

ВЕСТНИК
НАЦИОНАЛЬНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА "ХПИ"

ISSN 2079-5459

Сборник научных трудов

24'2011

**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.Товажнянский, 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. Луников, 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.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Ответственный редактор

Е.И. Сокол, д-р техн. наук, проф.

Ответственный секретарь

А.В. Ивахненко, ст. преп.

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» -
2011. - № 24. -156с.

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 №6 від 10.06.2011

Національний технічний університет „ХПІ" 2011

УДК 661.77

С.А. ПЕТРОВ , асп., НТУ «ХПИ»

В.Б. ДИСТАНОВ , канд. хим. наук, доц., НТУ «ХПИ»

А.Г. БЕЛОБРОВ , канд. техн. наук, проф., НТУ «ХПИ»

**КОМПЬЮТЕРНЫЙ ПРОГНОЗ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ
ОРГАНИЧЕСКИХ ЛЮМИНОФОРОВ ПРОИЗВОДНЫХ БИС-2-
ФЕНИЛ-4-ЦИННАМОИЛИДЕН-ОКСАЗОЛ-5-ОНА**

У статті надано дані прогнозу можливої біологічної активності новосинтезованих люмінофорів в ряду похідних бісоксазол-5-ону. Проаналізовано залежність між структурою і біологічними властивостями, яка дає можливість наблизитися до цілеспрямованого синтезу біологічно активних речовин, що представляють потенційний інтерес для застосування в медицині та біології.

В статье предоставлены данные прогноза возможной биологической активности новосинтезированных люминофоров в ряду производных бисоксазол-5-она. Проанализирована зависимость между структурой и биологическими свойствами, которая дает возможность приблизиться к целенаправленному синтезу биологически активных веществ, представляющих потенциальный интерес для применения в медицине и биологии.

In the article the data of prognosis for possible biological activity of in novo synthesized luminophores from the range of bisoxazol-5-one derivatives has been represented. The dependency between the structure and biological properties that gives the possibility to become closer to aim – directed synthesis of biologically active substances are of the potential interest for application in biology and clinics has been analyzed.

В настоящее время в развитых странах поиск новых лекарств преимущественно основан на скрининге in vitro огромных массивов химических веществ по отношению к сравнительно небольшому числу требуемых видов биологической активности (macromolecular targets). Свойства выявленных таким путем базовых структур (lead compounds) в последующем оптимизируются путем синтеза и исследования большого числа их аналогов. При этом многие виды биологической активности, присущие изучаемым веществам, но являющиеся "побочными" по отношению к избранному направлению исследований, остаются неизученными [1].

«В наследство» от СССР России, Украине, Казахстану, Армении, Молдове и другим независимым государствам досталась достаточно развитая органическая химия синтетических и природных веществ. Согласно оценкам ведущих фармацевтических фирм, наиболее крупные массивы химических соединений, синтезированных «вручную» (без использования комбинаторной химии) и доступных в настоящее время для скрининга, обеспечиваются химиками из стран

СНГ. Возникли и успешно функционируют фирмы-посредники, чей бизнес основан на приобретении у химиков и перепродаже фармацевтическим и агрохимическим компаниям образцов разнообразных веществ для скрининга и заказного синтеза [1].

При наличии достаточно богатой коллекции разнообразных химических соединений, страны СНГ обладают крайне ограниченными возможностями для их экспериментального тестирования, что требует тщательнейшего отбора потенциально перспективных веществ уже на ранних стадиях исследования. Такой отбор может быть осуществлен на основе компьютерного прогноза спектра биологической активности химических соединений. Программа, использованная в нашей работе носит название PASS (Prediction of Activity Spectra for Substances).

Целью данной работы являлось изучение биологической активности новых эффективных люминофоров ряда производных бисоксазол-5-она.

Из литературных источников известно, что соединения с двумя оксазолоновыми циклами, включёнными в единую цепь сопряжённых связей, обладающие интенсивной жёлто-зелёной и более длинноволновой люминесценцией, предложены как красители для полиэфирных волокон [2]. Во многих случаях оксазолонны используются в качестве исходных и промежуточных продуктов в синтезе аминокислот и пептидов. Они часто служат исходными веществами для получения арилуксусных кислот, которые в свою очередь, применяются в синтезе разных анальгетиков и других лекарственных веществ [3]. Среди оксазол-5-онов найдены вещества, которые обладают интенсивной люминесценцией в достаточно широком диапазоне [4,5].

С целью поиска эффективных органических люминофоров и эффективных биологически активных веществ нами было получено 7 новых производных бис-2-фенил-4-циннамоилиденоксазол-5-она, сведения о которых в литературных источниках нами не найдены (рис.1).

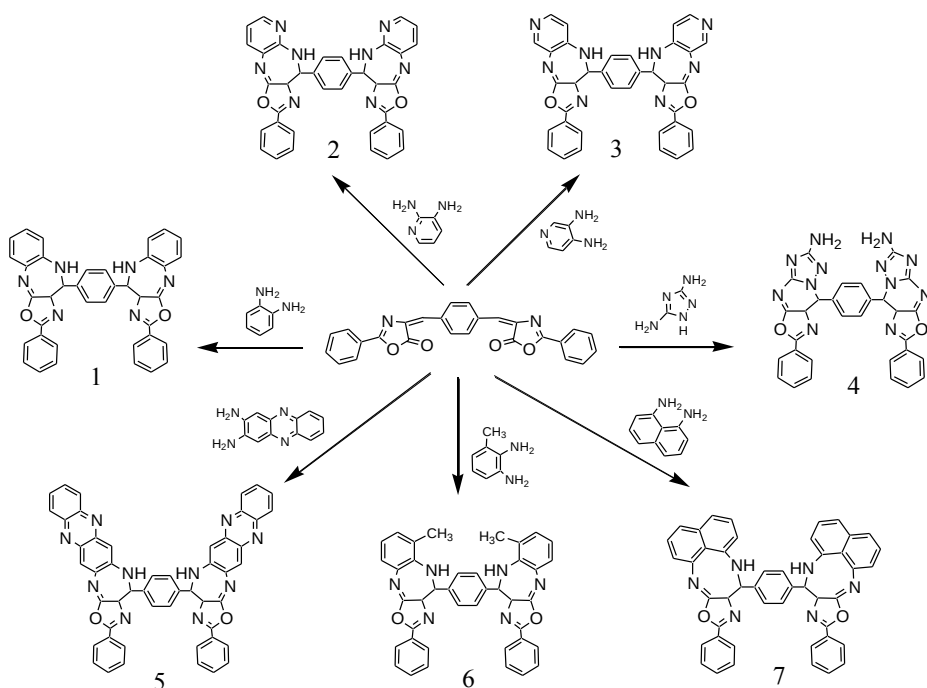


Рис.1. Схема получения производных бис-2-фенил-4-циннамоилиденоксазол-5-она.

Полученные производные обладают интенсивной люминесценцией в жёлто-зелёной области спектра. Структура полученных соединений подтверждена результатами УФ- и ПМР-спектроскопии.

При помощи компьютерной программы PASS были рассчитаны биологические активности производных оксазолонов.

Результаты прогноза представлены в виде таблицы с указанием названий вероятных видов активности с расчетными оценками вероятностей наличия, которые имеют значения от 0 до 100% (Таблица).

Таблица . Результаты прогноза биологической активности

Активность	Продукт							
	Исходный	1	2	3	4	5	6	7
Лечение рестеноза	98.40							
Лечение мукозита		56.80			52.40	50.10		50.10
Ингибитор убихинол-цитохром-С редуктазы	71.50							
Агонист целостности мембран	73.70							
Лечение атеросклероза		50.80						
Противоопухолевый		60.10	57.40	68.60		64.50		61.30
Цитотоксический		55.90		54.50		54.10	51.60	61.80
Вызывающее слюнотечение		55.60	54.80	54.30		55.30	53.70	52.90
Аналог инсулина		54.30			51.20		51.30	55.20
Ингибитор фосфалипазы фосфалипидов	71.80	51.10	54.40					
Лечение острых неврологических расстройств		53.50				60.40	56.60	
Ингибитор хлоридпероксидазы		56.60				50.10		50.10

Как видно из таблицы, в результате конденсации 2-фенил-4-циннамоилиденноксазол-5-она с о-диаминами, вероятность того, что полученные продукты могут быть ингибитором убихинол-цитохром-С редуктазы и агонистом целостности мембран исчезает. Введение 3,4-диаминопиридина подавляет такие механизмы воздействия вещества на организм как лечение рестеноза и мукозита. Способность к лечению мукозита не сохраняется у продуктов № 2,3,6. Введение о-фенилендиамина приводит к появлению возможности лечения атеросклероза. При введении в бис-2фенил-4-циннамоилиденноксазол-5-он о-фенилендиамина, 2,3-диаминопиридина, 3,4-диаминопиридина, 2,3-диаминофеназина, 2,3-

диаминотолуола и 1,8-диаминонафталина проявляется противоопухолевая активность. Введение о-фенилендиамина, 2,3-диаминофеназина, 2,3-диаминотолуола приводит к появлению такой способности как лечение острых неврологических расстройств. Кроме того, у полученных соединений выявлены следующие активности: цитотоксические, ингибитора фосфалипазы фосфалипидов, ингибитора хлоридпероксидазы, а так же активности как у аналогов инсулина.

В результате выполненных исследований получены результаты компьютерного прогноза биологической активности производных бисоксазол-5-она. Было определено, что некоторые синтезированные соединения могут проявлять противоопухолевые свойства, а так же применяться для лечения острых неврологических расстройств. Для углублённых исследований в качестве потенциального противоопухолевого средства предлагаются продукты № 3 и № 5, для лечения острых неврологических расстройств - продукт № 5. Благодаря этим данным открывается перспектива дальнейшего исследования полученных соединений.

Список литературы: 1. *Поройков В.В.* Компьютерное предсказание биологической активности веществ: пределы возможного. Химия в России, 1999, № 2, С. 8-12. 2. *Красовицкий Б.М.,* Лысова И.В., Колмогорова С.Н., Шилова Г.И., Афанасиади Л.М., Суров Ю.Н. Люминесцентные азлактоновые красители для полиэфирных волокон - Иваново, Перспективы развития химии и технологии крашения и синтеза красителей, 1989 - С. 5-8. 3. *Красовицкий Б.М.,* Болотин Б.М. Органические люминофоры. - М: Химия, 1984 - С. 255. 4. *Красовицкий Б.М.,* Лысова И.В., Афанасиади Л.М. Синтез и спектрально-люминисцентные свойства 2-арил-4-бензилиденоксазол-5-онов - Рига, Химия гетероциклических соединений, 1980, № 7 - С.909-911. 5. *Красовицкий Б.М.,* Юдашкин А.В., Лысова И.В., Афанасиади Л.М., Липкин А.Е. 4-гетарилиден-2-арилоксазол-5-оны - Рига, Химия гетероциклических соединений, 1979, № 12 - С.1624-1627.

