Я. Біохімія та фізіологія харчування. - К.:Київ. Нац.торг.-екон.ун-т, 2006.- с.248. 9. Щелкунов Л. Ф.Трофоекохологія: їжа, екологія, людина. Книга про харчування і можливості виживання в сучасному світі: Монографія. — Одеса: Астропринт, 2005. — 1064 с.- ISBN 966-8740-02-5. 10. Булдаков А. С. Пищевые добавки: Справочник. — С.-Пб.: "Ут", 1996. — 240 с. 11. Рисман М. Биологически активные пищевые добавки: неизвестное об известном: Пер. с англ. М. А. Новицкой, А. М. Славиной. — М.: Арт-Бизнес-Центр, 1998. — 489 с.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 621.91**

**О.В. ЧЕРНЯКОВА**, асп., УИПА, г. Харьков

**А.С. ГОРДЕЕВ**, докт. техн. наук, проф., УИПА, г. Харьков

## **К ВОПРОСУ О ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ ОСЕВЫМ РЕЖУЩИМ ИНСТРУМЕНТОМ**

Отримані залежності, що дозволяють забезпечити умови стійкості як шляхом зміни конструктивних параметрів, режимів різання, так і раціональній орієнтації коливальної системи.

Получены зависимости, позволяющие обеспечить условия устойчивости как путем изменения конструктивных параметров, режимов резания, так и рациональной ориентации колебательной системы.

**1. Актуальность темы.** Во всех областях машино- и приборостроения применяются детали, имеющие глубокие отверстия. Массовыми потребителями таких деталей являются общее и специальное машиностроение, судостроение, авиастроение, нефтяное и химическое машиностроение, приборостроение и др. Глубокое сверление является специфически технологической операцией, для проведения которой требуется создание специального инструмента, оснастки и оборудования. Однако форсирование режимов сверления и применение различных режущих инструментов заметно снизило надежность протекания процесса обработки из-за невысокой прочности режущего инструмента и большой его длины. Поэтому повышение режимов резания сделало необходимым проведение комплексного исследования процессов скоростного глубокого сверления. Поэтому целью развития машиностроения является улучшение качества изделия. Одним из направлений улучшения изделия является повышение точности обработки его поверхностей, которая влияет на функциональное качество изделия. Большое значение для производства имеет выявление возможностей и необходимых условий по уменьшению технологического наследования исходных погрешностей, поскольку они оказывают решающее влияние на точность и на последующую надежность работы деталей в узле машины.

**2. Цель статьи.** Целью данной статьи является повышение точности обработки поверхности осевым режущим инструментом. В данной работе будут рассмотрены основные параметры точности обрабатываемых поверхностей и примеры ее повышения.

**3. Анализ последних исследований.** В литературе по вопросу влияния физических явлений на процесс резания материалов при обработке глубоких отверстий издано не много работ комплексного характера, так как объем исследований, необходимый для изучения взаимосвязи и влияния всех явлений друг на друга очень велик. Поэтому среди большого объема научных изданий в основном работы посвящены либо отдельным явлениям, либо нескольким. Но все эти явления рассмотрены либо в процессе свободного резания, либо без связи с процессом обработки металлов резанием. То есть авторы этих исследовательских работ решали вопрос обработки глубоких отверстий в очень узких рамках, несмотря на разработанные многочисленные методики и способы изучения того или иного влияния физического явления. За последние 50 лет у нас и за рубежом, производительность глубокого сверления резко возросла благодаря применению: 1) оптимизации процессов резания; 2) применению новых режущих материалов (металлокерамических твердых сплавов и др.); 3) новых конструкций режущих инструментов; 4) тенденции по снижению веса машин (трубопроводы заменяются на отверстия глубокого сверления).

**4. Изложение основного материала.** Обработку отверстий можно выполнять различными способами. Но чаще всего ее выполняют с помощью мерных инструментов, так как этот способ обладает высокой производительностью и невысокими требованиями к точности станков. По способу взаимодействия с обработанной заготовкой мерные инструменты делятся:

- на режущие;
- на режуще-деформируемые;
- на деформирующие.

Основным отличием этого разделения является то, что обработка отверстий режущими инструментами происходит со стружкообразованием, а деформирующие – без снятия стружки.

Сверление является основным способом образования глухих и сквозных отверстий в сплошном металле, а также используются для расширения предварительно просверленных отверстий. Обработанные сверлением отверстия имеют параметр шероховатости  $R_a = 20...5$  мкм и точность, соответствующая 12-14 качеству. Причиной сравнительно не высокой точности просверленных отверстий является геометрия сверла, отклонение от соосности сверла со шпинделем станка, отклонение от симметричности заточенной режущей части сверла, малая жесткость сверла.

Точность обработки определяется шероховатостью поверхностей и отклонениями размера отверстий, формой отверстий и расположением осей (поверхностью отверстий).

Также на точность обработки отверстий влияют факторы, которые являются причинами возникновения дефектов:

- геометрия режущего инструмента;
- погрешность этапа установки и переустановки, вызывающая отклонение оси обработанного отверстия заготовки от заданного положения относительно принятой базы;
- пластическая деформация поверхностного слоя заготовки при образовании стружки, способствующая появлению шероховатости;
- направление и величина стружечных канавок, от которых зависит величина шероховатости поверхности полученного отверстия;
- попадание стружки в зону резания;
- биение отверстия, вызывающее уводи непрямолинейность оси;
- точность станка;

- частота собственных колебаний инструмента, которая способствует появлению огранки.

Качество полученной после обработки детали характеризуется точностью обработки. От того, насколько точно будет выдержан размер и форма детали при обработке, зависит правильность сопряжения деталей в изделии и, как следствие, надежность изделия в целом. Так как обеспечить абсолютное соответствие геометрических размеров детали после обработки требуемым значениям невозможно, вводят допуски на возможные отклонения. Допуски принимаются в зависимости от условий работы детали в изделии. Допуск на погрешность обработки позволяет выполнять размеры сопрягаемых деталей в заранее установленных пределах. Погрешность обработки - это отклонение полученного размера детали от заданного.

Погрешность обработки является результатом смещения одного или нескольких элементов технологической системы под влиянием тех или иных факторов. Технологическую систему характеризуют следующие основные погрешности:

- установки заготовок в приспособлении с учетом колебания размеров баз, контактных деформаций установочных баз заготовки и приспособления, точности изготовления и износа приспособления;

- колебания упругих деформаций технологической системы под влиянием нестабильных нагрузок, действующих в системе переменной жесткости;

- наладки технологической системы на выдерживаемый размер;

- износа режущего инструмента;

- износа станка;

- колебания упругих объемных и контактных деформаций элементов технологической системы вследствие их нагрева при резании, трения подвижных элементов системы, изменения температуры в цехе.

Погрешности измерения обычно рассматриваются в составе погрешностей наладки, однако, при значительном их влиянии на общую погрешность данные погрешности можно рассматривать отдельно. Погрешность - является одной из основных величин, составляющих общую погрешность детали, Она определяется суммой погрешностей базирования и закрепления.

Погрешность - возникает в результате смещения элементов технологической системы под действием сил резания и является результатом упругих деформаций заготовок, резца, инструмента, изменения величины стыковых зазоров, положения режущей кромки инструмента относительно детали. В процессе изготовления деталей машин качество их изготовления зависит от технологических факторов, в большей или меньшей степени влияющих на точность обработки. Часть из этих факторов является причиной систематических погрешностей, которые носят постоянный или переменный характер. Другая часть факторов, влияющих на точность обработки, является причиной случайных погрешностей, приводящих к рассеянию размеров деталей в пределах поля допуска. Случайные погрешности возникают вследствие колебания величин припусков в различных деталях, различных параметров.

При механической обработке заготовок на настроенных станках, точность получаемых размеров одновременно зависит, во-первых, от близких по величине и независимых друг от друга случайных причин, во-вторых, от систематических погрешностей возникающих со временем вследствие равномерного износа режущего инструмента. Композиция законов Гаусса и равной вероятности создает кривые распределения различной формы, зависящей от степени воздействия на конечное распределение каждого из составляющих законов. Для расчетов точности обработки заготовок при подобной композиции законов распределения удобно пользоваться функцией распределения  $a(t)$ . Эта функ-

ция формируется законом Гаусса, зависящим от точности вида обработки и технологической системы, и законом равной вероятности на величину поля рассеяния, которого оказывает влияние скорость и продолжительность процесса. Таким образом, функция  $a_{(t)}$  отражает не только точность, но и продолжительность процесса обработки. Изложенные законы распределения размеров используются для установления надежности проектируемого технологического процесса в обеспечение обработки заготовок без брака, и определения количества вероятного брака при обработке, расчета настройки станков, сопоставления точности обработки заготовок при различном состоянии оборудования, инструмента, СОЖ, и т. д.

Изучение состояния эксплуатации спиральных сверл в промышленности показало, что сверление точных отверстий составляет до 50% всех сверлильных работ. Повышение точностных возможностей сверл достигается путем оптимизации геометрических и конструктивных параметров, использованием специальных форм заточек. Обработка отверстий на станках с числовым программным управлением (ЧПУ) без кондукторных втулок, с автоматическим позиционированием рабочих органов предъявляет к сверлам для этих станков дополнительные требования, связанные с повышением точности сверления и в частности, с точными координатами. Точность расположения на станках с ЧПУ обычно, обеспечивается путем предварительного центрирования отверстий с последующим сверлением. Однако недостатком этого метода является удлинение технологического цикла обработки и использование дополнительных позиций в инструментальных магазинах станков. В настоящее время используются методы заточки сверл, улучшающие центрирование их при врезании, уменьшающие величину начального смещения и позволяющие при обработке отверстий с точными координатами отказаться в ряде случаев от предварительного центрирования отверстий. Точное центрирование сверл при врезании обеспечивается путем образования выпуклой вдоль оси сверла поперечной режущей кромки с уменьшением величин отрицательных передних углов [1, с.39]. К «центрирующим» методам заточки сверла задним поверхностям относят: винтовой, конический, комбинированный, и по двум плоскостям. Заточка сверл по первым трем методам, производится на специальных станках. Заточка по двум плоскостям производится на обычных станках для заточки сверл и на универсальных заточных станках. Для обработки отверстий с точностью расположения оси в пределах до 0,05мм целесообразно применять сверла с «центрирующими» задними поверхностями и предварительным центрированием отверстий. Для обеспечения точности обработки отверстий в пределах 0,05...0,12мм сверла не должны иметь радиального биения более 0,05мм и смещения поперечной кромки более 0,04мм. Цилиндрические хвостовики сверл не должны иметь обратной конусности, поскольку ее наличие приводит к увеличению на 30-50% рассеяния величин начального смещения оси отверстий [1, с.40]. По результатам проведения работы по оптимизации конструктивных и геометрических параметров ряда специальных сверл разработана усовершенствованная конструкция сверла. Большое внимание уделено созданию условий отвода стружки из зоны резания и повышению жесткости сверл. Отличительными особенностями ее является повышенная жесткость за счет увеличения сердцевины от 0,145 до 0,4 диаметра сверла, двойная заточка с двойными углами в плане 130° и 70°, а также крестообразная подточка сердцевины.