Поступила в редколлегию 17.05.2011

УДК 663.44

Ф.Ф.ГЛАДКИЙ, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХП»

Л.А.ДАНИЛОВА, канд.техн.наук, доц., НТУ «ХП»

Т.О.БЕРЕЗКА, ст.викл., НТУ «ХП»

О.М. ПИВЕНЬ, канд.техн.наук, доц., НТУ «ХП»

В.А. ДОМАРЕЦЬКИЙ, д-р. техн. наук, проф., НУХТ, Київ

ПРО МЕХАНІЗМ РЕАКЦІЇ ОКИСНЕННЯ ІЗО-АЛЬФА-КИСЛОТ ХМЕЛЮ КИСНЕМ ПОВІТРЯ

Розглянуто механізм процесу окиснення ізо-альфа-кислот (джерела гіркоти пива), які утворюються в процесі ізомеризації альфа-кислот при кип'ятінні суслу із хмелем. Встановлено, що за рахунок реакцій окиснення ізо-альфа-кислот відбувається утворення в пиві летких сполук, що надають йому запах «несвіжості». Запропоновано спосіб сповільнення окиснення ізо-альфа-кислот.

Рассмотрен механизм процесса окисления изо-альфа-кислот (источник горечи пива), которые образуются в процессе изомеризации альфа-кислот при кипячении сусла с хмелем.

Установлено, что за счет реакций окисления изо-альфа-кислот осуществляется образование в пиве летучих соединений, которые придают ему запах «несвежести». Предложен способ торможения окисления изо-альфа-кислот.

The mechanism of iso-alpha-acids' oxidation (the source of beer's bitter taste), which are generated during the process of iso-alpha-acids' isomerization, when the wort is boiled with hop, is examined. It is also defined that the volatile compositions are generated because of iso-alpha-acids' oxidation which occurs the smell of "not too fresh". The way of iso-alpha-acids' oxidation slowdown is proposed.

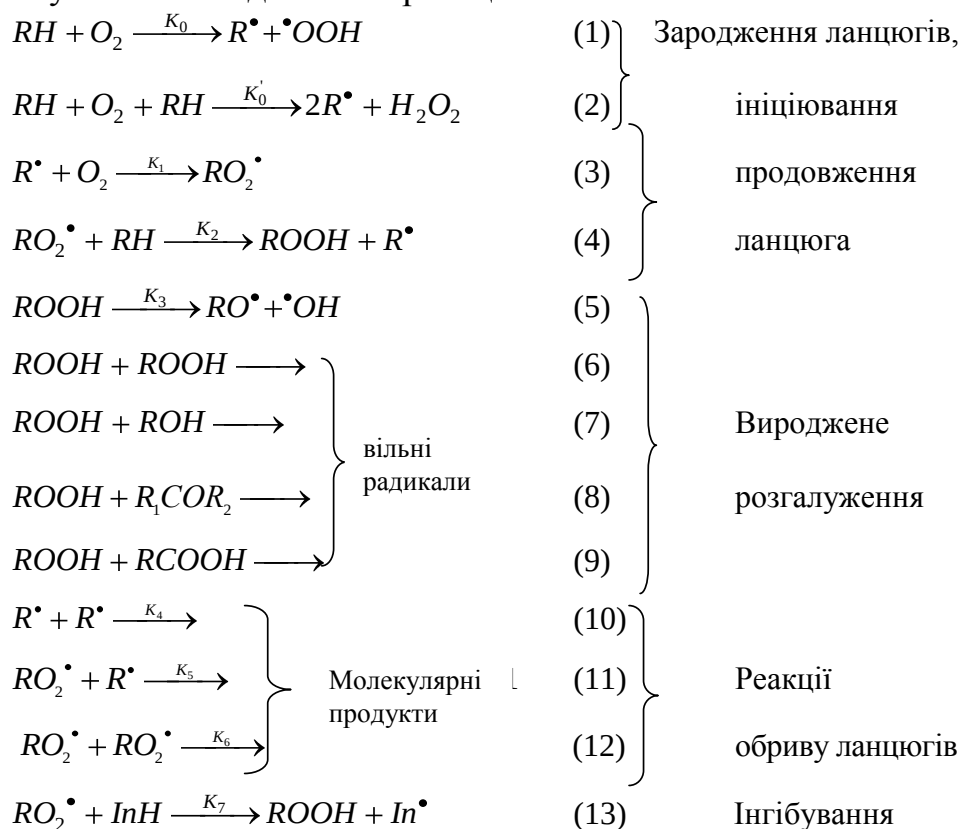
На теперішній час хміль залишається незамінною і найбільш цінною сировиною для виробництва пива. Гіркі речовини (хмелеві смоли) є найціннішими для пивоварства й характерними складовими частинами хмелю. Серед комплексу сполук, що належать до смол хмелю, найважливішими для готування пива є альфа-кислоти, що складаються з гумулону, когумулону, адгумулону, предгумулону й постгумулону. Торговельна оцінка хмелю проводиться за вмістом альфа-кислот.

Слід зазначити, що гіркота пива обумовлена не альфа-кислотами, а ізо-альфа-кислотами, які утворюються в процесі ізомеризації останніх при кип'ятінні суслу із хмелем, у результаті чого гексадієнове кільце альфа-кислот перетворюється в пентаєнове кільце ізо-альфа-кислот. Ці кислоти краще розчиняються в пивному суслі й надають йому більшу гіркоту ніж альфа кислоти. Це одна з найбільш важливих властивостей альфа-кислот при готуванні пива. Як показали дослідження [1] на цьому етапі кисень повітря сприяє цьому перетворенню. Однак потрібно підкреслити, що трансформація альфа-кислот на цій стадії не зупиняється, а йде далі до утворення негірких гумулинових кислот, що призводить до їхніх втрат. Найбільші втрати спостерігаються спочатку кип'ятіння суслу із хмелем [2]. Таким чином, окисні процеси призводять до зниження ефективності використання альфа-кислот хмелю в пивоварстві. За рахунок реакцій окиснення ізо-альфа-кислот відбувається й утворення в пиві летких сполук, що надають йому запах «несвіжості». Типовим прикладом є виникнення так званого «сонячного» присмаку. Під дією світла від п'ятичленного кільця відщеплюється ізогексаниловий бічний ланцюг, що розпадається на оксид вуглецю й метилбутиловий радикал. Цей радикал є досить хімічно активним, і при взаємодії із сірковмісними амінокислотами утворює метилбутенилмеркаптан, що має неприємний запах і навіть у незначних кількостях надає сторонній присмак пиву. Поряд з меркаптаном утворюються також інші речовини, що є похідними продуктами метилбутенилового радикалу, наприклад ізопрен або метилбутанол [3].

Між початком трансформації альфа-кислот при кип'ятінні суслу із хмелем і утворенням кінцевих продуктів у пиві існує довгий ланцюг послідовних стадій їхніх перетворень. Чітке визначення послідовності цих реакцій, тобто знання механізму окислювання альфа-кислот під дією кисню повітря, дозволить вирішити багато завдань поставлених перед пивоварством - це й раціональне використання хмелю й хмелепродуктів і підвищення колоїдної та смакової стійкості пива й цілий ряд інших завдань.

Окисна дія молекулярного кисню тривалий час привертає увагу дослідників. Для пояснення цього процесу був запропонований цілий ряд гіпотез. Найбільш імовірної виявилася теорія Баха-Енглера. Вона пояснювала утворення всіх продуктів, знайдених в окислених речовинах (альдегідів, кетонів, низькомолекулярних кислот і т.д.) у результаті чисто умоглядних побудов. Надалі було отримано багато експериментального матеріалу, що теорія Баха-Енглера пояснити не могла (автоприскорене окислювання, дія антиокислювачів, невеликі кількості яких можуть істотно загальмувати окислювання органічних речовин). Академік Н.Н.Семенов, що створив теорію ланцюгових вільно-радикальних реакцій і відзначений за це Нобелівською премією по хімії вдало з'єднав положення теорії Баха-Енглера з теорією ланцюгових вільнорадикальних реакцій, що дозволило сформулювати сучасні поняття про окиснення органічних речовин дикиснем.

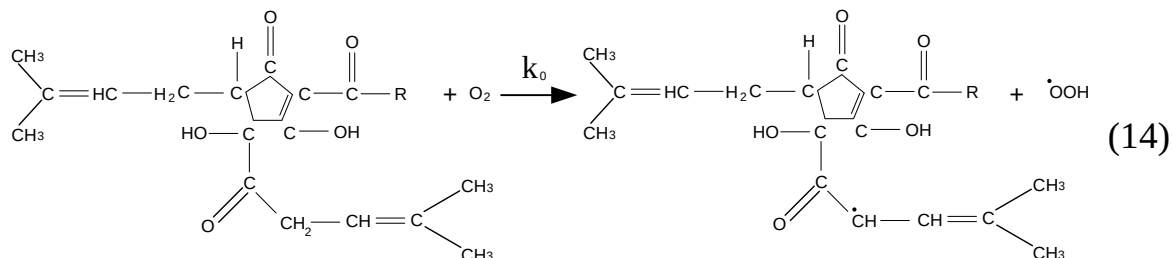
Загальна схема окиснення органічних речовин, як ланцюговий вільнорадикальний процес із виродженням розгалуженням, може бути представлена наступною послідовністю реакцій:



Для того, щоб ланцюгова реакція могла початися вільні радикали в системі повинні з'явитися. Багато молекул можуть розпадатися на радикали під дією різних випромінювань (ультрафіолетових променів, рентгенівських променів, потоку часток високої енергії). Утворення активних центрів можливо й у результаті хімічної реакції (1) та (2). Реальний процес окиснення протікає складніше, кількість продуктів, що утворюються, значно більше, ніж у наведеній схемі.

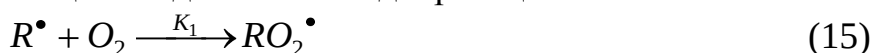
Розглянемо окиснення ізо-альфа-кислоти при кип'ятінні суслу із хмелем або хмелепродуктами за схемою запропонованою вище. На стадії зародження

ланцюгів для альфа-кислот найімовірніше характерна бімолекулярна реакція. Температура кипіння при окисненні суслу хмелем знижує ймовірність тримолекулярної реакції. При окислюванні атаці піддаються переважно метиленові групи, що перебувають у положенні 2 до подвійного зв'язку в ізогексаниловому бічному ланцюзі альфа-кислоти.



Якщо ця перша фаза ланцюгової реакції протікає при невисокій температурі, наприклад зберігання хмелю, або пива то вона може здійснюватися завдяки наявності в системі молекул ізо-альфа-кислот і кисню з підвищеною енергією, так званих «гарячих молекул», енергія яких може істотно перевищувати середню енергію молекул системи й бути достатнім для ініціювання. Сонячне світло, особливо його ультрафіолетовий компонент, підвищує енергію молекул системи, а отже, і швидкість реакції окиснення.