Большая работа проведена по оптимизации конструкций мелкогабаритных сверл. Для повышения точности сверления глубоких отверстий и уменьшения числа операций в технологическом процессе обработки на базе четырехленточных сверл разработаны сверла повышенной жесткости. Сверла повышенной жесткости отличаются от обычных сверл наличием четырех направляющих ленточек и утолщенной сердцевиной в 1,5-2 раза. Высокая жесткость сверла и хорошее направление его значительно уменьшают от-

клонение от прямолинейности оси отверстия. Большое значение это имеет для обработки отверстий высокой точности диаметром менее 5мм, так как в этом случае сверление является единственной технологической операцией. Последующее развертывание не может исправить отклонение от прямолинейности оси отверстия, повышается лишь точность размера отверстия. При изготовлении четырехленточных сверл повышенной жесткости особо оговариваются требования, от которого зависит точность обработки глубокого отверстия. Осевое биение режущих кромок в периферийной точке должно быть не более 0,002...0,005мм, а разница в длине режущих кромок не должна превышать 0,01мм. Эти требования выполняются при заточке и доводке сверл в специальном приспособлении с обеспечением параметра шероховатости затачиваемых поверхностей до  $R_a = 0,16...0,32 \text{ мкм}$  [1, с.41]. Увеличение числа направляющих ленточек улучшает направление сверла в кондукторной втулке, однако зазор между сверлом и кондукторной втулкой в значительной мере зависит от допуска на диаметр сверла и от величины обратной конусности рабочей части сверла. Зазор будет увеличиваться по мере уменьшения длины рабочей части сверла при его переточках. Улучшение направления сверл в кондукторных втулках достигается выполнением у них обособленных направляющих ленточек. У таких сверл выполняется две пары ленточек – по две на каждой из стружечных канавок. В отличие от сверл с четырьмя одинаковыми по размерам и геометрии направляющими ленточками, в этом случае вторая пара ленточек имеет большой диаметр по сравнению с диаметром режущей части сверла. Целесообразность этой конструкции сверла заключается в том, что между двумя парами ленточек разграничиваются функции. Первая пара ленточек выполняет функции только вспомогательных задних поверхностей, а вторая пара обособленных ленточек служит только для направления сверла в кондукторной втулке. Поэтому размеры и геометрия каждой пары ленточек задаются с расчетом на наилучшее выполнение функций, для которых каждая из них предназначена. Диаметр обособленных направляющих ленточек выполняется с допуском  $g6$ . Конусность и эллиптичность должны находиться в пределах допуска на изготовление. Ширина обособленных направляющих ленточек в кондукторной втулке выполняется не менее половины ширины пера сверла. Разность диаметров по обеим ленточкам принимается от 1,0 до нескольких миллиметров. Минимальная величина разности диаметров выполняется у сверл только для сверления отверстий, а максимальная у сверл для одновременного сверления и снятия фаски.

Точность обработки отверстий сверлами с обособленными направляющими ленточками в значительной степени зависит от величины отклонения, от соосности шпинделя станка и кондукторной втулки. Более высокая точность сверления по сравнению со стандартными сверлами обеспечивается при отклонении от соосности шпинделя станка и кондукторной втулки не более 0,15мм. При большом отклонении от соосности это преимущество исчезает, а при отклонении свыше 0,5мм сверла с обособленными направляющими ленточками разбивают отверстие даже больше, чем стандартные сверла.

**Вывод.** Проблема повышения точности обработки деталей решается в трех направлениях: улучшение качества системы СПИД; устранение факторов, порождающих погрешность обработки; управление процессом обработки. При обработке отверстий концевые инструменты являются наименее жестким звеном в системе СПИД. В связи с этим улучшение качества технологической системы достигается, в основном, путем повышения жесткости, виброустойчивости, износостойкости и оптимизации геометрических параметров инструмента. Проблема управления точностью обработки отверстий мерными концевыми инструментами требует решения широкого круга вопросов, начиная с исследования закономерностей образования погрешностей обработки, математического описания процесса образования обработанной поверхности и ее погрешностей в зависимости

от условий обработки, разработки способов и средств управления, и заканчивая широким внедрением в промышленность. Технологическая задача повышения точности и производительности обработки отверстий мерными концевыми инструментами сведена к задаче оптимального управления, решаемой на основе использования принципа максимума путем оптимизации конструктивных параметров, ориентации колебательной системы инструмента и режимов резания. Существенным препятствием на пути повышения производительности и точности обработки отверстий концевыми инструментами, является потеря ими устойчивости движения или возникновение вибраций. Представление концевых инструментов в виде колебательной системы с двумя степенями свободы и использование теории координатной связи позволило решить задачу устранения их автоколебаний. Полученные зависимости позволяют обеспечить условия устойчивости как путем изменения конструктивных параметров, режимов резания, так и рациональной ориентации колебательной системы.

**Список литературы:** 1. Холмогорцев Ю.П. Оптимизация процессов обработки отверстий. - М.: Машиностроение, 1984. – 184с. 2. Кирсанов С.В., Гречишников В.А., Схиртладзе А.Г., Кокарев В.И. Инструменты для обработки точных отверстий. – М.: Машиностроение, 2003, - 330с. 3. Лакирев С.Г. Обработка отверстий. – М.: Машиностроение, 1984, - 208с. 4. Уткин Н.Ф. Обработка глубоких отверстий. – Л.: Машиностроение, 1988, - 268с. 5. Дечко Э.М. Сверление глубоких отверстий в сталях. – Минск.: Высшая школа, 1979. – 231с.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 159.9:62**

**В. Г. ИВАНОВ**, канд. техн. наук, проф., УИПА, г. Харьков

**С. В. ИВАНОВ**, канд. техн. наук, доц., УИПА, г. Харьков

**И. А. ФИЛЕНКО**, канд. психол. наук, доц., УИПА, г. Харьков

### **УПРАВЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ СОСТОЯНИЕМ СУБЪЕКТА ТРУДА КАК ОСНОВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

У роботі розглядаються функціональні стани суб'єкта праці, як чинник забезпечення безпеки професійної діяльності. Сформульовані принципи управління функціональними станами працівників, що виконують діяльність в несприятливих, особливих або екстремальних умовах. Обговорюються методи діагностики і регуляції несприятливих функціональних станів. Запропонована концепція створення центрів нормалізації функціональних станів.

В работе рассматриваются функциональные состояния субъекта труда, как фактор обеспечения безопасности профессиональной деятельности. Сформулированы принципы управления функциональными состояниями работников, выполняющих деятельность в неблагоприятных, особых или экстремальных условиях. Обсуждаются методы диагностики и регуляции неблагоприятных функциональных состояний. Предложена концепция создания центров нормализации функциональных состояний.

Многие сферы профессиональной деятельности в наше время характеризуются усилением интенсивности и напряженности труда, возникновением факторов информационной неопределенности, наличием жестких временных лимитов выполнения производственных задач, сложной и динамичной структурой деятельности, высокой ценой ошибок, возникающих в ходе принятия решений. Причем эти особенности относятся не только к оперативному персоналу, управляющему сложными эргатическими системами, но и ко многим другим категориям работников – руководителям предприятий, фирм, учре-

ждений, сотрудникам МВД и МЧС, банковским служащим, медицинским работникам и др.

Как результат, у многих профессионалов под воздействием неблагоприятных, экстремальных или особых условий деятельности формируются деструктивные функциональные состояния – нервно-эмоциональной напряженности, утомления, переутомления, стресса и др. [1,4,5]. Данные состояния не только неблагоприятно воздействуют на личность работника, но и снижают уровень его надежности, что ведет к снижению безопасности деятельности. Если компенсация указанных состояний своевременно не происходит, то формируются долговременные патологические синдромы – посттравматические стрессовые расстройства, синдром выгорания, хроническое утомление и др. Данные синдромы могут вести к полной дезорганизации профессиональной деятельности, возникновению различных заболеваний. В связи с этим проблема компенсации воздействия неблагоприятных функциональных состояний важна и для поддержания высокого уровня профессионального здоровья (профессионального долголетия), и для обеспечения требуемых уровней безопасности трудовых процессов.

Решение данной проблемы связано с обеспечением психофизиологического и эргономического сопровождения профессиональной деятельности, в ходе которого осуществляется анализ ее особенностей, определяются вредные и опасные факторы, воздействующие на субъект труда, анализируются особенности возникающих неблагоприятных функциональных состояний, разрабатываются мероприятия по их компенсации, реализуются программы по укреплению профессионального здоровья и безопасности.

Проведенные нами исследования позволили выявить особенности формирования функциональных состояний в ходе деятельности различных профессиональных групп (машинистов метрополитена, операторов ТЭС, операторов АТС, диспетчеров сложных технических систем и др.) [5]. Были разработаны эффективные диагностические комплексы, включающие психологические и психофизиологические методики, а также предложены мероприятия по реабилитации работников, которые могут реализоваться на базе центров нормализации функциональных состояний (ЦНФС) [3,5]. Основная деятельность ЦНФС направлена на детальную диагностику функционального состояния человека, а также на коррекцию неблагоприятных психофизиологических изменений путем использования многостороннего воздействия, основанного на применении различных целебных методов [3,7].

Основные методы диагностики функционального состояния, используемых в ЦНФС, включают в себя:

1. диагностику физического развития (определение количественной меры риска появления наиболее распространенных общепатологических синдромов; антропометрические обследования; оценка резерва адаптации основных функциональных систем и всего организма и др.);

2. диагностику сердечно-сосудистой и респираторной систем (что позволяет исследовать индивидуальные свойства и адаптивные возможности соответствующих систем в фоновом состоянии и в моделях психоэмоциональной и физической нагрузки);

3. диагностику опорно-двигательной системы (для определения ее индивидуальных свойств и для прогноза состояния опорно-двигательной системы при физически сложной координированной деятельности).

4. исследование состояния сенсорных систем (что позволяет выявить дисфункции в деятельности основных сенсорных систем; провести тонкие исследования индивидуальных особенностей восприятия световых и звуковых сигналов);

5. исследования с помощью методов рефлексодиагностики (методики Й. Накатани, Р. Фолля [2], позволяющие выявить предрасположенность к развитию определенных па-



тологических состояний; исследовать динамику развития утомления, эмоциональной напряженности, стресса в процессе трудовой деятельности; определить реакцию организма на воздействие экзогенных факторов различной природы);

6. диагностика психического состояния (проводится с целью определения таких психических характеристик личности, как объем памяти, уровень внимания, быстрота реакции, точность выполнения определенных операций и др.);

7. диагностика энергетической конституции (проводится для определения индивидуального биоэнергетического профиля, а также для выявления индивидуальных биоритмологических характеристик личности).

В соответствии с требованиями системного подхода, реабилитация работников должна базироваться на следующих основных принципах:

- многоуровневая реабилитация, то есть ее реализация осуществляется на всех уровнях обеспечения профессиональной деятельности;
- дифференцированная реабилитация, зависящая от конкретных условий профессиональной деятельности и механизмов реабилитационных воздействий;
- индивидуальная реабилитация осуществляется с учетом наличия или формирования положительной мотивации;
- доступная реабилитация позволяет применять серийную, недорогую и надежную аппаратуру или методы, освоение которых соответствует определенному уровню реабилитации;
- безвредная реабилитация предусматривает необходимость исключения лиц, имеющих повышенную чувствительность к определенному методу, разработку высокоэффективных мер безопасности реабилитационного воздействия;
- адекватная реабилитация заключается в соблюдении патогенетического принципа выбора методов специфической и неспецифической реабилитации.