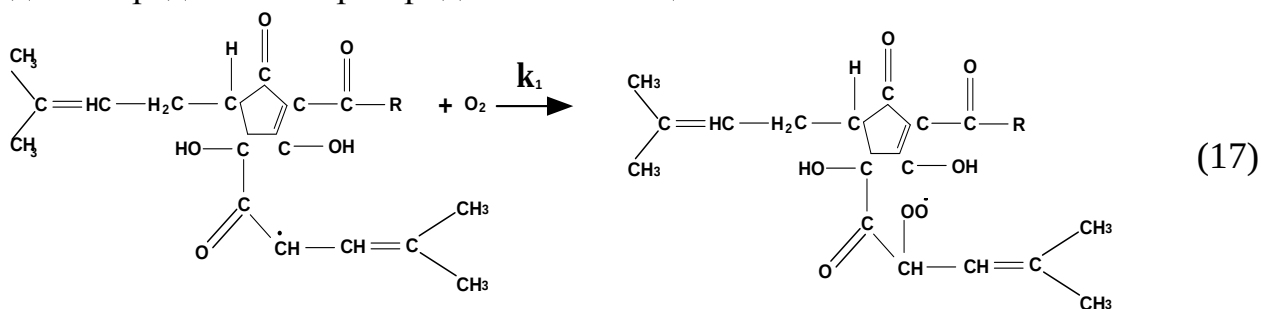
На стадії продовження ланцюгів здійснюється дві реакції:

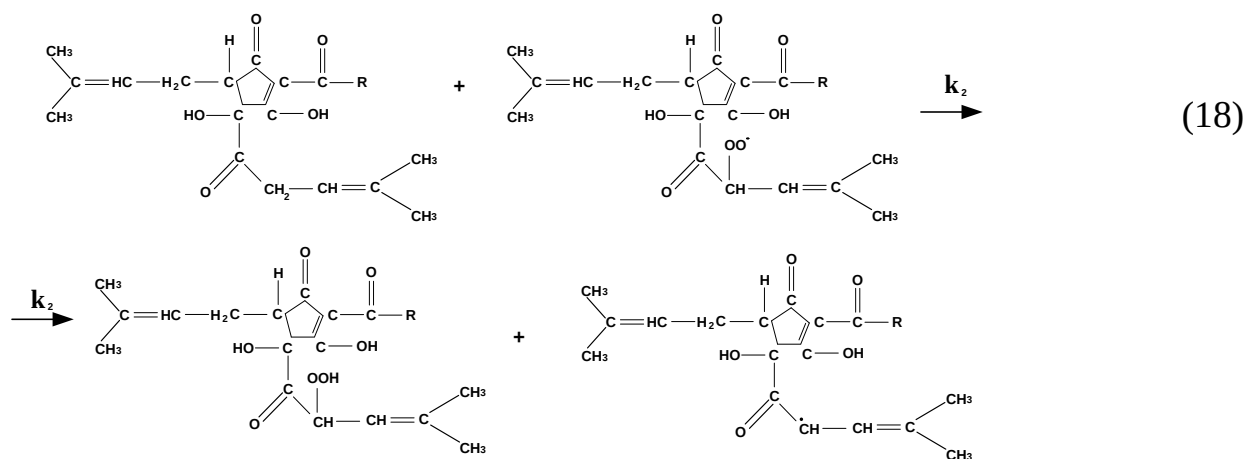


та

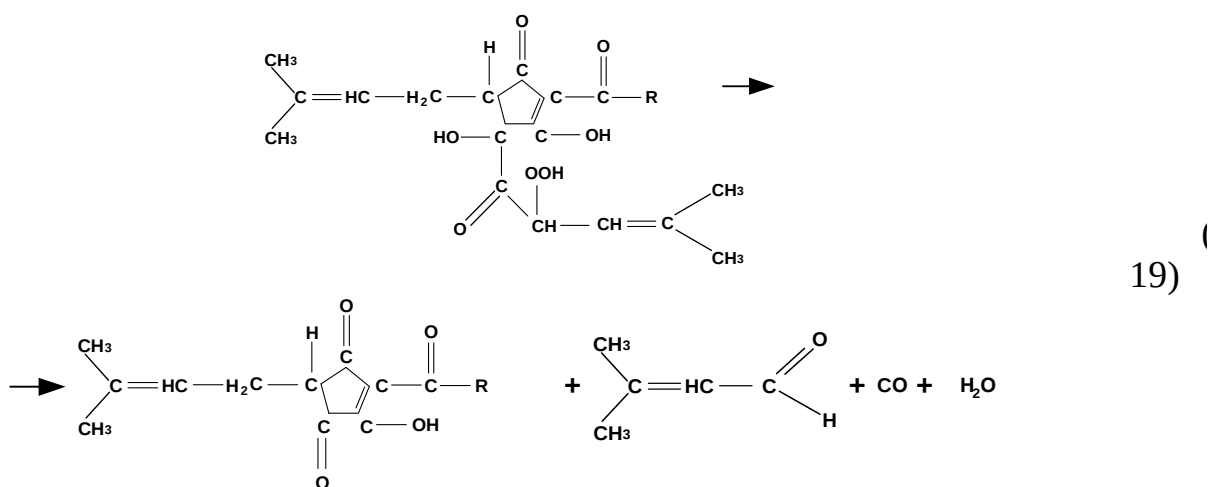


Перша з них протікає дуже швидко. При достатній концентрації кисню в реакційному середовищі, що окиснюється практично всі алкільні радикали перетворюються в пероксидні. Друга з реакцій продовження ланцюга набагато повільніша, що стосується місця атаки $\text{RO}_2^\bullet$ – радикала, а отже й накопиченню пероксидів, що утворюються потім. Як вже відзначалось вище, у ненасичених сполук атаці (переважно, але не винятково) піддаються С-Н-зв'язки атомів вуглецю, що перебувають у положенні 2 до подвійного зв'язку. В ізогексаниловому бічному ланцюзі ізо-альфа кислоти метиленова група є тільки з лівого боку від подвійного зв'язку. Саме ця група й піддається атаці й при зародженні радикалів і при продовженні ланцюгів.

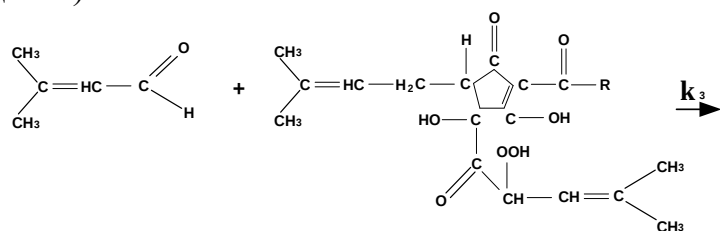


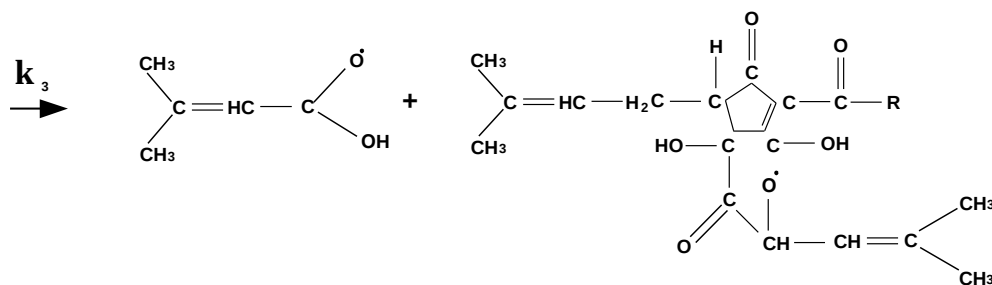


Оскільки гідроперокси-ізо-альфа-кислота, що утворилася, нестійка, вона розпадається на оксигумуленову кислоту і метилбутиленовий альдегід, оксид вуглецю, воду.



Гідроперокси, що утворилися є першими валентно-насиченими продуктами окиснення ізо-альфа-кислот. Однак стабільність таких гідропероксидів невелика. У суслі, що окиснюється, або пиві вони розпадаються по найбільш слабкому О-О зв'язку (реакції 5-9), при цьому утворюються вільні радикали й, у такий спосіб гідроперокси є ініціаторами ланцюгової реакції. Крім наведеної реакції для хмелевих смол що окислюються, характерні й інші реакції виродженого розгалуження ланцюгів. Справа в тому, що при окисненні накопичуються продукти, що містять пероксидні, спиртові карбонільні й інші функціональні групи. Гідроперокси можуть вступати з ними в реакції з утворенням вільних радикалів. Наприклад, гідроперокси можуть взаємодіяти з метилбутиленовим альдегідом з утворенням двох радикалів (вироджене розгалуження ланцюгів):





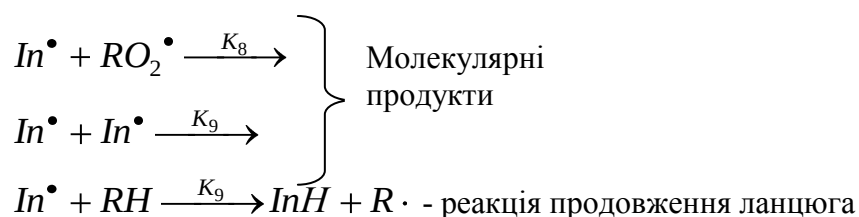
Радикал, що утворився з метилбутиленового альдегіду, дуже активний. Він реагує із сульфгідрильними групами білків з утворенням меркаптанів, що мають неприємний запах.

Таким чином, розглядаючи механізм процесу окислювання ізо-альфа-кислот, як ланцюговий вільнорадикальний процес із виродженим розгалуженням, дуже просто пояснити появу в окисленому суслі або пиві запаху «несвіжості» та гумулинових негірких кислот. Для того, щоб сповільнити окислювання ізо-альфа-кислот потрібно додати в сусло або пиво речовину, що швидко реагує з пероксидними радикалами. До таких речовин належать антиоксиданти з рослинної сировини (ТУ У 18.483-98), що реагують із пероксидними радикалами за схемою:



Прояв їхньої дії полягає в збільшенні індукційного періоду й зниженні швидкості окислювання.

В загальній схемі окиснення гірких речовин необхідно враховувати реакції в які вступає радикал $\text{In}^\bullet$, що утворився із молекули інгібітора.