Существующие методы регуляции функционального состояния схематично можно разделить на две большие группы: это методы, основанные на замкнутых оперативных связях (оперативное управление), и методы, обусловленные заранее запланированными управляющими воздействиями (программное управление). Четыре группы, включающие данные методы представлены на рисунке.

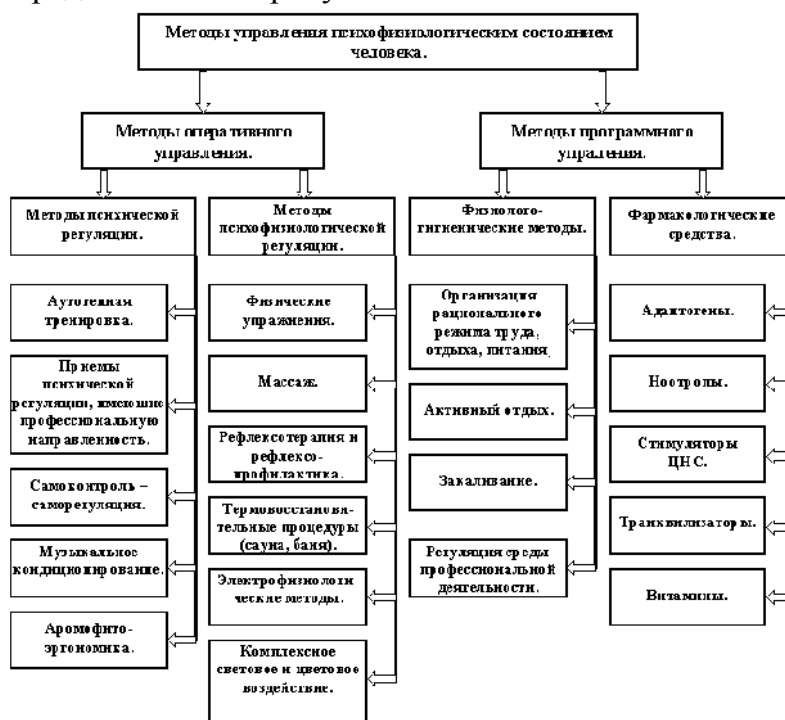


Рис. Основные группы методов управления функциональным состоянием человека

Это группа методических приемов психической регуляции, методические приемы психофизиологической регуляции, методы физиолого-гигиенической регуляции и фармакологические средства.

В ЦНФС наиболее эффективно применение следующих методов нормализации функционального состояния.

1. Рефлексопрофилактика – это применение методов рефлексотерапии у здорового человека для повышения его защитно-приспособительных механизмов.

Основные области применения рефлексопрофилактики это:

1.1. Рефлексопрофилактика профессионального стресса путем повышения адаптационных возможностей организма. Оптимальным решением профилактики профессионального стресса является возможность сочетания повышения общей адаптации с воздействием на те органы, системы и функции организма, которые испытывают наибольшую нагрузку под влиянием неблагоприятных факторов внешней среды. Такими возможностями обладает рефлексопрофилактика.

1.2. Рефлексопрофилактика, реабилитация утомления и оптимизация работоспособности. Рефлексопрофилактика может использоваться как самостоятельный метод, так и в комплексе с другими методами и средствами снятия утомления. Путем адекватного выбора активных точек удастся регулировать кровообращение в конечностях и других частях тела, улучшать обменные процессы между кровью и тканями. Оптимизация работоспособности осуществляется не только за счет улучшения кровообращения, и, в частности мозгового кровообращения, но и вследствие изменения обмена ряда медиаторов центральной нервной системы, непосредственно участвующих в обеспечении психической деятельности.

Проведенные исследования показали, что методы рефлексопрофилактики с успехом могут использоваться для оптимизации работоспособности лиц операторских профессий, моряков и т. д. Так, по данным американских ученых, приемы точечного массажа в полетах позволяли снять явление утомления, головной боли и других нежелательных состояний, а в комплексе с аутогенным расслаблением в течение 20 минут они могли вполне заменить 4-6 часовый сон.

1.3. Рефлексотерапия, реабилитация и профилактика заболеваний и травм. Это направление базируется на выраженном обезболивающем, антистрессовом и общеукрепляющем эффектах в результате воздействия на активные точки кожи.

В условиях современного производства снижается двигательная активность человека и возрастает нервно-психический компонент трудовой деятельности. В этих условиях методы рефлексопрофилактики могут рассматриваться как фактор, уменьшающий риск возникновения различных функциональных заболеваний и расстройств.

По сравнению с другими восстановительными средствами метод рефлексопрофилактики отличает физиологичность, экономичность, минимальное число противопоказаний и малая вероятность побочных эффектов. Подбор точек для воздействия проводится для каждого человека индивидуально после проведения соответствующей диагностики.

2. Массаж (классический, зональный и др.) – это совокупность приемов, посредством которых массирующий оказывает непосредственное и рефлекторное воздействие на ткани и органы. Действуя через кожу на рецепторные системы, массаж тонизирует центральную нервную систему, уменьшает возбудимость периферических нервов, усиливает лимфо- и кровообращение, благодаря чему улучшаются условия питания мышечной ткани и быстрее удаляются продукты обмена. Под влиянием массажа повышается обмен веществ, уменьшаются жировые отложения, более эластичной становится кожа, исчезает болезненность в мышцах. [61]

3. Оздоровительная гимнастика. Среди других методов восстановления организма в процессе трудовой деятельности особая роль принадлежит физической культуре, которая является средством, позволяющим: устранять неблагоприятные влияния профессиональных вредностей; совершенствовать физические качества и двигательные навыки, необходимых в конкретной производственной деятельности; предупреждать развитие утомления, эмоциональной напряженности, стресса. Во время выполнения физических упражнений глубокой перестройке подвергаются функции различных областей центральной нервной и эндокринной систем. Этим обусловлено совершенствование работы внутренних органов и характера регуляции обменных процессов в организме человека., повышение устойчивости к влиянию ряда внешних и внутренних неблагоприятных факторов. В настоящее время разработаны комплексы упражнений, предназначенные для определенных профессиональных групп (рабочих горнорудной и угольной промышленности; лиц, работающих с виброинструментами и агрегатами; работников цехов с повышенной температурой и загазованностью; операторов различного профиля; работников умственного труда и др.), и направленно совершенствующие определенные функции организма человека.

4. Восстановительная гимнастика, выполняемая в процессе, либо после работы, представляет собой комплекс упражнений, подобранных с учетом особенностей профессиональной деятельности. Обычно она начинается с ритмичных дыхательных упражнений, выполняемых в течении 5-15 минут, после чего переходят к выполнению гимнастического комплекса, который обычно состоит из коррегирующих, общеразвивающих, дыхательных упражнений и упражнений на расслабление. Обычно комплекс восстановительной гимнастики включает в себя 8-14 простых упражнений, не требующих значительного перенапряжения при их выполнении.

5. Биологически активные добавки (БАД) - это концентраты натуральных или идентичных натуральным биологически активных веществ (включая незаменимые пищевые вещества) для непосредственного приема или в составе пищевых продуктов. БАД получают из растительного, животного или минерального сырья, а также химическими или биологическими способами.

6. Психическая саморегуляция. Психическую саморегуляцию часто связывают с аутогенной тренировкой, предложенной австрийским психиатром И.Г. Шульцем в 1932 г. Чаще всего аутогенной тренировкой занимаются люди, чья профессиональная деятельность связана с нервно-эмоциональным напряжением, высокой ответственностью и воздействием экстремальных факторов труда и обитания (водолазы, парашютисты, летчики, космонавты, операторы, водители электро- и тепловозов, работники ответственных государственных учреждений и др.), поскольку АТ позволяет человеку в максимально короткие сроки (15-20 минут) хорошо отдохнуть, улучшить работоспособность и производительность умственного труда, сосредоточить внимание на нужном деле. В первую очередь метод АТ рекомендован категории работников, относящихся к неуравновешенным людям, склонным к повышенному возбуждению или апатии, эмоционально неустойчивым. По данным белорусских психотерапевтов, применение АТ улучшало точностные показатели работы у 83,3%, показатель производительности труда – у 91,7%, а объем кратковременной памяти у 67% испытуемых. Производительность труда после АТ возрастала в среднем на 14%. Проведенные нами исследования в процессе профессиональной подготовке студентов показали, что обучение приемам АТ позволяет улучшить показатели функционального состояния физиологических подсистем организма испытуемых, а также показатели психологических тестов [6], что свидетельствовало о росте их адаптационных возможностей..

7. Офтальмохроморелаксация. Известно, что процессы, протекающие в головном мозге человека характеризуются определенной ритмичностью. В частности, основные ритмы электроэнцефалограммы (ЭЭГ): тета-ритм – с частотой 4-7 Гц, дельта-ритм – с частотой 1,5-3 Гц, альфа-ритм – с частотой 8-12 Гц, бета 1-ритм – с частотой 13-20 Гц и бета 2-ритм - с частотой 21-30 Гц. Воздействуя на эти ритмы, меняя их частоту с помощью внешних ритмозадающих факторов, можно управлять функциональным состоянием человека. Этот принцип использует метод офтальмохроморелаксации. Офтальмохроморелаксация проводится с помощью специальных релаксационных очков, в которых осуществляется импульсная подсветка в диапазоне красного цвета видимого спектра. При таком воздействии на зрительный анализатор возникают очаги возбуждения в зрительных отделах коры головного мозга в виде тета – и альфа-волн. При этом усиливается восстановительный эффект функционального состояния человека.

8. Функциональная музыка и цветомузыка. Музыка определяет не только психические процессы – эмоции, чувства, настроение. Поступая через слуховой анализатор в кору головного мозга, она распространяется на подкорковые центры, спинной мозг и дальше - на эндокринную и вегетативную нервную системы. Музыка передает энергетику какого-либо явления, его алгоритм, суть. Правильно подобранная музыка оказывает ожидаемое воздействие на человека независимо от его возраста, образования, познаний музыки.

Положительное влияние музыкальных передач на процесс деятельности связывается с увеличением производительности труда, повышением скорости и координированности трудовых операций, формированием положительного эмоционального фона труда. Оптимальная длительность музыкальных передач в учреждении должна составлять 10-15 минут, а продолжительность отдельного музыкального произведения 3-4 минуты.

Музыка может использоваться не только для создания оптимального самочувствия непосредственно на рабочем месте в процессе деятельности, но и для сеансов психофизиологической коррекции утомления и оптимизации работоспособности, которые проводятся в специально оборудованном помещении. Такие сеансы включают музыкальную программу, цветоцветовые эффекты, изображения живописных видов природы, словесные формулы внушения, и некоторые физические упражнения.

Практическая реализации апробированных нами методов диагностики (рефлексо-диагностика, функциональная диагностика, применение психологических тестов, специальных разработанных диагностических компьютерных программ) и коррекции функциональных состояний на базе ЦНФС (методами рефлексопрофилактики, аудиального воздействия, массажа, психотерапевтических процедур, аутогенной тренировки и др.) позволит не только существенно повысить уровень профессионального здоровья различных профессиональных групп, но и обеспечить требуемые критерии безопасности для различных профессий.

Выше рассмотрены далеко не все аспекты диагностики и коррекции функционального состояния человека в ЦНФС. Необходимо отметить, что в ЦНФС могут применяться и не рассмотренные нами методы: биорезонансная коррекция, нейролингвистическое программирование, поведенческая коррекция, использование фармацевтических препаратов, оксигаротерапия, процедуры в соляриях и фотариях (кабинах для приема дозированного солнечного и ультрафиолетового облучения) и др.

Исследование, разработка и создание ЦНФС в настоящее время является не только прикладным, но и научным направлением, поскольку современные методы диагностики и регуляции функционального состояния человека опираются в своей основе на тщательно проведенные научные исследования. Многие задачи еще ждут своего решения. К ним относятся:

1. Разработка систем рефлексодиагностики, в основу которых положены новые принципы и методики (измерение температуры, потенциала, емкости, электромагнитного и акустического излучения в БАТ; многоканальные измерения и др.);
2. Создание современных экспертных систем диагностики функционального состояния, использующих новые принципы представления информации (теория нечетких множеств, нейронные сети, графы и др.);
3. Разработка многофункциональной аппаратуры, сочетающей в себе различные взаимосовместимые диагностические и терапевтические каналы, обладающей высокой степенью безопасности и имеющей удобное эргономическое обеспечение;
4. Исследование факторов среды обитания в ЦНФС – прежде всего: гидротермических, аэрационных, аудиовизуальных, фитоэргономических и др.;
5. Разработка комплексных методов регуляции функционального состояния человека, основанных на одновременном воздействии нескольких целебных факторов на организм ;
6. Создание биорезонансных систем регуляции состояния человека, способных направленно воздействовать на биоритмологический профиль функциональных процессов, протекающих в организме;
7. Разработка методов биологической обратной связи, позволяющих самому человеку регулировать характер и амплитуду терапевтического воздействия.

Здесь приведен далеко не полный перечень задач, которые нуждаются в скорейшем решении. Их реализация позволит создать мощные, высокоэффективные Центры, которые на практике смогут решать вопросы безопасности жизнедеятельности рядового человека и на производстве, и в быту, повышая его адаптационные возможности, обеспечивая ему дополнительную защиту от утомления, эмоциональной напряженности, стрессов, хронических заболеваний. Именно этот путь – ориентированный, прежде всего, на благополучие человека-субъекта труда - позволит снизить уровни рисков в профессиональной деятельности, обеспечить ее безопасность, повысить качество жизни и здоровья населения Украины.

**Список литературы:** 1. Бодров В.А. Теоретико-методологические подходы к изучению профессионального стресса// Актуальные проблемы психологии труда, инженерной психологии и эргономики. – М.: Институт психологии РАН, 2009. – 615 с., С.38-60 2. Иванов В.Г., Панков Е.Я. и др. Приборная реализация методов рефлексодиагностики и терапии (Накатами и Фолль). - Харьков: Новатор, 1994.-189с. 3. Иванов В.Г., Тулупов С.Д. и др. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие./ Под общей редакцией проф. В.Г. Иванова. – Харьков: Б.И., 2003. – 402 с. 4. Медведев В.И., Алдашева А.А. Усталость как психическое состояние// Проблемы фундаментальной и прикладной психологии профессиональной деятельности. – М.: Институт психологии РАН, 2008. – 589 с., С.85-112 5. Філенко І.О. Функціональні стани та визначення успішності діяльності професійних груп. // Вісник Академії цивільного захисту України. Психологія діяльності в особливих умовах. Випуск 1. - Харків: АЦЗУ, 2005. - С.101-106. 6. Філенко І.А. Применение аутогенной тренировки с целью повышения уровня адаптации студентов – будущих специалистов в области менеджмента // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту // Зб.наук.праць за редакцією проф. Єрмакова С.С. - Харків: ХДАДМ (ХХІІІ), 2007. - №1. - С.144-148. 7. Хромов Л.Н. Создание центров реабилитации в сельском хозяйстве. - М.: Просвещение, 1989. - 180 с.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 658.012.7**

**М.А. ЧЕРНЕЧА**, Відділ якості освіти, Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, м. Київ

## **ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ СТАНДАРТІВ ISO СЕРІЇ 9000 ТА ПРОБЛЕМИ, ЩО ВИНИКАЮТЬ ПРИ СЕРТИФІКАЦІЇ СИСТЕМ ЯКОСТІ**

В статті висвітлені проблеми, що виникають при сертифікації систем якості. Тому як, сьогодні у світі понад триста тисяч підприємств сертифікували свої системи якості за стандартами ISO серії 9000. В Україні їх не багато, але їх число прогресивно збільшується. Ці стандарти стали найбільш популярними в історії ISO через значну рекламну перевагу, та практичні аспекти впровадження.

В статті показані проблеми, що виникають при сертифікації систем якості. Потому як, сьогодні в мирі більше тріхсот тисяч підприємств сертифікували свої системи якості за стандартами ISO серії 9000. В Україні їх не багато, але їх число прогресивно збільшується. Ці стандарти стали найбільш популярними в історії ISO через значне рекламне перевагу, та практичні аспекти впровадження.

**Актуальність теми.** Останнім часом в українській пресі впровадження та сертифікація системи менеджменту якості розглядається як панацея від усіх проблем. Насправді сертифікація системи якості на відповідність стандартам ISO серії 9000 свідчить лише про відповідність мінімальним вимогам, на підставі яких споживач оцінює можливість укладання з організацією партнерських відносин, і не більше. Практика показує, що для успішної діяльності однієї лише системи якості недостатньо.

Сертифікація системи якості є добровільною процедурою, що підтверджує її відповідність тим або іншим стандартам. Однак ступінь довіри до системи залежить не стільки від посилання на її відповідність стандартам ISO 9000, скільки від компетентності, об'єктивності та авторитету органу, що проводив сертифікацію системи.

**Виклад основного матеріалу.** Відповідно до положень стандартів ISO система якості повинна бути ретельно документована. Документація робить систему "видимою" не тільки для її розробників, але і для користувачів і перевіряючих. Довести відповідність системи якості встановленим вимогам можна тільки тоді, коли система представлена у документованій вигляді.

В іншому випадку можна стверджувати, що система якості відсутня, як це впливає з поширеного афоризму: "Ні документації - ні системи". Відповідна документація системи якості необхідна для вирішення таких найважливіших завдань: - досягнення необхідної якості; - оцінка системи якості; - поліпшення якості; - підтримка поліпшень.

Під документуванням системи якості розуміється обґрунтування і розробка документів системи якості.

**Мета** документування системи якості полягає у створенні організаційно-методичної та нормативної основи для формування та функціонування системи якості, що відповідає рекомендаціям і вимогам стандартів сімейства ISO 9000.

Основні завдання документації системи якості наведені на рис. 1. Документація системи якості - комплект документів, необхідних для належного функціонування системи якості та забезпечення якості продукції. Документом системи якості вважається будь-який матеріальний носій в системі якості, що містить інформацію і реквізити, що дозволяють ідентифікувати дану інформацію.



Рис. 1 – Документація системи якості

Документація системи якості повинна відповідати цілому ряду вимог, основні з них наведено на рис. 2. Недотримання будь-якого з розглянутих вимог робить документацію системи якості неповноцінною, зменшує її ефективність.



Рис. 2 - Основні вимоги, пропоновані до документації системи якості

Також при сертифікації системи якості на відповідність стандартам ІСО серії 9000 часто виникають наступні проблеми:

1. Недостатньо регламентовані (або регламентація повністю відсутня) процеси управління організацією і якістю продукції (наприклад, документи, що регламентують процедури системи якості, відсутні, неповні або викладені формально).
2. Відсутні регламентовані процедури виконання робіт (наприклад, написано, що робити, але не вказано, як це робити).
3. Розробка Інструкції по якості була проведена без урахування що пред'являються до цього документа вимог (наприклад, Керівництво за якістю не відображає організаційну структуру або не має посилань на інші документи системи якості).
4. Документи системи якості недостатні для здійснення управління якістю або відсутнє їхнє взаємозв'язки між собою і з Настановою з якості.
5. Система якості не охоплює всі необхідні вимоги ІСО 9000.

Причиною перерахованих проблем може бути те, що система якості створювалася фахівцями, які не володіють достатньою мірою технікою застосування ІСО 9000. Ці проблеми можуть бути попереджені за рахунок запрошення зовнішніх висококваліфікованих консультантів та пояснення значимості навчання менеджерів і персоналу техніці реалізації ІСО 9000.

Створення системи якості, навіть при роботі навченого персоналу, має контролюватися досвідченим консультантом на основних етапах робіт (розробка та впровадження документації, проведення перших внутрішніх перевірок системи якості, підготовка до сертифікації і т.д.).

6. Керівники та працівники організації не орієнтуються в чинній документації, не можуть продемонструвати її робочий стан, а реально виконуються операції не відповідають вимогам документів системи якості.

Причиною цього може бути те, що документи системи якості були розроблені у відриві від реальних умов роботи (тобто розробка документації та її впровадження здійснювалися спеціально виділеною групою фахівців або зовнішніми консультантами, не знайомими з специфікою діяльності організації, або документація системи якості була списана у інших організацій).

Іншою причиною цього може бути наявність великої кількості документів, що дублюють один одного. Створення зайво громіздких, занадто докладних документів системи якості формально відповідає вимогам ISO 9000, але є неефективним.

7. Керівники або працівники підприємства не відстежують всього обсягу звітних документів, не можуть керувати ними, не повністю заповнюють бланки документів.

Причиною цього може бути те, що існує зайва деталізація в документах системи якості, що робить їх застосування незручним, а бланки для заповнення містять багато пунктів, які не мають реальної цінності.

Ці проблеми можуть бути усунені за рахунок застосування методик управління документацією, заснованих на використанні електронних носіїв інформації.

8. Ставлення до системи якості з боку працівників або керівників формальне, іноді негативне.

Причиною такого ставлення може бути те, що керівництво організації не проявляє зацікавленості у створенні системи якості або у нього відсутня мотивація в її функціонуванні.

Існує ряд перешкод всередині самої організації, без усунення яких неможливо ефективно функціонування системи якості. У першу чергу це:

- Обмежене розуміння керівниками принципів управління якістю та зв'язку ефективності системи якості з ефективністю діяльності організації;
- Опір змін, що проводяться;
- Розгляд процесу вдосконалення управління якістю як черговий управлінської кампанії, яка має певний кінець, в той час як насправді цей процес нескінченний.

#### *Управління документацією та даними про якість*

Згідно з вимогами стандартів ISO 9000 організація повинна встановити і підтримувати в робочому стані процедуру управління усіма документами та реєстраційними даними про якість. Разом з тим приводяться в стандартах ISO вказівки не охоплюють всіх робіт з управління документацією.