Гальмуюча дія залежить від двох обставин: швидкості реакції взаємодії перекисних радикалів з інгібіторами по реакції (13) і від активності радикалів, що утворюються з молекул інгібіторів (чим менше активний радикал $\text{In}^\bullet$, тим сильніший ефект гальмування)

Список літератури: 1. Білокур Г.Д., Рибак Л.І., Данилова Л.А., Домарецький В.А. Напій вищої проби. // Харчова і переробна промисловість, 2002.-№7.-с.22-23 2. Хорунжина С.І. Биохимические и физико-химические основы технологии солода и пива.-М: Колос, 1999.-312 с. 3. Бэмфорт Ч. Новое в пивоварении/Ч. Бэмфорт(ред.); пер. с англ. И.С.Горожаниной, Е.С.Боровиковой.- СПб: Професия, 2007.-520 с. 4. Химия жиров /Б.Н.Тютюнников, З.И.Бухштаб, Ф.Ф.Гладкий и др.-М: Колос, 1992.-448 с

Поступила в редколлегию 13.04.2011

А.П. МЕЛЬНИК, д-р. техн. наук, проф., НТУ «ХП»

Т.В. МАТВЄЄВА, канд. техн. наук, наук, співр., НТУ «ХП»

С.О. КРАМАРЕВ, інж., НТУ «ХП»

О.І. ТКАЧ, УМГ «Харківтрансгаз», Харків

ЩОДО ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ВИДАЛЕННЯ РІДИН З СВЕРДЛОВИН

В роботі наведено результати порівняльного дослідження двох піноутворюючих реагентів Сніжок і Піносіл. Встановлено, що новий реагент Піносіл проявляє більшу піноутворюючу дію у мінералізованих водах, в тому числі і в присутності вуглеводнів, ніж Сніжок.

В работе приведены результаты сравнительного исследования двух пенообразующих реагентов Снежок и Пиносил. Установлено, что новый реагент проявляет большее пенообразующее действие в минерализованных водах, в том числе и в присутствии углеводородов, чем Снежок.

The report contains results about comparative investigations of two foam forming agents. Agent Snezhok and Pinosil found to show more foam-forming ability in highly mineralized water although in the presence of hydrocarbons as well compared with Snezhok.

Сьогодні при видобуванні нафти і газу виникає багато складних проблем. Більшість великих родовищ України знаходяться у стадії зменшення видобування при середній відпрацьованості початкових запасів до 60 – 90 %. Одним з реальних сценаріїв підвищення видобутку є іноваційно-ресурсний. Швидко підвищити коефіцієнт газовилучення, ефективність і якість робіт в нафтогазовому комплексі на сучасному етапі можна за рахунок хімізації технологічних процесів. Важливу роль в цьому процесі можуть зіграти поверхнево-активні речовини (ПАР). Перевага ПАР, які необхідні для підвищення ефективності і якості робіт в різних технологічних процесах газовидобування полягає в тому, що ці реагенти можна вводити в агресивні середовища і технологічні рідини у невеликій кількості, практично на будь-якій ділянці системи, яка функціонує, без суттєвого втручання в технологічні процеси буріння і капітального ремонту, видобування і транспортування [1]. Для інтенсифікації газовидобування відомо використання такої поверхнево активної речовини як піноутворювач Сольпен 10Т. Разом з тим цей піноутворювач не зовсім відповідає вимогам газових родовищ з кислотними та високо-мінералізованими середовищами. Альтернативною заміною може стати новий піноутворювач – Піносіл. У попередній роботі [2] наведено порівняння піноутворюючої здатності Піносілу з Сольпеном 10Т, де вказано, що Сольпен 10Т проявляє не тільки нижчу піноутворюючу здатність в порівнянні з Піносілом, але й зумовлює збільшення швидкості корозії. Крім того Піносіл відповідає багатьом експлуатаційним вимогам: робочому інтервалу температур застосування, можливості роботи у широкому інтервалу параметрів піноутворення, в'язкості, показникам товарної форми.

В нафтогазовій промисловості також відомо використання інших поверхнево активних речовин, наприклад Сніжок, Ferru та ін. Тому порівняння поверхнево-

активної композиції Піносіл з іншими подібними речовинами є актуальним. В зв'язку з цим мета роботи полягає у порівняльному вивченні поверхнево-активного реагенту Сніжок, що зберігався впродовж року, з Піносілом в сильно мінералізованих середовищах з додаванням вуглеводневої сировини при температурі 60 °С.

Як об'єкти дослідження використано новий поверхнево-активний реагент Піносіл та реагент Сніжок.

Предмет дослідження – піноутворююча здатність в сильно мінералізованих середовищах з додаванням вуглеводневої сировини (32 % керосину, 68 % дизельного палива) при різних відношеннях вода : вуглеводнева сировина.

Для проведення порівняльних випробувань поверхнево активних реагентів Сніжок і Піносіл було виготовлено модельні розчини води № 1 та води № 2. Компонентний склад модельних вод № 1 та № 2 з загальною мінералізацією відповідно 70 000 мг/л та 10000 мг/л наведено у таблиці 1.

Таблиця 1. Компонентний склад модельних розчинів води № 1 та води № 2

Вода	Назва компоненту	Концентрація компоненту, мг/л
№ 1	Na ₂ SO ₄	740
	CaCl ₂	8160
	MgCl ₂	3050
	NaCl	50000
№ 2	MgSO ₄	73,9
	CaCl ₂	391,1
	MgCl ₂	435
	NaCl	9100

Для визначення піноутворюючої здатності використано лабораторний піногенератор, як в [3] і концентрації ПАР 1 %, 2 %, 4 %, 6 %. Кожне випробування проведено три рази. Результати оброблено статистично за методом найменших квадратів, згідно [3]. Аналіз одержаних результатів свідчить про те, що і Сніжок і Піносіл проявляють високу піноутворюючу дію в модельній воді № 1 з додаванням вуглеводневої сировини при різних відношеннях вода : вуглеводнева сировина. Однак треба відмітити, що при відношенні вода : вуглеводнева сировина 50 : 50 піноутворююча дія Сніжка нижче, ніж у Піносіла (рис. 1).

При відношенні вода : вуглеводнева сировина 80 : 20 піноутворююча дія як Сніжка, так і Піносіла при їх концентраціях 1 %, 2 %, 4 % відсутня, але при концентрації 6 % Піносіл проявляє піноутворюючу дію при цьому ж відношенні вода : вуглеводнева сировина (рис. 2). При використанні модельної води № 2 з додаванням вуглеводневої сировини у невеликій кількості (5 %) піноутворюючий реагент Сніжок при концентраціях 1 %, 2 %, 4 % вже не діє в порівнянні з Піносілом (рис. 3).

Цей реагент починає проявляти піноутворюючі властивості лише при збільшенні концентрації, в той час як Піносіл проявляє високу піноутворюючу дію вже при низьких концентраціях.

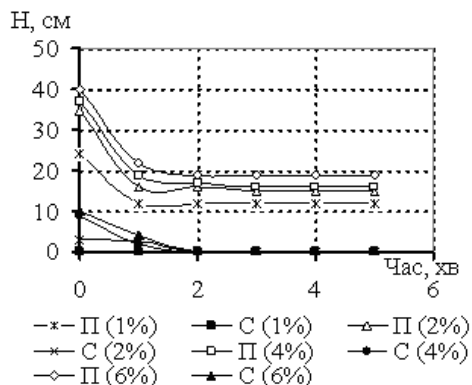


Рис. 1. Висота (Н) стовпа піни від часу при відношенні вода № 1/ВВ = 50 : 50

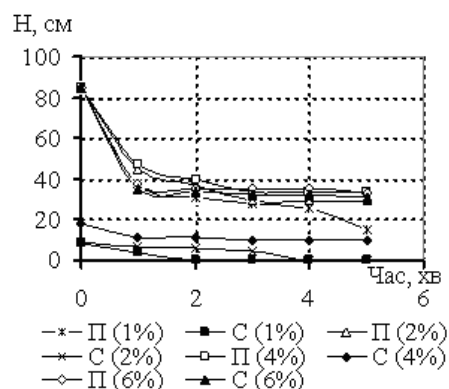


Рис. 2. Висота (Н) стовпа піни від часу при відношенні вода № 1/ВВ = 80 : 20

Таким чином даними дослідженнями доведено, що Піносіл можна пропонувати замість Сніжка для використання в промисловості при умовах, які розглянуті у випробуваннях.

Крім того, у роботі зроблена спроба удосконалити реагент Сніжок реагентом Піносіл. Результати випробувань надані в табл. 2. З одержаних результатів табл. 2 видно, що при відношенні

Сніжок : Піносіл = 80 : 20 піноутворююча дія реагенту Сніжок у мінералізованій воді № 1 підвищується за рахунок реагенту Піносіл.

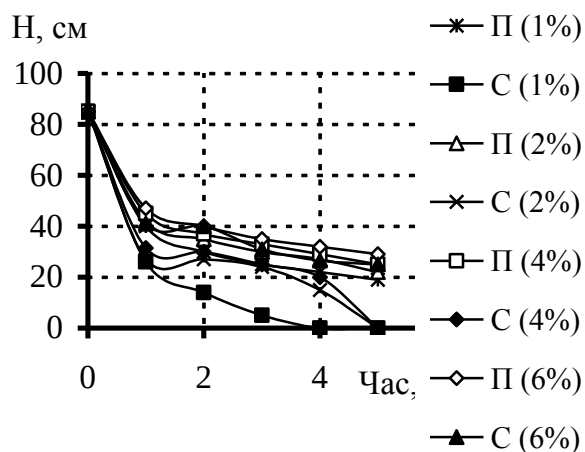


Рис. 3. Висота стовпа піни від часу при відношенні вода № 2/ВВ = 95 : 5

Таблиця 2. Піноутворююча здатність H_0 і стабільність піни H_i/h_i суміші реагентів Піносіла (П) та Сніжка (С)*

П : С	Висота піни H_i / рідини h_i через, хв					
	0	1	2	3	4	5
0 : 100	50/0	43/0,5	42/0,8	34/1,2	33/1,5	33/1,5
20 : 80	50/0	45/0,5	44,5/0,8	44,5/1,2	44,5/1,2	44,5/1,5
40 : 60	50/0	46,5/0,8	45/1,2	44/1,2	43/1,5	43/1,8
50 : 50	50/0	34/0,8	34/0,8	33/1	33/1,2	32/1,5
60 : 40	50/0	47/0,8	46/1	46/1,2	44/1,5	43/1,6
80 : 20	50/0	45/0,8	42/1	42/1,2	42/1,5	42/1,5
100 : 0	50/0	39/0,8	39/1	38,5/1,2	38,5/1,2	37/1,2

*при різних співвідношеннях П і С в 4 % концентраціях в воді № 1 при температурі 60 °С і вихідній висоті рідини 1,7 см

Однак при додаванні у мінералізовану воду № 1 вуглеводневої сировини піноутворююча дія цієї суміші ПАР різко зменшується (таблиця 3).

З таблиці 3 також видно, що піноутворююча дія суміші реагентів при відношенні П : С = 50 : 50 вище, ніж при відношеннях 20 : 80 при різних відношеннях ВВ : Н₂О. Отже реагент Сніжок може бути використаний в сумішах з реагентом Піносіл для вспінювання систем вуглеводні – вода. В той же час у відсутності вуглеводнів як Піносіл так і Сніжок проявляють достатньо високу піноутворюючу здатність.