Найбільш повне уявлення про зміст цього процесу може бути отримано на основі функціонального підходу до управління. Відомо, що при будь-якому управлінні виконуються наступні загальні функції: планування, організація, контроль, регулювання, облік і аналіз.

Зрозуміло, що бувають винятки, і дійсно іноді виникають незвичайні обставини. Але аудитор повинен запитати перевіряючи: "Ви розумієте, що цим процесом (винятків) треба управляти?"

Винятки, як правило, потрапляють у дві головні категорії:

- процеси, які відбуваються нечасто (або продукція, яка виготовляється рідко);
- тимчасові відхилення продукції або процесів, викликані результатом зміни.

Усі ми любимо виключення. Вони надають нам необмежену дозвіл порушувати правила. Вони є засобами, які ми використовуємо, щоб обійти деякі "речі" - коли б вони не трапилися.



Виключення - це визнання того, що аж ніяк не всі точно відповідає витонченим конструкціям або концепціям, які ми використовуємо, щоб визначатися і "плавати" в нашому світі. Це визнання також того, що речі не досконалі, але ми, тим не менш, повинні мати справу з ними.

Невдача з правилами в разі винятків, що мають відношення до процесів і вимогам менеджменту якості, - це переборна причина деяких з невідповідностей, які виявляють в ході аудитів. Занадто часто організації, що піддаються аудиту, намагаються пояснити невиконання вимоги, кажучи: "Але це - виняток. Ми робимо це лише для одного клієнта", - або: "Ми робимо так тільки до тих пір, поки ми не витратили старий запас".

Легко зрозуміти, чому організація не хотіла б витратити обмежені ресурси, щоб розробити робочі інструкції для процесу, який трапляється тільки один раз на рік. Є також ситуації, коли зміни відбуваються настільки швидко, що стає необхідним відхилитися від документованої процедури, тому що цикл затвердження виправлень міг би змусити пропустити постачання клієнтові. Занадто часто організації закривають очі на ці відхилення від норми, тому що вони знають, що не має фінансового сенсу писати нескінченні процедури або випускати незліченні сповіщення про зміни. Організації сподіваються в таких випадках на те, що аудиторі не розглянуть цих моментів.

Тим часом, рішення полягає не в тому, щоб забороняти виключення або ігнорувати їх з дитячою надією, що вони зникнуть. Лікувальним засобом може служити розробка ефективних методів управління винятками.

Стандарт ІСО 9000 вимагає, щоб організація забезпечувала підтримку цілісності системи менеджменту якості навіть в розпал змін.

Багато виключення стосуються документації. Наприклад, організація може мати виробничу процедуру, яка визначає необхідні умови для пакету документів (технічні умови, креслення, форми, критерії технічного контролю, відомість матеріалів і т. д.), які повинні бути включені в усі виробничі папки. Можуть бути окремі випадки, коли проходять дуже прості роботи, які не залишають часу на збір повного пакету документів. Замість того, щоб витрачати даремно цінний час, виробляючи безглузді документи, організація могла б включити у виробничу процедуру примітка про можливості винятків, яке дозволить при певних умовах допустити відхилення. В результаті організація зможе використовувати скорочену альтернативу для виконання в цеху "одноразових" або дуже простих робіт. Простий альтернативний метод міг би виглядати у вигляді поміченого креслення з підписом дозволу та аркушем для приміток. Звичайно, ці рішення залежать від характеру промисловості та критичності продукту. Важливо мати послідовно застосовується правило, відноситься до єдиним у своєму роді ситуацій.

Інше джерело винятків - це тимчасове відхилення від встановленого процесу.

Типові випадки включають:

- тимчасове залучення третіх осіб для виконання процесу, тому що частина устаткування відновлюється;
- припинення калібровок для інструментів, які не використовуються;
- заміну компонента;
- спеціальні інструкції для клієнтів, які відрізняються від встановленої.

### *Практические аспекты внедрения стандартов ИСО серии 9000*

Відомо, що стандарти ІСО серії 9000 на системи менеджменту якості (СМЯ) відповідають на запитання, що необхідно зробити для створення в організації основи для постійного поліпшення діяльності та ділової досконалості. Практика ж впровадження цих стандартів повинна дати відповідь на запитання, як цього домогтися. У численних публікаціях, присвячених застосуванню стандартів у нашій країні, найбільшу увагу приді-

ляється методологічним аспектам цієї проблеми і у меншій мірі її практичній стороні. Тим часом саме практичні аспекти впровадження стандартів ІСО нової версії заслуговують на особливу увагу.

Накопичений фахівцями досвід роботи з організаціями дозволяє узагальнити деякі особливості впровадження стандарту ІСО серії 9000. Як показав аналіз практики, до числа ключових питань, пов'язаних зі створенням СМЯ, що відповідає положенням цих стандартів, відносяться:

- вибір правильної стратегії впровадження стандартів;
- організація робіт зі створення СМЯ на основі стандартів;
- реалізація принципів СМЯ;
- документування СМЯ;
- організація внутрішнього аудиту;
- тривалість створення СМЯ.

Розглянемо зазначені особливості детальніше.

#### *Вибір правильної стратегії впровадження стандартів*

Дотримуючись загальноприйнятого уявлення про стратегію як про модель дій для досягнення довготривалих цілей, очевидно: перше, що повинно зробити вище керівництво організації після прийняття рішення про створення СМЯ відповідно до вимог та рекомендацій стандартів ІСО, це позначити і довести до відома всього персоналу визначальну мету цієї роботи. Не секрет, що для багатьох вітчизняних керівників такою метою стає отримання сертифікату, що підтверджує відповідність СМЯ їх організації вимогам МС ІСО 9001. Навряд чи є необхідність повторювати багаторазово що приводиться обґрунтування того, що подібна мета жодною мірою не може розглядатися як визначальна.

Відзначимо, однак, що в постановці такої мети (серед інших) немає нічого неприйняттого, оскільки стандарти ІСО серії 9000 були задумані і прийняті світовою спільнотою, насамперед, як універсальні критерії, за допомогою яких може бути оцінена здатність постачальників стабільно випускати продукцію, що відповідає вимогам споживачів. А найбільш об'єктивною оцінкою відповідності СМЯ вимогам МС ІСО 9001 в цьому випадку виступає саме сертифікат, який служить важливим регулятором ринкових відносин. Але орієнтованість організації на одержання сертифіката на СМЯ без постановки більш значущих цілей робить стратегію впровадження стандартів ІСО поверхневою (стратегією вкрай обмеженого результату). Найчастіше настільки неглибока стратегія породжує формальний характер впровадження стандартів ІСО і, як наслідок, розчарування в його доцільності. Жертвами саме такої стратегії стало більшість з тих 80% опитаних організацій, які, за даними [1], не отримали очікуваного ефекту від впровадження стандартів ІСО версії 1994.

Єдиної для всіх стратегії впровадження стандартів ІСО не існує. Кожна організація є унікальною в своєму роді, і вибір стратегії залежить від багатьох факторів, найважливішими з яких у даному випадку слід вважати позиції організації на ринку, стан зовнішнього середовища і специфіку, що склалися в організації менеджменту і реального бізнесу. І все ж таки кращою представляється стратегія, при якій створення СМЯ, відповідної положенням МС ІСО серії 9000:2000, вбудовується в процес поліпшення діяльності організації на довгостроковій основі. При цьому цілі організації в області якості багато в чому є лише складовими більш загальних її цілей, які не можуть бути досягнуті без забезпечення необхідного рівня якості. Тому в практичних умовах іноді вкрай складно виділити цілі в області якості, що називається "у чистому вигляді". Сьогодні в менеджменті організації немає чітких меж між системою менеджменту якості та іншими системами менеджменту, наприклад, екологічного, фінансів, охорони праці, проектів та ін..

Постановка конкретних цілей у сфері якості, визначення очікуваних результатів і подальша оцінка ступеня їх досягнення повинні дозволити організації відповісти на два сакраментальних питання: навіщо нам потрібно впровадження стандартів ISO серії 9000 і що воно в кінцевому рахунку нам дасть?

Постановка конкретних цілей при впровадженні стандартів ISO серії 9000 важлива і з психологічної точки зору. Відомо, що організаційні зміни, до числа яких відноситься упровадження стандартів ISO, очікувані результати приносять не завжди швидко. У цьому випадку нерідко отриманий ефект намагаються віднести на рахунок раніше здійснених заходів. Наявність же чітко сформульованих цілей дозволяє вловити зв'язок між внесеними змінами і отриманими результатами.

Розробка стратегії впровадження стандартів ISO повинна проходити за безпосередньої участі керівника організації. На жаль, далеко не всі керівники усвідомлюють, що дана робота - воістину "царська справа". Успіх чи неуспіх впровадження стандартів має розглядатися, перш за все, як особистий успіх або неуспіх керівника організації. І ще: ефективність розробки стратегії багато в чому залежить від наявності в організації таких неодмінних атрибутів сучасної корпоративної культури, як місія і бачення організації, її базисні цінності.

#### *Організація робіт зі створення СМЯ*

Для успішного їх виконання треба створити необхідні організаційні, ресурсні, методичні та соціально-психологічні умови. Важливо мати на увазі, що помилки або недоліки, допущені на організаційному етапі, як правило, призводять до трудомістким коректур і переробкам на наступних етапах робіт.

Створення СМЯ доцільно розглядати як проект, тобто унікальний процес, що складається із сукупності скоординованих і контрольованих дій, розпочатий для досягнення певної мети. Як всякий проект, створення системи має відповідати конкретним вимогам, що включає обмеження по термінах і ресурсів. Надання створення системи проектно-орієнтованого характеру дозволяє забезпечити належну ефективність цих робіт шляхом концентрації зусиль на досягненні конкретних проміжних (поетапних) і кінцевих цілей, а також найкращого використання ресурсів. Початковий етап виконання такого проекту, як правило, організаційний.

Організація робіт зі створення СМЯ, що відповідає вимогам і рекомендаціям стандартів ISO серії 9000:2000, включає:

- призначення посадових осіб, відповідальних за організацію проведення робіт;
- забезпечення учасників робіт стандартами та іншими документами;
- залучення зовнішніх консультантів;
- діагностування діючої СМЯ;
- проведення спеціального навчання учасників робіт і роз'яснювальної роботи з персоналом організації;
- виділення ресурсів, необхідних для виконання робіт у встановлені календарні терміни.

#### *Реалізація принципів менеджменту якості*

Вісім принципів менеджменту якості, встановлених стандартів ISO серії 9000:2000, складають, образно кажучи, кореневу основу їх концепції. Стандарти склалися в ході тривалої міжнародної практики менеджменту якості і відображають сучасне уявлення про його ефективності. Значення цих принципів важко переоцінити. Вони формують організаційну базу менеджменту якості і єдність розуміння правил його побудови (тут доречно згадати відомий вислів Конфуція: "При різних принципах не знайти спільної мови").

В даний час запропоновано безліч різних методологій, у тому числі і заснованих на комп'ютерних інформаційних технологіях, для управління організацією на основі процесного підходу. Фахівці компанії запропонували свою методологію реалізації процесного підходу при впровадженні стандартів ІСО, що базується на концепції бізнес-процесів [9].

#### *Документування СМЯ*

Ефективність СМЯ багато в чому залежить від того, наскільки добре вона документована. Нова версія стандартів ІСО допускає для організації більше (у порівнянні з версією 1994 р.) гнучкості у виборі шляху, яким вона здійснює документування своєї системи. Це дає можливість кожній конкретній організації визначити необхідні саме для неї характер і масштаб документування СМЯ.

Основними об'єктами документування в СМЯ стають процеси. Документування процесів сприяє досягненню їх відповідності встановленим вимогам, забезпечення відтворюваності і простежування, оцінювання їх результативності та ефективності, а також досягненню рівня необхідної підготовки персоналу. (Роблячи акцент на документуванні процесів, ми аж ніяк не применшуємо значення неформальних процедур, що мають широкі і часом абсолютно виправдані поширення в практичній діяльності організації.)

#### *Організація внутрішнього аудиту*

Діяльність внутрішніх аудиторів в нових умовах може вважатися ефективною тільки у випадку, якщо результати аудиторських перевірок сприяють поліпшенню окремих процесів та СМЯ в цілому. А це може бути досягнуто лише тоді, коли фахівці, які проводять перевірки, виступають і як аудитори, і як експерти. На нашу думку, експерт-аудитор повинен бути здатний виявляти причинно-наслідкові зв'язки при пошуку рішень щодо усунення виявлених або запобігання потенційних невідповідностей. Інакше кажучи, внутрішній експерт-аудитор повинен знати не тільки, як проводити аудиторські перевірки, але і яким чином аналізувати отримані свідчення для досягнення найкращих результатів. У зв'язку з цим стає зрозумілою тенденція до введення в окремих організаціях штатних аудиторів, яких повною мірою можна іменувати експертами-аудиторами.

Значимість процесу встановлюється, виходячи зі ступеня його впливу на досягнення цілей організації в області якості у визначений період.

#### *Тривалість створення СМЯ*

Вже на стадії підготовки рішення про розробку СМЯ відповідно з новою версією стандартів ІСО серії 9000 виникає питання про необхідну тривалість цієї роботи. Природно, що керівник будь-якої організації зацікавлений в тому, щоб впровадження було проведено в найбільш короткий термін (від кількох місяців до одного року).

Досвід консультативної діяльності свідчить про те, що для організацій, які впроваджують стандарти ІСО вперше, мінімальний термін складає близько двох років. Для організацій з добре функціонуючою системою, що відповідає вимогам МС ІСО серії 9000 версії 1994 р., термін може бути зменшений на 30-40%. Велика (з позицій керівників організацій) тривалість впровадження стандартів обумовлюється об'єктивної складністю виконання таких вимог нової версії, як впровадження процесного підходу замість функціонального, оцінювання задоволеності споживачів, розширення кола діяльності в СМЯ (внутрішнє інформування, управління інфраструктурою та виробничим середовищем, постійне поліпшення), зміни в роботі внутрішніх аудиторів. У багатьох випадках велика тривалість впровадження стандартів визначається, як зазначалося вище, безперервними в ході цієї роботи структурними перетвореннями як наслідком неусталених менеджменту цих організацій.

Поспішність у роботі при створенні СМЯ, як показує практика, неминуче веде до зниження її якості і в кінцевому підсумку - до втрати вигод, які можуть бути отримані

від функціонування СМЯ, що відповідає положенням стандартів ISO серії 9000:2000. Можна сказати, що питання тривалості створення системи - це питання глибини її впровадження, оскільки порівняно короткий термін, як правило, дозволяє лише розробити необхідну документацію, але не дає можливості довести до її реального впровадження.

На закінчення кілька міркувань з приводу сертифікації СМЯ. Останнім часом намітилася тенденція до відмови окремих організацій від сертифікації.

Головний довід на користь такого рішення - затвердження керівників, що їм потрібна лише сама система (що абсолютно вірно), але не підтвердження її відповідності вимогам МС ІСО 9001 незалежним органом. Нам видається, що справжні причини рішення про відмову від сертифікації мають в основному фінансовий характер, оскільки сертифікація дійсно вимагає значних додаткових витрат, і в якійсь мірі пов'язані з небажанням організацій піддаватися зовнішнім перевіркам. Крім зазначених причин, можуть бути й інші, наприклад, відсутність у організації необхідності підвищення свого іміджу, з огляду на що склалася сприятливої кон'юнктури на даний час.

Доводи керівників організацій на користь сьогоденної відмови від сертифікації своїх СМЯ, безумовно, заслуговують того, щоб бути почутими. Проте вони не можуть бути визнані переконливими в довгостроковій перспективі. Тут немає сенсу говорити про ті вигоди, які дає сертифікація (про це вже сказано достатньо). Особливо важлива сертифікація СМЯ напередодні вступу нашої країни до СОТ.

### **Висновок**

Стандарти серії ІСО-9000 представляють собою загальні вимоги до того, як повинна бути побудована система управління на підприємстві, щоб можна було гарантувати роботу виробничої системи відповідно до вимог системи якості.

Основні вимоги стандарту ІСО9000 зводяться до точної ідентифікації на підприємстві виділених процесів і документування зон відповідальності. Опис системи якості повинно бути донесене до кожного працівника підприємства, діяльність якого впливає на якість продукції і послуг підприємства.

Комп'ютерні засоби створення такого опису відносяться до області <нових інформаційних технологій>, які можуть працювати не тільки з кількісної, але і, перш за все, з якісною інформацією - набором реєстрів ідентифікаторів істотних об'єктів і відносин між ними, що утворюють повну бізнес-модель підприємства. Це дозволяє досить швидко реалізувати раніше не можливі організаційні техніки управління, до яких належить і система якості.

За рахунок застосування бізнес-моделей, може забезпечуватися можливість точного спостереження та цільового впливу на структуру і процеси компанії, як об'єкта управління. Породжені моделлю регламенти утворюють документальну основу системи якості підприємства.

Наявність документованих вимог до системи управління суттєво полегшує перехід до побудови потрібної вам інтегрованої корпоративної інформаційної системи.

**Список літератури:** 1. Єгорова О.І. Модель фахівця-психолога // Модель фахівця ХХІ століття. Науково-методична конференція викладачів і співробітників 1-2 лютого 2000 Якутськ 2000 р. - с.127 - 129. 2. Казакова Т.П. Програмно-методичне забезпечення підвищення якості підготовки майбутніх менеджерів туризму у вузі // Туризм: наука і освіта. Додаток / Додаткова освіта і виховання. - 2006. - № 1. - С. 117-118.2. 3. Якість педагогічної освіти // Інформаційні ресурси педагогічного віртуального університету. - Московський державний відкритий педагогічний університет. 4. Соколов В.С., Степанов С.А. Концепція, модель та критерії ефективності внутрішньовузівському системи управління якістю вищої професійної освіти. - Університетське управління, 2004. - № 2 (31). - С.102-110. 5. Версан В.Г. Стандарти ІСО 9000 версії 2000 года: стратегія впровадження // Сертифікація. — 2001. — № 4. 6. Скворцова Л.Т. Новые возможности //

Top-Manager, март. 7. Свиткин М.З. Стандарты ИСО серии 9000 версии 2000 года: новые шаги в практике менеджмента качества // Стандарты и качество. — 2000. — № 12. 8. Рахлин К.М. К вопросу о концепции применения стандартов ИСО 9000:2000. — Сер. Все о качестве. Отечественные разработки. — Вып. 18. — М.: НТК "Трек", 2002. 9. Стандарты ИСО 9000:2000. Выбор и применение // Инф. бюллетень "ИСО 9000 и ИСО 14000". — 2001, № 3. 10. Качалов В.А. Насколько точно "русское лицо" стандартов ИСО серии 9000:2000 // Стандарты и качество. — 2002. — № 6.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

**УДК 621.31:658.582.3(075.8)**

**В. Г. ИВАНОВ**, канд. техн. наук, проф., УИПА, г. Харьков

**С. В. ИВАНОВ**, канд. техн. наук, доц., г. Харьков, Украина

## **МЕТОДИКА КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ**

У роботі розглянута методика оцінки електробезпеки, яка побудована на класифікації і кількісній оцінці передумов до електробезпеки. Вводяться відповідні категорії передумов, розкривається їх сутність, приведені критерії їх використання і алгоритми визначення. Методика пройшла практичну апробацію і може бути успішно застосована на різних підприємствах.

В работе рассмотрена методика оценки электробезопасности, которая построена на классификации и количественной оценке предпосылок к электробезопасности. Вводятся соответствующие категории предпосылок, раскрывается их сущность, приведены критерии их использования и алгоритмы определения. Методика прошла практическую апробацию и может быть успешно применена на различных предприятиях.

По данным Всемирной организации здравоохранения смертность от несчастных случаев в настоящее время занимает третье место после сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний. Такая ситуация характерна для Украины и других стран СНГ. Статистика свидетельствует о том, что сегодня ежегодно на производствах Украины травмируется около 20 тыс. человек, из которых 2,5 тыс. человек погибает, более 10 тыс. человек получают профзаболевания. Только за 2005г. на предприятиях Украины было 20817 несчастных случая, из них 1088 со смертельным исходом, в том числе в энергетике - 376 несчастных случая, со смертельным исходом - 32.

Анализ несчастных случаев в промышленности, сопровождающихся временной утратой трудоспособности пострадавшими, показывает, что количество травм, вызванных электрическим током, сравнительно невелико и составляет 0,1-1% от общего количества несчастных случаев на производстве. В электроэнергетике удельный вес электротравм от общего количества несчастных случаев выше - 3-3,3%. Совершенно иная картина представляется, если рассматривать только смертельные несчастные случаи. Оказывается, из общего количества несчастных случаев со смертельным исходом на производстве 20-40% происходит в результате поражения электрическим током [2,4]. По данным исследований - 60-80% аварий в электроустановках происходит из-за ошибочных или несвоевременных действий пострадавших. Отрицательная роль психологических факторов в электротравматизме отмечена в 73% случаев [1,5].

Нами предлагается методика количественной оценки электробезопасности, которая более полно и детально с помощью ряда показателей дает возможность оценить и спрогнозировать состояние безопасности. В предлагаемой методике уровень электробезопасности рассматривается в трех направлениях [3]. Во-первых, учитывается сам травматизм различного уровня, с которым успешно справляется статистический метод оценки трав-

матизма. В этом методе вводятся коэффициенты частоты, тяжести, а также коэффициент потерь. Это позволяет, для конкретного предприятия, определить эти коэффициенты:

$$K_{\text{ч}} = \frac{n}{p} \cdot 1000 \quad , \quad (1)$$

$$K_{\text{т}} = \frac{T}{n} \quad , \quad (2)$$

$$K_{\text{п}} = K_{\text{ч}} \cdot K_{\text{т}} = \frac{T}{p} \cdot 1000 \quad , \quad (3)$$

где  $n$  - количество несчастных случаев;  $T$  - суммарное время нетрудоспособности, выраженное в днях;  $p$  - списочный состав работающих.

Однако статистический метод оценивает только сам травматизм, но не вскрывает потенциальных опасностей на предприятии. Поэтому нами предлагается ввести два следующих дополнительных параметра:

уровень электробезопасности (показатель предпосылок);  
качество организации безопасной эксплуатации.