Таблиця 3. Піноутворююча здатність Н₀ і стабільність піни Н_i/h_i суміші реагентів Піносіла (П) та Сніжка (С)*

П : С	ВВ : Н ₂ О	Висота піни Н _i / рідини h _i через, хв					
		0	1	2	3	4	5
20 : 80	10 : 90	50/0	32/0,3	28/0,5	26/1,1	27/1,5	
20 : 80	30 : 70	40/0	23/0,5	20/0,8	17,5/1,2	17/1,5	16/1,5
20 : 80	50 : 50	14/0	3/1,5	-	-	-	-
50 : 50	10 : 90	85/0	45/0,5	41/0,7	31/1,2	30/1,3	30/1,3
50 : 50	30 : 70	85/0	42/0,5	38/0,8	30,5/1,2	28/1,3	24/1,4

*при різних співвідношеннях П і С в 4 % концентраціях при температурі 60 °С в різних об'ємних концентраціях вуглеводневої сировини (ВВ) та води № 1 і вихідній висоті рідини 1,7 см

Висновки: 1. Встановлено, що піноутворююча дія реагенту Піносіл в сумішах мінералізованої води з вуглеводневою сировиною при різних співвідношеннях між ними та температурі 60 °С вище, ніж реагенту Сніжок при тих же умовах. 2. З'ясовано, що реагент Сніжок при концентрації 1 %, 2 %, 4 % в ряді випадків в сумішах мінералізованої води з вуглеводневою сировиною при різних співвідношеннях між ними при температурі 60 °С не проявляє піноутворюючої дії. Реагент Піносіл проявляє піноутворення в цих умовах при низьких концентраціях. 3. За отриманими результатами досліджень реагент Піносіл може бути використаним замість Сніжка в нафтогазовій промисловості. 4. Знайдено співвідношення між реагентами Сніжок і Піносіл, при якому піноутворююча дія реагенту Сніжок різко збільшується. 5. Піносіл і Сніжок можуть бути використані як ефективні піноутворювачі в водних середовищах.

Список літератури: 1. Петров Н.А. Синтез анионных и катионных ПАВ для применения в нефтяной промышленности / Петров Н.А., Юрьев В.М., Хисаева А.И. – Уфа: УГНТУ, 2008. – 54 с. 2. Поверхнево-активный реагент для интенсифікації видалення рідин з свердловин / А.П. Мельник, Я.І. Сенишин, Т.В. Матвєєва [та ін.] // Питання розвитку газової промисловості України. – 2009. – Вип. 37. – С. 197 – 202. 3. Мельник А.П. Практикум з хімії та технології поверхнево-активних похідних вуглеводневої сировини / Мельник А.П., Чумак О.П., Березка Т.О. – Харків: Курсор, 2004. – 277 с.

Поступила в редколлегию 15.03.2011

А.П. МЕЛЬНИК, д-р. техн. наук, , проф., НТУ «ХП»

Т.І. МАРЦЕНЮК, інженер-хімік, ТОВ «НДЦ водопостачання та якості води»

С.Г. МАЛІК, інж., НТУ «ХП»

КІНЕТИКА АМІДУВАННЯ СОЄВОЇ ОЛІЇ МОНОЕТАНОЛАМІНОМ

Досліджено кінетику амідування соєвої олії моноетаноламіном при температурах 373К – 423К. Показано, що при цьому протікають три різні реакції: з утворенням ацилгліцеринів і моноетаноламідів жирних кислот. Знайдено константи швидкості, визначено термодинамічні параметри реакції.

Исследована кинетика амидирования соевого масла моноэтаноломином при температурах 373К – 423К. Показано, что при этом протекают три разные реакции: с образованием ацилглицеринов и моноэтаноламидов жирных кислот. Найдены константы скорости, определены термодинамические параметры реакции.

The kinetics of amidation of soybean oil with monoethanolamine at temperatures 373K - 423K have been investigated. Shown, that in this proceeding three different reactions: the formation acylglycerols and fatty acid monoethanolamides. Found rate constants, determined thermodynamic parameters of the reaction.

До розвинутих і працюючих галузей промисловості нашої країни відносяться харчова, переробна та інші. На підприємствах з виробництва харчових продуктів, побутової хімії велика частина сировини є імпортованою. Зокрема, виробництво моно - і діацилгліцеринів жирних кислот, які найбільше використовують у харчових продуктах в нашій країні як емульгатори, відсутнє. Вихідною сировиною для виробництва за окремими і складними технологіями як моно - діацилгліцеринів, так моно - діетаноламідів жирних кислот є олії і жири рослинного та тваринного походження, що виробляються у великих обсягах в Україні [1]. Раніше [2] запропоновано новий напрямок одержання цих ПАР з використанням реакції амідування, який реалізовано на прикладі амідування соняшникової олії моноетаноламіном. На основі кінетичних досліджень [2] одночасного отримання моноацилгліцеринів і моноетаноламідів жирних кислот з соняшникової олії запропонована технологія їх одержання. Кінетика амідування інших олій, наприклад соєвої з одночасним одержанням таких класів продуктів не відома. Тому мета дослідження полягає у вивченні особливостей кінетики амідування моноетаноламіном соєвої олії.

Кінетичні дослідження взаємодії соєвої олії (СО) з моноетаноламіном було проведено в реакторі ідеального змішування як в [2] при мольному відношенні СО:МЕА 1:1, в діапазоні температур 373 - 423К через кожні 10 ° впродовж 4 годин. В процесі синтезу з реакційних мас через визначені проміжки часу відбирались зразки, в яких визначались концентрації вільного аміну, моноацилгліцеринів та гліцерину згідно [3]. Концентрації амідів визначено як у [2]. Концентрацію ТАГ і ДАГ у реакційних масах розраховано за системою рівнянь матеріального балансу компонентів реакційних мас і ацилів. Як сировину

використано соєву олію згідно ДСТУ 4534:2006 [4]; Моноетаноламін (МЕА) фірми Akzo Mobil використано з наступними характеристиками: масова частка основної речовини 99,8 % та масова частка води 0,1%.

Виходячи з компонентного складу реакційних мас, який встановлено з використанням хроматографії в тонкому шарі, взаємодію триацилгліцеринів ТАГ соєвої олії з моноетаноламіном МЕА можна представити наступними хімічними реакціями:



де ДАГ, МАГ, АА – діацилгліцерини, моноацилгліцерини, моноетаноламід жирих кислот; Гл – гліцерин.

За експериментальними величинами поточних концентрацій компонентів реакційних мас від часу побудовані кінетичні залежності рис.1 – 3.

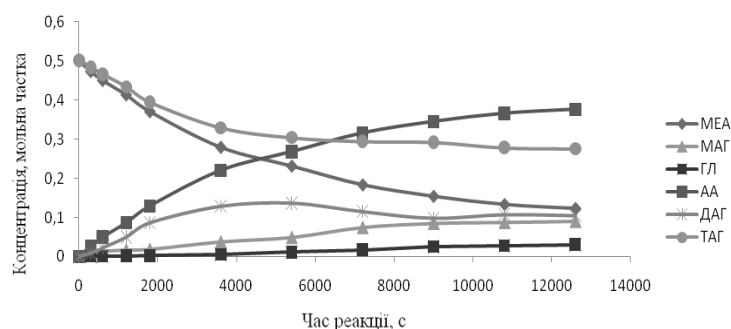


Рис.1 Залежність зміни компонентного складу реакційної маси при мольному відношенні ТАГ соєвої олії і МЕА 1:1 та температурі 373 К

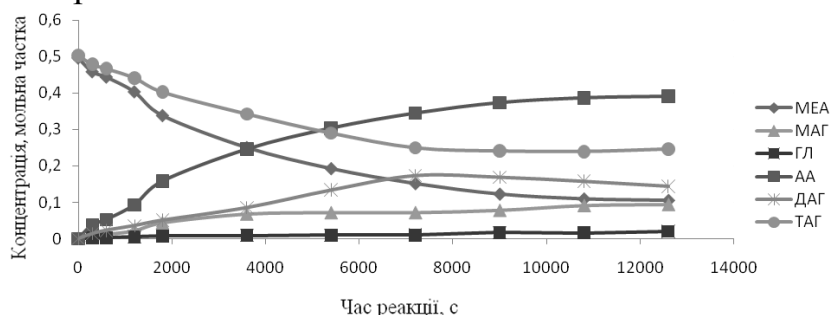


Рис. 2 Залежність зміни компонентного складу реакційної маси при мольному відношенні ТАГ соєвої олії і МЕА 1:1 та температурі 383 К

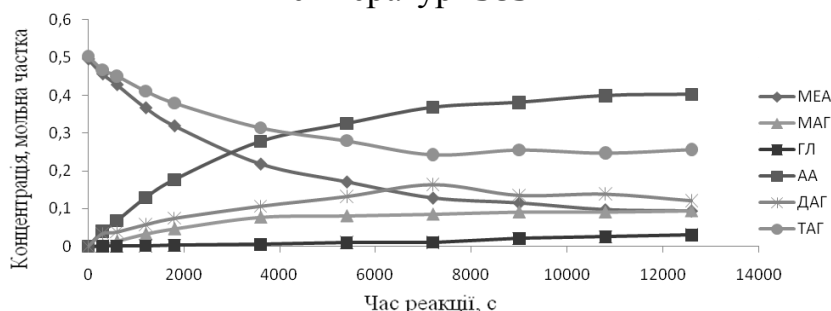


Рис. 3 Залежність зміни компонентного складу реакційної маси при мольному відношенні ТАГ соєвої олії і МЕА 1:1 та температурі 393 К

Раніше [5] встановлено, що реакції амідування соєвої олії є реакціями другого порядку. Використовуючи кінетичні рівняння другого порядку, визначено згідно [6] константи швидкостей реакцій (1 – 3.) при різних температурах (таблиця1).

Таблиця 1.Константи швидкостей реакції взаємодії ТАГ соєвої олії з моноетаноламіном при різних температурах.

Температура К	Константа швидкості •10 ⁴ , 1/(мол.ч.•с.)								
	K ₁	K _{1i+10} /K ₁	K ₂	K ₁ /K ₂	K _{2i+10} /K ₂	K ₃	K ₁ /K ₃	K ₂ /K ₃	K _{3i+10} /K ₃
373	1,81	–	0,38	4,76	–	0,02	9,05	19,0	–
383	3,20	1,77	0,56	5,71	1,47	0,03	10,67	18,7	1,5
393	4,11	1,28	1,00	4,11	1,78	0,04	10,27	25,0	1,3
403	5,12	1,24	1,46	3,51	1,46	0,08	64,0	18,2	2,0
413	7,18	1,40	1,78	4,03	1,22	0,10	71,8	17,8	1,25
423	10,4	1,45	2,23	4,66	1,25	0,11	94,5	20,3	1,1

Одержані результати таблиці 1. свідчать про те, що константи швидкості всіх трьох реакцій з підвищенням температури збільшуються. Реакція ТАГ з МЕА характеризується найбільшими константами швидкостей. При збільшенні температури на кожні 10 К константи швидкостей перетворення ТАГ збільшуються в середньому, в 1,428 разів, перетворення ДАГ в МАГ – в 1,436 разів і МАГ в гліцерин та АА – в 1,23 рази. Швидкість ТАГ в середньому у 4,46 рази більша швидкості амідування ДАГ. В свою чергу амідування ДАГ у 6,41 раз швидше порівняно з амідуванням МАГ.

Порівняння констант швидкостей реакції взаємодії МЕА з ТАГ, ДАГ та МАГ (таблиця 1) вказує на те, що при переході від першої реакції до третьої реакції швидкість взаємодії МЕА з ацилгліцерином систематично знижується. При цьому швидкість реакції МЕА з ТАГ в середньому в 4,76 разів більша порівняно з реакцією МЕА з ДАГ і в середньому у ~ 43 рази порівняно з реакцією МАГ з МЕА. В той же час реакція взаємодії ДАГ з МЕА в 6,41 рази швидше порівняно з реакцією МАГ з МЕА. Енергія активації зростає (табл. 2) при переході від взаємодії ТАГ з МЕА до МАГ з МЕА. Це говорить про те, що реакція амідування ТАГ МЕА більш ймовірна, ніж амідування ДАГ чи МАГ. Порівнюючи енергію активації трьох стадій, з'ясовано, що перехідний стан при амідуванні МАГ потребує більше енергії чим при амідуванні ТАГ чи МАГ. швидкість реакції більше змінюється з температурою на III стадії, тому що енергія активації цієї стадії більша, ніж I або II стадій.

Таблиця 2. Термодинамічні параметри реакції взаємодії ТАГ соєвої олії з МЕА

Реакція	Ea, кДж/моль	ΔH, кДж/моль	ΔS, Дж/моль	ΔG, кДж/моль
ТАГ+МЕА	42,72	39,48	-219,92	125,17
ДАГ+МЕА	47,82	44,58	-219,43	130,08
МАГ+МЕА	48,25	45,01	-243,10	139,74

Негативні значення ентропій реакцій свідчать про більшу впорядкованість перехідного стану порівняно з початковим станом. При цьому впорядкованість зростає при переході реакції ТАГ + МЕА до реакції МАГ + МЕА, що можливо обумовлено утворенням гідроксильних груп МАГ. Зміни вільних енергій також підтверджують те, що найбільш термодинамічно вигідною реакцією серед

досліджуваних є реакція ТАГ + МЕА. Величини ентальпій вказують на те, що для здійснення всіх цих реакцій необхідна додаткова енергія. Такий характер змін термодинамічних параметрів дозволяє віднести досліджувані реакції до бімолекулярних реакцій заміщення S_N2 [7]. На основі отриманих результатів створена система диференціальних рівнянь, які описують швидкості утворення чи зникнення компонентів реакційних мас:

$$\frac{dC_{ТАГ}}{d\tau} = -K_1 \cdot C_{ТАГ} \cdot C_A \quad (5)$$

$$\frac{dC_{ДАГ}}{d\tau} = -K_2 \cdot C_{ДАГ} \cdot C_A + K_1 \cdot C_{ТАГ} \cdot C_A \quad (6)$$

$$\frac{dC_{МАГ}}{d\tau} = -K_3 \cdot C_{МАГ} \cdot C_A + K_2 \cdot C_{ДАГ} \cdot C_A \quad (7)$$

$$\frac{dC_{АА}}{d\tau} = K_1 \cdot C_{ТАГ} \cdot C_A + K_2 \cdot C_{ДАГ} \cdot C_A + K_3 \cdot C_{МАГ} \cdot C_A \quad (8)$$

$$\frac{dC_{ГЛ}}{d\tau} = K_3 \cdot C_{МАГ} \cdot C_A \quad (9)$$

$$\frac{dC_A}{d\tau} = -K_1 \cdot C_{ТАГ} \cdot C_A - K_2 \cdot C_{ДАГ} \cdot C_A - K_3 \cdot C_{МАГ} \cdot C_A \quad (10)$$

де K_1 , K_2 , K_3 – константи швидкості відповідних реакцій; C_A , $C_{ТАГ}$, $C_{ДАГ}$, $C_{МАГ}$ – концентрації моноетаноламіну, ТАГ, ДАГ і МАГ відповідно.

В результаті виконаних досліджень встановлено, що амідування соєвої олії моноетаноламіном можна описати трьома реакціями. Також визначені константи швидкості реакції на кожній стадії в інтервалі температур 373 – 423 К. Створено систему диференціальних рівнянь, яка встановлює взаємозв'язок між швидкостями зникнення реагентів чи утворення продуктів реакції з їх константами швидкостей та концентраціями.

Список літератури: 1. Ковалёв В. М. Перспектива организации производства ПАВ в Украине / Ковалёв В. М., Юрченко И. А., Горин Ю. В. // Хімічна промисловість України. — 2000. — № 4. — С. 10. 2. Мельник А.П. Технологія отримання моноетаноламідів із олій та жирів. / Мельник А.П., Матвєєва Т.В // Вестник НТУ „ХПИ”. — 2002. — № 2, Ч.1. — С. 89-93. 3. AOCS Official Method Cd 11–57: alpha-Monoglycerides. 4. Олія соєва. Технічні умови. ДСТУ 4534:2006. [Чинний від 2007-04-01]. — К. : Держспоживстандарт України 2007. — 19 с. — (Національний стандарт України). —5. Мельник А.П. Одержання моно – діацилгліцеринів і моноетаноламідів амідуванням соєвої олії. / Мельник А.П., Марценюк Т.І., Малік С.Г.// Вестник НТУ „ХПИ”. — 2010. — № 44 – С. 92-96. 6. Мельник А.П. Практикум з хімії та технології поверхнево-активних похідних вуглеводневої сировини: навч. посібник / Мельник А.П., Чумак О.П., Березка Т.О. – Харьков: Курсор, 2004. – 277 с. 7. Беккер Г. Введение в электронную теорию органических реакций. – М.: Мир, 1977. – 658 с.

Поступила в редколлегию 27.04.2011

УДК 66.095.253

С.А.ПАНЕНКО, асп., НТУ «ХПИ»

А.Г.БЕЛОБРОВ, канд. техн. наук, проф., НТУ «ХПИ»

И.В.ЛЫСОВА, канд. хим. наук, доц., НТУ «ХПИ»

ИСТОЧНИКИ СЫРЬЯ И ПОЛУЧЕНИЕ

МОНОАЛКИЛНАФТАЛИНОВ

У статті розглянуті джерела сировини для отримання алкілпохідних нафталіну. Надано методику отримання ізопропілнафталіну, що може бути легко здійснена, а також проаналізовано каталізатори, що використовуються при алкілюванні спиртами. Наведено виходи α - та β -алкілнафталінів, отримані за наведеною методикою.

В статье рассмотрены источники сырья для получения алкилпроизводных нафталина. Предоставлена методика получения изопропилнафталина, которая может быть легко осуществлена, а также проанализированы катализаторы, используемые при алкилировании спиртами. Приведены выходы α - и β -алкилнафталинов, полученные по приведенной методике.

In the article the raw material sources to produce alkylated derivatives of naphthalene have been reviewed. The technique for production of isopropylnaphthalene has been represented, that could be easily carried out, and the catalysts have been analyzed to be used in alkylation by the alcohols as well. The yields of α - and β -alkylnaphthalenes obtained according given method have been reported.

В последнее время большое внимание уделяется алкилароматическим углеводородам – как основам синтетических масел и других нефтепродуктов [1]. Алкилнафталины приобретают все большее значение для промышленности органического синтеза. На их основе можно синтезировать ряд ценных продуктов, как например, винил- и изопропенилнафталины, нафтолы и другие [2].

Основным источником сырья для производства алкилнафталинов является нафталин [1]. Нафталин – один из крупнотоннажных коксохимических продуктов – широко применяется в производстве фталевого ангидрида, антрахинона, в синтезе лекарственных препаратов, в производстве красителей, а также при получении агрохимических препаратов [3]. В последнее время внимание исследователей стали привлекать различные продукты нефтепереработки, содержащие нафталин и его метилзамещённые производные [4]. Наибольший интерес в этом плане представляет легкий каталитический газойль (легкое рецикловое масло с установок каталитического крекинга нефтеперерабатывающих заводов), продукты с установок риформинга керосина, а также смолы, образующиеся при пиролизе в производстве этилена. Рецикловое масло каталитического крекинга обычно содержит от 20 до 45% (мас.) нафталина и его производных, в состав которых наряду с моно- и диметилнафталинами входят три- и тетраметилнафталины и изопропилнафталины в количестве от 10 до 20% [5].

Немецкой фирмой DECHEMA разработан процесс выделения нафталина чистотой >99% из технической смеси с применением метода многостадийной (4-7 ступеней) противоточной кристаллизации [6]. Другие пути глубокой очистки нафталина заключаются в применении методов экстракционной ректификации и каталитической гидроочистки [3]. Получаемый таким образом нафталин удовлетворяет требованиям для производства 2,6-диметилнафталина, 2-изопропил и 2,6-диизопропилнафталина. При этом 2-изопропилнафталин представляет интерес в качестве сырья для безотходной технологии получения 2-нафтола, а 2,6-диизопропилнафталин – для получения термостойких жидкокристаллических полиэфиров [5, 7-10].

Синтез алкилнафталинов может быть осуществлён двумя принципиально различными путями: 1) введением алкильной группы в молекулу нафталина и его производных и 2) превращением алкилпроизводных бензола в производные нафталина с образованием второго ароматического цикла.

Интерес представляет получение алкилнафталинов введением алкильной группы в молекулу нафталина доступными алкилирующими агентами, одними из которых являются спирты. Алкилнафталины легко синтезируются конденсацией нафталина с соответствующими спиртами в присутствии хлоридов металлов, фтористого водорода, серной кислоты, алюмосиликатов и других катализаторов. Установлено, что с участием фтористого бора алифатические спирты образуют β -замещённые нафталина [11]. При проведении реакции алкилирования спиртами или олефинами с фтористым бором или фтористым водородом как катализатором не образуется окрашенных и смолистых побочных продуктов, которые часто получают при применении хлористого алюминия.

Алкилирование первичными спиртами в присутствии хлористого алюминия обычно протекает без перегруппировки, но при применении в качестве катализатора серной кислоты или фтористого бора перегруппировка имеет место [12].

Известен способ получения большого ряда алкилнафталинов путём взаимодействия нафталина с избытком комплекса BF_3 со спиртами при температуре $165\text{--}170^\circ\text{C}$ в течение 6-8 часов. И.А. Ромаданом приведено алкилирование нафталина изопропиловым, изобутиловым и изоамиловым спиртами. Получены моно- и диалкилнафталины с выходами 90-98% в пересчете на исходный нафталин. BF_3 вызывает изомеризацию вторичных радикалов в третичные. При реакции с изоспиртами промежуточными алкилирующими агентами, по-видимому, являются олефины, образующиеся благодаря более легкому отщеплению воды от спиртов изо-строения по сравнению с нормальными спиртами. Продолжительность реакции с изоспиртами 2,5-3 часа. При алкилировании изопропиловым спиртом получены 1,4-диизопропилнафталин и почти в равных количествах 1- и 2-моноизопропилнафталины [13].