Структурная схема данной методики представлена на рисунке. Показатель предпосылок можно представить в следующем виде:

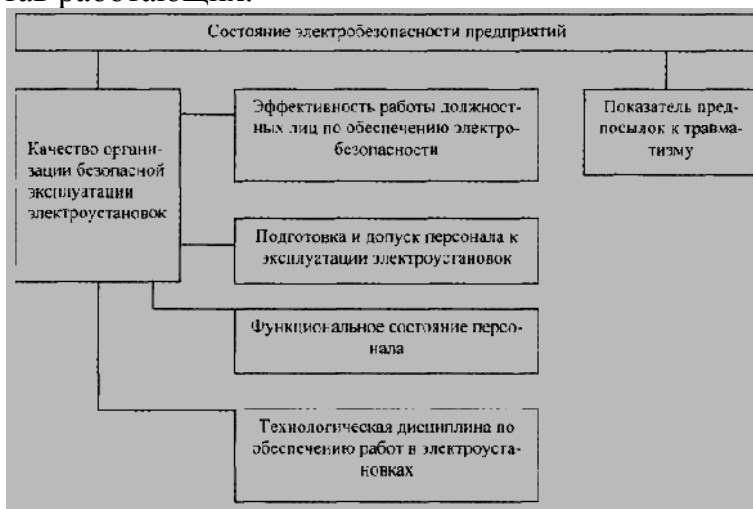


Рис. Структурная схема методики количественной оценки безопасности

$$K = \frac{\alpha \cdot \Pi_1 + \beta \cdot \Pi_2}{\text{Э} \cdot \text{В} \cdot K_{\text{пр}}} \quad , \quad (4)$$

где  $\Pi_1$ ,  $\Pi_2$  - количество предпосылок к электротравматизму I и II категории;  $\text{Э}$  - количество потребляемой за год (по нормам) электроэнергии (млн кВт·ч);  $\text{В}$  - количество персонала;  $\alpha$ ,  $\beta$  - удельные весовые коэффициенты;  $K_{\text{пр}}$  - коэффициент приведения, обеспечивает возможность сравнения различных предприятий по насыщенности электрооборудованием и автоматизации трудовых процессов. Коэффициент приведения для различных предприятий был установлен следующий:  $K_{\text{пр}} = 3,0$  - для крупных предприятий (более 20000 рабочих) не электротехнического профиля;  $K_{\text{пр}} = 2,5$  - для крупных предприятий (более 10000 рабочих) электротехнического профиля;  $K_{\text{пр}} = 1,5$  - для остальных предприятий.

В целях выработки единого подхода при подсчете предпосылок к электротравматизму на одну электроустановку и исключения элементов субъективизма при оценке состояния электробезопасности под термином «Электроустановка» следует понимать:

- ДГ с системой управления;
- КЛЭП;
- трансформатор силовой;
- аккумуляторная;
- агрегат с электроприводом (заземление, коммутация, пуско-регулирующая аппаратура);
- электроосвещение сооружений, зданий, помещений по принадлежности;
- наружное освещение;
- электроплиты (бойлер, котел) с элементами автоматики и коммутации;
- бытовые электроприборы;

- регламентная машина, регламентная техника;
- комплект по проверке защитных средств;
- щит силовой.

За критерии безопасности электроустановки и состояние электротравматизма персонала принимаются количественные показатели предпосылок к электротравматизму. Предпосылка к электротравматизму - нарушение (отклонение от) организационных и технических требований, регламентирующих порядок выполнения работ в электроустановках и определенными действующими руководящими документами, а также несоответствие технического состояния электрооборудования требованиям ПУЭ, проектной и эксплуатационной документации, которые при несвоевременном устранении могут привести к увечью или гибели людей.

По степени опасности предпосылки к электротравматизму персонала подразделяются на две категории. Первая категория - предпосылки, создающие непосредственную опасность жизни людей:

- невыполнение организационных мероприятий при работе в электроустановке;
- невыполнение в полном объеме технических мероприятий при работе в электроустановке;
- эксплуатация электрооборудования с поврежденной изоляцией, наличием оголенных, не огражденных частей, где возможно прикосновение персонала, а также электрооборудование с поврежденными корпусами, неисправными коммутационными аппаратами, разбитыми штепсельными вилками;
- отсутствие заземления (зануления) корпусов электрооборудования и металлических конструкций, подлежащих заземлению в соответствии с требованиями ПУЭ;
- не исключен доступ посторонних лиц в распределительные устройства, щиты, сборки и другие электроустановки;
- хранение личных вещей и посторонних предметов в электроустановках;
- работы в электроустановках без защитных средств или применение неисправных и непроверенных защитных средств.

При наличии предпосылок I первой категории принимаются меры к их немедленно устранению, а если это сделать при данной проверке невозможно, то дальнейшая эксплуатация этой электроустановки должна быть запрещена с выдачей предписания инспектором по энергонадзору.

Вторая категория - предпосылки, которые непосредственно не угрожают жизни людей, но при определенном стечении обстоятельств могут перейти в первую категорию:

- невыполнение в полном объеме требований указаний по исключению гибели и увечья персонала;
- несоответствие допуска персонала к самостоятельной работе требованиям руководящих документов;
- не определены границы ответственности служб за эксплуатацию электроустановок, электрооборудование не закреплено за должностными лицами;
- отсутствие или нерегулярность проведения инструктажей по мерам безопасности;
- несоответствие порядка хранения и выдачи ключей от электроустановок требованиям ПТБ;
- несоответствие квалификационной группы по правилам и мерам электробезопасности персонала характеру выполняемых работ и занимаемой должности;
- неполная укомплектованность электроустановки защитными средствами или укомплектованность защитными средствами с истекшими сроками очередной проверки;
- несоответствие монтажа оборудования требованиям ПУЭ, строительным нормам;
- неисправность блокировок звуковой сигнализации электротехнических лабораторий и



- регламентных машин;
- отсутствие предупредительных постоянных плакатов на рабочих местах, предусмотренных ПТБ;
- эксплуатация непроектных электроустановке соответствует требованиям ПУЭ, ПТБ.

Одинаковые предпосылки к электротравматизму, обнаруженные на одной электроустановке, считаются одной предпосылкой. Повторяющиеся предпосылки на разных электроустановках суммируются. На основании метода экспертных оценок нами были получены удельные весовые коэффициенты  $\alpha$  и  $\beta$ , в результате чего было установлено их значение:

$$\alpha = 0,65; \beta = 0,3.$$

Определены оценки показателя предпосылок:

$K < 0,2$  - отлично;

$0,2 < K < 0,3$  - хорошо;

$0,3 < K < 0,6$  - удовлетворительно.

Качество организации безопасной эксплуатации электроустановок ( $\mathcal{E}_{обз}$ ) оценивается по формуле:

$$\mathcal{E}_{обз} = \frac{\alpha' \mathcal{E}_{рдл} + \beta' \mathcal{E}_{ндп} + \gamma' \mathcal{E}_{тд} + \xi' \mathcal{E}_{фс}}{4}, \quad (5)$$

где  $\mathcal{E}_{рдл}$  - показатель, учитывающий эффективность работы должностных лиц;  $\mathcal{E}_{ндп}$  - показатель, учитывающий степень подготовки персонала по безопасности;  $\mathcal{E}_{тд}$  - показатель технологической дисциплины;  $\mathcal{E}_{фс}$  - показатель функционального состояния персонала;  $\alpha'$ ,  $\beta'$ ,  $\gamma'$ ,  $\xi'$  - удельные весовые коэффициенты, соответственно 0,1, 0,2, 0,2, 0,5. Каждый из этих показателей включает в себя значительное количество параметров. Так, эффективность работы должностных лиц по обеспечению электробезопасности оценивается по шести показателям, а именно:

- показатель исполнения требований руководящих документов;
- показатель планирования и выполнения мероприятий по обеспечению электробезопасности;
- показатель качества подготовки и проведения дней электробезопасности;
- показатель укомплектованности защитными средствами;
  - показатель повторяемости недостатков в актах.

Степень подготовки персонала по безопасности оценивается по шести показателям:

- показатель знания персоналом правил техники безопасности;
- показатель наличия и полноты приказа о назначении квалификационной комиссии;
- показатель допуска персонала к самостоятельной работе;
- показатель укомплектованности материальной базой;
- показатель качества и своевременности проведения инструктажей;
- сходимость результатов проверки знаний по правилам техники безопасности.

Технологическая дисциплина оценивается следующими показателями:

- показатель оформления работы нарядам;
- показатель выполнения требований эксплуатационно-технической документации;
- показатель достаточности определения технических мероприятий;
- показатель полноты учета работ в оперативном журнале;
- показатель соответствия должностных лиц характеру выполняемых работ;
- показатель хранения и контроля за нарядам;
- показатель полноты выполнения требований эксплуатационно-технической документации;
- показатель организации контроля за проведением работ на электроустановках;

- показатель знания персоналом порядка и правильности выполнения технологических операций.

Каждый коэффициент находится статистически-вероятностным методом и выглядит следующим образом:

$$K = \frac{A_{\text{факт}}}{A}, \quad (6)$$

где  $A_{\text{факт}}$  - фактическое количество выполненных мероприятий;  $A$  - общее количество мероприятий.

Функциональное состояние эксплуатационного персонала оценивается по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{фс}} = \frac{N_{\text{доп}}}{N}, \quad (7)$$

где  $N_{\text{доп}}$  - количество персонала, допущенного к работе после инструментальной оценки;  $N$  - общее количество проверенного персонала.

На первый взгляд предлагаемая методика может показаться сложной, но ее можно изменять для решения конкретных задач, связанных со спецификой промышленных предприятий. Предлагаемая методика прошла апробацию в Ракетных войсках стратегического назначения и показала полную работоспособность. За три года работы по этой методике электротравматизм в ракетных войсках снизился в два раза. Для удобства работы по этой методике были разработаны формализованные документы. Она удобна при использовании в программном виде на ПК.

Данную методику можно использовать не только в энергетике, но и на других промышленных предприятиях. С этой целью необходимо конкретизировать предпосылки и, кроме того, изменить удельные весовые коэффициенты. Необходимо отметить, что их можно изменять для конкретно поставленных задач, что обеспечит большую практичность и результативность ее работы на практике. Главная ценность этой методики заключается в том, что она наносит основной удар по предпосылкам. Поэтому часто оказывается, что предприятие не имеет травматизма как такового, но предпосылки к травматизму делают предприятие неблагоприятным и это не редкость, особенно в наше время, когда работодатель слабо ориентируется в системе законодательных и правовых актов, организационных и технических мероприятиях, обеспечивающих безопасность обслуживания (эксплуатацию) конкретного оборудования.