Реакция алкилирования нафталина спиртами может быть осуществлена также в присутствии серной кислоты концентрацией 70-80%. В этом случае серную кислоту нагревают до $70\text{--}80^\circ\text{C}$ и при перемешивании, медленно, в течение 3-5 часов, приливают смесь нафталина и спирта [14].

Изопропилнафталин может быть получен путём взаимодействия изопропилового спирта, нафталина, взятого в 2-5-ти кратном избытке и эквимолярном количестве серной кислоты при 20°C в течении 16 часов и непрерывном перемешивании реакционной массы. Выход продукта по этому способу составляет 20%.



Недостатком этого способа является низкий выход конечного продукта за счет недостаточных водоотнимающих свойств серной кислоты при температуре

реакции, которую нельзя повысить из-за возможности побочного процесса – сульфирования нафталина [15].

С нашей точки зрения, целесообразным является получение моно изопропилнафталинов путём взаимодействия изопропилового спирта, нафталина и водоотнимающего средства – полифосфорной кислоты.

Экспериментальная часть:

Синтез α - и β -алкилнафталинов [16].

В трёхгорлую колбу ёмкостью 1 л, снабжённую механической мешалкой, термометром и обратным холодильником, загружали 230 г (140 мл) 85%-ной ортофосфорной кислоты и при перемешивании и охлаждении, присыпали небольшими порциями 170 г P_2O_5 . Реакционную массу охлаждали до температуры 50-60⁰С и добавляли 128 г (1 моль) нафталина и 180 г (188 мл, 3 моля) изопропилового спирта (спирт приливали в два приёма, что связано со снижением активности катализатора в результате выделяющейся при реакции воды [17]).

При энергичном перемешивании до образования мелкой эмульсии реакционную массу нагревали на кипящей водяной бане 7 часов. По окончании реакции массу охладили до комнатной температуры и с помощью делительной воронки отделили нижний слой, содержащий полифосфорную кислоту, а оставшийся органический продукт промыли водой и посушили над безводным хлористым кальцием в течении 24 часов, после чего отфильтровали на воронке Бюхнера. Выход составил 168 г (98,82%). Полученное вещество представляет собой прозрачную жидкость со слабым желто-коричневым цветом. Контроль за полнотой протекания реакции осуществляли по количеству не прореагировавшего нафталина (7,56 г или 4,5%), который собрали в первой фракции при вакуумной перегонке. После вакуумной перегонки технического продукта получили светло-желтые жидкости, практически без запаха, представляющие собой α -изопропилнафталин (118 г или 70,2 %) и β -изопропилнафталин (31,42 г или 18,7%) Оставшиеся 12,1% в виде кубовых остатков состоят из диизопропилнафталина. Определили температуры кипения веществ: α -изопропилнафталин – 262⁰С и β -изопропилнафталин – 267⁰С. По справочным данным: α -изопропилнафталин – $t_{кип}=263-264^0C/769$ мм рт. ст, 132⁰С /12 мм рт. ст. [18], β -изопропилнафталин – $t_{кип}=268,2^0C$ [19].

В результате выполненных исследований проанализированы данные по получению алкилпроизводных нафталина при алкилировании спиртами. Очевидным является использование изопропилового спирта в качестве алкилирующего агента и полифосфорной кислоты в качестве водоотнимающего средства для получения изопропилнафталинов. Преимуществами алкилирования по данной методике являются: относительно невысокая температура и продолжительность реакции, возможность использования полифосфорной кислоты в последующих синтезах, а также получение диизопропилнафталинов в небольшом количестве. Полученные α - и β -изопропилнафталины планируется использовать для получения гидропероксидов этих соединений.

Список литературы: 1. Белов П. С. Применение и получение алкилнафталинов.– М., ЦНИИТЭнефтехим, 1984.– 49 с. 2. Каракулува Г.И., Бондаренко А.В., Фарберов М.И., Смирнов

З.В. Получение β -алкилнафталинов. Нефтехимия, 1965, т. V, №6, с. 856-862. 3. Зарецкий М.И. Очистка коксохимического нафталина. Кокс и химия, 2002, №6, с. 19-23. 4. Доналдсон Н. Химия и технология соединений нафталинового ряда. –М.:Госхимиздат, 1963, 603 с. 5. Озеренко А.А. Использование нафталина и его метилзамещённых производных для получения полиэфиров. Кокс и химия, 2007, №3, с. 24-36. 6. Collin. G. Prospects for Coal Science in the 21st century / Proc. 10th Intern. Conf. on Coal Science / Ed. B.Q. Li, Z. Y. Liu. – Taiyan (P. R. China): Shanxi Sci. And Technol. Press, 1999, v.II, p. 941-944. 7. Пат №4962260 USA [C07C5/27B2F](#); [C07C5/27B2J](#). [Preparation of a dimethylnaphthalene](#) / D. Sikkenga, I. Zaenger, G. Williams; заявитель и патентообладатель Amoco Corporation, Chicago.– заявл. 27.02.1989; опубл. 09.10.1990. 8. Пат. №5670704 USA [C07C6/12D](#). [Selective production of 2,6-dimethylnaphthalene](#) / Gary P. Hagen, Deborah T. Hung; заявитель и патентообладатель Amoco Corporation, Chicago.– заявл. 26.06.1990; опубл. 23.09.1997. 9. Пат №6072098 USA [C07C15/24](#); [C07C5/27B2F](#); [C07C51/265](#); [C07C7/00C](#); [C07C7/14](#). [Process for producing highly pure 2,6-dimethylnaphthalene](#) / M. Takagawa, R. Shigematsu; заявитель и патентообладатель Mitsubishi Gas Chemical Company.– заявл. 15.03.1996; опубл. 06.06.2000. 10. Фарберов М. И. Пространственные факторы при получении изопропилнафталина и его окислении. Доклады Акадмии наук СССР. –Москва: Изд-во “Наука”, 1968, т. 179, №6, с. 1359-1361. 11. Мамедалиев Ю.Г. Алкилнафталины. Успехи химии, 1954, т. 23, вып. 7, с.876-900. 12. Адамс Р., Бахман В., Джонсон Дж., Снайдер Г., Физер Л. Органические реакции. Сборник 3 / Перевод с англ. под ред. К.А. Кочешкова. –М.: 1951, 471 с. 13. Ромадан И.А. Алкилирование нафталина изоспиртами в присутствии BF₃. ЖОХ, 1957, т.27, №7, с.1939-1941. 14. Храмкина М.Н. Практикум по органическому синтезу. Изд. 4-е, испр. –Л.: «Химия», 1977, 320 с. 15. *Badr M. Z. Alkylation of the Aromatic Nucleus. Naphtalene. Journal of the Chemical Society*, 1965, p. 4101-4107. 16. Пат. №93050474 Украина, МКИ C07C15/24, C07C37/00. Способ получения изопропилнафталина / Шершуков В. М., Уланенко К. Б.; заявитель и патентообладатель НТК “Институт монокристаллов”.–от 27.01.1993. 17. *Гурвич Я.А., Кумок С.Т. Химия и технология промежуточных продуктов, органических красителей и химикатов для полимерных материалов. Учебное пособие для проф.-тех. учеб. заведений.*–М.:«Высш. школа», 1974, 327 с. 18.. Словарь органических соединений. В трех томах. Том 2 / ред. англ. изд. И. Хейльброн и Г.М. Бэнбери. –М: Изд-во иностр. лит-ры, 1949, с. 458. 19. Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров и врачей. Изд. 7-е, пер. и доп. В трех томах. Том 1. Органические вещества / Под ред. проф. Н.В. Лазарева и докт. мед. наук Э.Н. Левиной – Л., “Химия”, 1976, с. 132.

Поступила в редколлегию 27.04.2011

УДК 664.3:547

А.П. МЕЛЬНИК, д-р. техн. наук, ., проф., НТУ “ХП”

В.Ю. ПАПЧЕНКО, мнс., НТУ “ХП”

ОТРИМАННЯ ПІНОМІЮЧОЇ КОМПОЗИЦІЇ

Створено піноміючу композицію на основі продуктів реакції амідуювання соняшникової олії діетаноламіном. Визначено в'язкість отриманих композицій. Встановлено можливість використання отриманих продуктів, як згущувачів у складі піноміючої композиції.

Разработана пеномоящая композиция на основе продуктов реакции амидирования подсолнечного масла диэтанол амином. Определена вязкость полученных композиций. Установлена возможность использования полученных продуктов, как загустителей в составе пеномоящей композиции.

The development of foam-washing formulation based on the reaction products of sunflower oil amidation with diethanolamine has been carried out. The viscosity of formulating compositions

obtained has been determined. The possibility to use the products obtained as thickeners in foam-washing formulation composition has been proved.

До складу рослинних олій входять, як основні компоненти, триацилгліцерини (ТАГ), що є сировиною для одержання моно- і діацилгліцеринів (МАГ і ДАГ), які в свою чергу є поверхнево-активними речовинами (ПАР). Також рослинні олії чи жирні кислоти, які з них отримують, є сировиною для отримання алкілоламідів жирних кислот, зокрема, діетаноламідів жирних кислот (ДЖК), які виробляють багатостадійним синтезом з жирних кислот [1, 2]. Якщо МАГ і ДАГ, в основному, використовують як емульгатори в харчовій промисловості, то ДЖК знаходять застосування як ПАР в різних галузях промисловості, зокрема при виробництві миючих засобів, шампунів, косметичних продуктів та фармацевтичних препаратів. У косметичці ДЖК використовують при отриманні шампунів для підвищення в'язкості і стійкості піни, а також пом'якшення впливу миючого засобу на шкіру [3]. На цей час відсутнє вітчизняне виробництво ДЖК, і для промислового виробництва шампунів, миючих засобів використовують ПАР закордонного виробництва.

У попередніх роботах [4 – 7] представлено одночасне отримання МАГ та ДЖК за реакцією амідування соняшникової олії (СО) діетаноламіном (ДЕА). В роботі [8] було оцінено деякі поверхнево-активні властивості ДЖК у суміші з МАГ і ДАГ, що одержані реакцією амідування СО ДЕА, і співставлено властивості цих продуктів з продуктами, які отримані за відомими технологіями конденсації жирних кислот з ДЕА і конденсації ефірів жирних кислот [1, 2]. Тому отримання піномиючої композиції на основі одержаних раніше [4 – 8] ДЖК є актуальним.

Метою цієї роботи є створення піномиючої композиції з використанням ДЖК у суміші з МАГ і ДАГ, що одержані реакцією амідування СО ДЕА, як загущувачі у складі піномиючого засобу.