## Выводы

1. Методика количественной оценки электробезопасности, предлагаемая нами, позволяет более глубоко оценить состояние электротравматизма и предпосылки к нему, которые могут привести к несчастному случаю.
2. Разработанная методика отличается тем, что введено понятие показатель предпосылок, который предусматривает как организационные, так и технические причины предпосылок к травматизму, в широком объеме оценивается качество организации безопасной эксплуатации, которое учитывает эффективность работы должностных лиц, обученность персонала, технологическую дисциплину при выполнении различных работ, а также функциональное состояние оператора.
3. Методика количественной оценки, используя все возможности статистического метода анализа травматизма, вводит два дополнительных показателя (показатель предпосылок и показатель качества организации безопасной эксплуатации электроустановок). Главное её преимущество перед существующими методами состоит в том, что она позволяет учитывать потенциальные опасности на конкретном производстве.
4. Методика учитывает функциональное состояние оператора при оценке безопасности вообще и электробезопасности в частности, которое часто является определяющим.

**Список литературы:** 1.ГордонГ.Ю., ВайниттейнЛ.И. Электротравматизм и его предупреждение. - М.: Энергоатомиздат, 1986 2.ДолинП.А. Основы техники безопасности в электроустановках. – М.: Атомэнергомаш, 1984. - 398 с. 3.ИвановВ.Г., ИвановС.В. и др. Охрана труда в электроустановках - Харьков,1997. 4.КнязевскийБ.А. Охрана труда в электроустановках. - М.: Энергия. - 1982.-310 с. 5.ШишковВ.З., ТарадайВ.И. Психология безопасности. - К.: НИИЦОП, 1996.

*Поступила в редколлегию 01.10.2010*

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>П. Г. Столярчук, Т. З. Бубела, Б. Ю. Гриневич, М. М. Микийчук</b> Метод ідентифікації харчових добавок (підсолоджувачів) з метою виявлення фальсифікації продукції	3
<b>В. І. Степник, Р. І. Байцар</b> Організація збереження, перероблення та утилізації нафтових шламів, нафтових емульсій та відпрацьованих олив	7
<b>А.С. Байцар, А.Г. Миколайчук, Б.П. Яцишин</b> Обеспечение качества эксплуатационных характеристик тепловых машин при использовании пленочных термопреобразователей	12
<b>А. Н. Бакулина, М. Н. Стригунова</b> Конкурентоспособность преподавателей как основа обеспечения качества образования	15
<b>В. Н. Белик, А. С. Кобзев, А. Я. Мовшович</b> Перенастраиваемые приспособления для обработки малогабаритных деталей	20
<b>Т.М. Борисова</b> Стимулювання творчо-пізнавальної активності студентів до вирішення індивідуальних завдань з курсу “основи ергономіки”	25
<b>В. М. Власовец</b> Повышение качества массивных отливок с рабочим слоем из среднехромистого чугуна типа N1HARD 4	29
<b>А.С. Гордеев, А.Г.Басова</b> Восстановление деталей полиграфического оборудования методом газоплазменного нанесения порошковых материалов	36
<b>О. В. Дубініна</b> Організаційно-педагогічна модель формування професійної компетентності майбутніх автослюсарів в центрах професійно-технічної освіти	41
<b>В.В. Євлаш, Л.О. Чуйко, В.О. Акмен</b> Дослідження товарознавчих показників якості дієтичних добавок антианеміюїчного спрямування при зберіганні	46
<b>В.В. Залкінд, М.Л. Рябчиков</b> Принципи формування класифікатора конструкцій одягу з метою використання в сучасних САПР	50
<b>В.А. Залога, А.В. Івченко, О.Д. Дынник</b> Система факторов, влияющая на качество продукции литейного производства	54
<b>В.О. Залога, О.В. Івченко, Н.М. Удод, В.М. Хярм</b> Дослідження вимог нормативних документів щодо якості атмосферного повітря в Україні та країнах ЄС	58
<b>Е.А. Игуменцев, Е.А. Прокопенко, М.В. Олянич</b> Вибродіагностика ГПА на КС «ЗЕНЬКОВ»	63
<b>Є. О. Ігуменцев, Е. Г. Чернов, О. Л. Швейкін</b> Ідентифікація процесу конденсації та кристалізації компонентів природного газу	67
<b>Г.И. Канюк, М.А. Попов, И.К. Кириченко</b> Основные направления повышения показателей качества электрогидравлических систем автоматического регулирования производительности турбокомпрессорных агрегатов доменных печей	70
<b>А.А. Касаткин, В.Н. Клименко</b> Тепловое загрязнение земли – прогноз сбывается	75
<b>А.И. Ковалев</b> Модель, системный анализ и выполнение процесса реализации заказов	82
<b>И. В. Компанец, В. М. Комолов, А. М. Шкилько</b> Оценка чувствительности измерителя контактной разности потенциалов	89
<b>О. Л. Кондратюк, Ю. И. Сычов, А. О. Скоркин</b> О расчете сил, действующих при нарезании резьбы метчиками	94

<b>Н. Д. Кошевой, Е.М. Костенко</b>	99
Оптимальное планирование эксперимента при исследовании технологического процесса приготовления попкорна в микроволновой печи	
<b>А.В.Куприянов</b>	103
Функция плотности распределения годности размеров	
<b>І.В. Лазько</b>	107
Концептуальна модель системи управління якістю науково-дослідних установ	
<b>Ю.С. Лукьянова</b>	114
Производственный травматизм и меры его предупреждения	
<b>Н.В. Мартинович, Є.В. Походило</b>	119
Контроль твердості питної води за електричними параметрами	
<b>В.М. Лук'яненко, О.О. Жиліна, В.М. Кісь</b>	122
Аналіз методів зниження рівня низькочастотної вібрації на робочому місці оператора мобільних сільськогосподарських машин	
<b>В.С. Добряк, М.С. Мазорчук</b>	125
Прогнозирование качества подготовки специалистов в ВУЗЕ с использованием нечетких гибридных нейронных сетей	
<b>Е.С. Малышкина, А.Б. Егоров, М.С. Костенко</b>	134
Методи експериментального оцінювання показателів якості освітнього процесу	
<b>Г. В. Мигаль, О.Ф. Протасенко</b>	141
Влияние факторов природной среды на функциональное состояние человека-оператора	
<b>Е.А. Михайлова, Т.Ю. Проскуріна, Д.В.Локошко</b>	146
Роль факторів навколишнього середовища в формуванні порушень психічного здоров'я у дітей	
<b>Е. Ю. Мураховская, Н. Л. Рябчиков</b>	150
Обоснование законов распределения ведущих размерных признаков для совершенствования антропологической стандартизации	
<b>Л.В.Рик, Н.І. Доманцевич, Я.П. Скоробогатий</b>	154
Формування споживних властивостей модифікованих деревопохідних матеріалів	
<b>М.В. Рич</b>	157
Реформування національної системи технічного регулювання на прикладі промислових підприємств, що виробляють засоби захисту працюючих (ЗІЗ)	
<b>Ю.І.Рудик</b>	166
Вимірювання експлуатаційних параметрів безпеки електроінсталяцій	
<b>В. В. Сабадаш</b>	170
Теоретичні основи судової екологічної експертизи	
<b>В. В. Сабадаш</b>	175
Застосування судово-ергономічної експертизи при дослідженні порушень вимог законодавства про охорону праці в системах “людина – техніка –середовище”	
<b>В.Д. Сахацкий</b>	180
Электромагнитная обстановка в компьютерных классах, ее контроль и методы нормализации	
<b>А.А. Святуха</b>	184
Влияние материала деталей на прочность соединений с натягом, собранными тепловым методом с различными покрытиями	
<b>В.М. Чижикова, Р.М.Трищ, С.М. Полищук</b>	188
Управление качеством диагностики и прогнозирования ресурса оборудования АЭС	
<b>Л.І. Юрченко, І.В. Цихановська, А.Ю. Кукурудза</b>	194
Наука і технологія як засіб екологічної безпеки	
<b>Б.П. Яцишин, М.М. Мартинюк, М.П. Солоп</b>	202
Методика оцінки якості виробів із вторинних полімерів	
<b>С. Ф. Сергеев</b>	205
Менеджмент качества в призме постклассических представлений	

<b>О. В.Акимов, С.Б. Таран, А.П. Марченко</b> Алюминиевые сплавы и альтернативные материалы для поршней	209
<b>Т.С.Скобло, Н.Г. Поздняков, М.В. Марченко</b> Разработка способа термообработки гильз цилиндров	212
<b>М.М. Сколоздра, Л.І.Сопільник, Р.І.Байцар</b> Оптимізація параметрів професійного відбору персоналу дослідних лабораторій	216
<b>С.А.Сокурєнко</b> Оценка профессиональных рисков	221
<b>В.В. Шевченко</b> Особенности пуска и самозапуска электродвигателей собственных нужд атомных электростанций	226
<b>В.В. Шевченко, Є.О. Занихайло</b> Порівняльний аналіз енергетичних параметрів генераторів, які використовуються у вітрово-енергетичних установках	234
<b>Solińska Mieczysława, Iwaszczuk Natalia</b> Nuclear power plants as the balancing source in fulfillment of energy requirements – forecast up to 2030	241
<b>Б.Б. Стелюк</b> Концептуальные подходы в управлении организационными изменениями на предприятии	247
<b>В.В. Тихоненко, А.М. Шкилько</b> Анализ способа упрочнения деталей микродуговым оксидированием	252
<b>Р.М. Трищ, О.С.Черкашина</b> Размерный расчет сборочных размерных цепей при соединении деталей нагревом	257
<b>Р.М. Трищ, Л.М. Штабский, М.П. Гирия</b> Об особенностях метрологического обеспечения при измерении параметров электротехнического оборудования аэс, характеризующих степень его старения	261
<b>И.А.Фабричникова, В.В.Коломиец</b> Условия образования стружки при срезании корнеплода сахарной свеклы свеклорезными ножами	267
<b>В.М. Самсонкин, Е.С. Федорович,</b> Межлабораторные сравнительные испытания –инструмент экспериментального подтверждения технической компетентности лабораторий	272
<b>С.О.Хадєєва, К.В. Свідло</b> Визначення потенційних ризиків технології бісквітного випеченого напівфабрикату з додаванням дієтичних добавок	276
<b>О.В. Чернякова, А.С. Гордеев</b> К вопросу о точности обработки поверхности осевым режущим инструментом	283
<b>В. Г. Иванов, С. В. Иванов, И. А. Филенко</b> Управление функциональным состоянием субъекта труда как основа обеспечения безопасности профессиональной деятельности	288
<b>М.А. Чернеча</b> Практичні аспекти впровадження стандартів ISO серії 9000 та проблеми, що виникають при сертифікації систем якості	295
<b>В. Г. Иванов, С. В. Иванов</b> Методика количественной оценки электробезопасности	303

Наукове видання

**ВІСНИК НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО  
УНІВЕРСИТЕТУ "ХПІ"**

**Збірник наукових праць**

Тематичний випуск

**"Нові рішення в сучасних технологіях"**

**Випуск №46**

**Технічний редактор Т.Л. Коворотний**

**Відповідальний за випуск В.М. Луньова**

Обл.-вид. № 168-10

Підписано до друку 10.11.2010. Формат 60x84/16 Папір офсетний.  
Друк різнографічний. Ум.-друк. арк. 8. Зам. № 46

Надруковано у видавництві "Технологічний центр".  
61145 Харків, вул. Новгородська 3а  
Тел./факс (057) 750-89-90