Одержання реакційних мас здійснено, як в [9]. Протікання реакції охарактеризовано ступенем перетворення амінного азоту в амідний, який визначено за [9]. Для досліджень використано продукти, що одержані при мольному відношенні реагентів (МВ) 1 : 2 і 1 : 3 і температурах 433 К і 473 К під азотною подушкою та 4,5 % водний розчин сульфоексидату натрію і хлорид натрію. Як функцію відгуку на зміни компонентного складу вивчено кінематичну в'язкість. За планом методу симплексних решіток для 3-х факторного експерименту досліджено рід композицій різної концентрації. На початку для одержання тієї чи іншої композиції розраховують завантаження компонентів. До складу даного піномиючого засобу входять: сульфоексидат натрію – 4,5 %; продукти реакції ТАГ СО : ДЕА (X_1 – продукти реакції ТАГ СО : ДЕА 1 : 2 і X_2 – продукти реакції ТАГ СО : ДЕА 1 : 3) і хлорид натрію – X_3 ; формалін, гліцерин, ароматизатор, барвник, вода (до 100 %) [10]. У отриманих композиціях визначають в'язкість згідно [10]. В таблиці представлено план проведення експерименту, де X_1 , X_2 і X_3 відповідно продукти реакції одержані при МВ ТАГ СО : ДЕА 1 : 2, 1 : 3 і хлорид натрію, де сумарна концентрація компонентів X_1 , X_2 і X_3 дорівнює 3,0 % (А) і 7,0 % (Б).

Таблиця. План проведення і результати експериментального визначення кінематичної в'язкості ряду композицій

	Змінні компоненти			Кінематична в'язкість композицій Y , мм ² /с	
	X_1	X_2	X_3	А	Б
1	1	-	-	2,040	3,946
2	-	1	-	2,112	16,28
3	-	-	1	2,833	16,49
4	2/3	1/3	-	2,153	4,461
5	1/3	2/3	-	2,225	6,233
6	2/3	-	1/3	1,669	6,02
7	1/3	-	2/3	2,638	8,101
8	-	2/3	1/3	10,52	18,55
9	-	1/3	2/3	9,767	17,73
10	1/3	1/3	1/3	2,493	7,80

На основі отриманих результатів побудовано діаграми “склад-властивість” на яких представлено вплив компонентів суміші на кінематичну в'язкість композиції і отримано рівняння регресії (1) для композиції А і рівняння регресії (2) для композиції Б.

$$\begin{aligned}
 Y = & -2.04 \cdot X_1 + 2.112 \cdot X_2 + 2.833 \cdot X_3 + 0.5085 \cdot X_1 \cdot X_2 - \\
 & -1.2735 \cdot X_1 \cdot X_3 + 34.5195 \cdot X_2 \cdot X_3 - 0.3239999 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot (X_1 - X_2) - \\
 & - 4.7565 \cdot X_1 \cdot X_3 \cdot (X_1 - X_3) + 6.705 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot (X_2 - X_3) - \\
 & - 96.8175 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3
 \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned}
 Y = & -3,946 \cdot X_1 + 16,28 \cdot X_2 + 16,49 \cdot X_3 - 21,447 \cdot X_1 \cdot X_2 - \\
 & -14,209 \cdot X_1 \cdot X_3 + 7,898 \cdot X_2 \cdot X_3 + 15,791 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot (X_1 - X_2) + \\
 & + 14,177 \cdot X_1 \cdot X_3 \cdot (X_1 - X_3) + 6.008 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot (X_2 - X_3) - \\
 & - 36,569 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3
 \end{aligned} \quad (2)$$

З отриманих рівнянь регресії (1, 2) видно, що для потрійної суміші спостерігається як синергізм, так і антагонізм в'язкості, що відображається позитивним чи негативним значенням величин коефіцієнтів регресії. Таким чином за коефіцієнтами можна оцінити вплив на кінематичну в'язкість компонентів композиції.

Отримані результати свідчать про те, що найменшу кінематичну в'язкість 0,915 мм²/с проявляє піноміюча композиція з вмістом 0,17 мас. % продуктів реакції отриманих при МВ ТАГ СО : ДЕА 1 : 2 і 0,22 мас. % хлориду натрію при сумарній концентрації компонентів 3,0 %. Найбільшу кінематичну в'язкість 11,152 мм²/с при тій же сумарній концентрації компонентів проявляє композиція з 0,54 мас. % вмістом продуктів реакції отриманих при МВ ТАГ СО : ДЕА 1 : 3 і 0,46 мас. % хлориду натрію.

При сумарній концентрації компонентів 7,0 % найменшу кінематичну в'язкість 3,946 мм²/с проявляє піномиюча композиція з вмістом 1 мас. % продуктів реакції отриманих при МВ ТАГ СО : ДЕА 1 : 2, а найбільшу кінематичну в'язкість 18,563 мм²/с – композиція з 0,64 мас. % вмістом продуктів реакції отриманих при МВ ТАГ СО : ДЕА 1 : 3 і 0,36 мас. % хлориду натрію.

Отже одержані результатів свідчать про те, що компоненти X_1 , X_2 і X_3 , а саме продукти реакції одержані при МВ ТАГ СО : ДЕА 1 : 2, 1 : 3 і хлорид натрію, впливають на кінематичну в'язкість композиції, і змінюючи концентрацію компонентів і співвідношення між ними можна регулювати в'язкість отриманого піномиючого засобу від рідкого до гелеподібного.

Висновки:

1. Встановлено, що продукти отримані за реакцією амідуювання соняшникової олії діетаноламіном можна використовувати в піномиючих засобах для регулювання в'язкості.

2. Необхідно підкреслити, що продукти, які одержані при МВ ТАГ СО : ДЕА 1 : 2 зумовлюють зниження в'язкості, а при більшому МВ реагентів – збільшення в'язкості.

Список літератури: 1. Алкилоламыды жирных кислот / под ред. И.А. Козлова, Е.С. Карюкина. – М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1966. – 28 с. 2. Шварц А. Поверхностно-активные вещества. Их химия и технические применения / А. Шварц, Дж. Перри. – М.: Иностранная литература, 1953. – 544 с. 3. Плетнёв М.Ю. Косметико-гигиенические моющие средства / М.Ю. Плетнёв – М.: Химия, 1990. – 272 с. 4. Мельник А.П. Розрахунок термодинамічних параметрів реакції взаємодії ацилгліцеринів з етаноламінами / А.П. Мельник, Т.В. Матвєєва, В.Ю. Папченко // Вісник Національного технічного університету “ХПІ”. – 2006. – № 12. – С. 63 – 66. 5. Мельник А.П. Дослідження амідуювання триацилгліцеринів соняшникової олії діетаноламіном / А.П. Мельник, В.Ю. Папченко, Т.В. Матвєєва // Вісник Національного технічного університету “ХПІ” – 2007. – № 27. – С. 92 – 95. 6. Мельник А.П. Дослідження одержання азото-, кисеньвмісних похідних жирних кислот амідуюванням соняшникової олії діетаноламіном / А.П. Мельник, В.Ю. Папченко // Вісник Національного технічного університету “ХПІ” – 2010. – № 4. – С. 3 – 6. 7. Мельник А.П. Дослідження амідуювання діетаноламіном трипальмітину / А.П. Мельник, В.Ю. Папченко // Вісник Національного технічного університету “ХПІ” – 2006. – № 43. – С. 55 – 58. 8. Мельник А.П. Дослідження властивостей продуктів реакції амідуювання ацилгліцеринів діетаноламіном / А.П. Мельник, В.Ю. Папченко // Вісник Національного технічного університету “ХПІ” – 2010. – № 17. – С. 125 – 128. 9. Мельник А.П. Дослідження реакції утворення алкілкарбон-N-(дігідроксіетил)амідів / А.П. Мельник, В.Ю. Папченко, Т.В. Матвєєва [та ін.] // Вісник Національного технічного університету “ХПІ” – 2003. – № 11. – С. 64 – 69. 10. Мельник А.П. Практикум з хімії та технології поверхнево-активних похідних вуглеводневої сировини: навчальний посібник. / Мельник А.П., Чумак О.П., Березка Т.О. – Харків: Курсор, 2004. – 277 с.

Поступила в редколлегию 27.04.2011

УДК 658.155

В.О.ЗАНОРА , викл., ЧДТУ, Черкаси

А.І.БОРКУН , канд. техн. наук, доц., ЧДТУ, Черкаси

ВИЗНАЧЕННЯ НАДЛИШКОВИХ ВИТРАТ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ З НЕЖОРСТКИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ

У статті розглянуто питання щодо визначення збитків при впровадженні технологічних процесів виготовлення деталей на основі функціонально-вартісного аналізу.

В статье рассмотрен вопрос по определению убытков при внедрении технологических процессов изготовления деталей на основании функционально- стоимостного анализа.

In the article the question of the definition of damages in the implementation process of manufacturing of details based on activity-based costing

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими чи практичними завданнями.

При впровадженні технологічних процесів виготовлення деталей , особливо із елементами пониженої жорсткості неминучі витрати на ліквідацію браку через:

- невідповідність структури матеріалу заготовки;
- невідповідність режимів різання;
- невідповідність засобів технологічного забезпечення та параметрів їх точності ;
- інші чинники;

Тому виникає необхідність у визначенні пріоритетного напрямку ліквідації окремих чинників браку, який може бути виявлений за величинами надлишкових витрат. Для вирішення цієї задачі пропонується використовувати функціонально-вартісний аналіз (ФВА).

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор.

Функціонально-вартісний аналіз (ФВА) представляє собою ієрархічний граф, який ілюструє фактичну структуру елементів об'єкта (проблеми) за рівнями їх розподілення.

Методологія ФВА була розроблена інженером-конструктором Пермського телефонного заводу Ю.М.Соболевым у 1947 році і вперше представлена в навчальному процесі підготовки фахівців у 2005 (1). В роботі (3) проаналізовано стан виготовлення реальної деталі з консольним елементом пониженої жорсткості на Черкаському НВК "Фотоприлад" і виявлено такий розподіл витрат на ліквідацію браку :

- через невідповідність структури матеріалу ливарної заготовки на 31 випадків браку витрачено 2107,28 грн.

- через невідповідність режимів різання на 56 випадків браку витрачено 1699,88 грн.

- через невідповідність засобів технічного забезпечення та параметрів їх точності на 24 випадки браку витрачено 1487,07 грн.

- через інші чинники на 6 випадків браку витрачено 364,26 грн.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття.

Забезпечення ефективності виробництва залежить від збитків, які мають місце при впровадженні технологічних процесів механічної обробки. Збитки можуть бути технологічного, організаційного, економічного змісту і впливати на ефективність вони можуть по різному. Визначення таких збитків можна проводити використовуючи статистичні методи, які можуть давати суттєві похибки або математичні моделі, розробка яких має певні труднощі. При цьому важливо визначити пріоритетність заходів на ліквідацію наслідків браку. Для цього доцільно використовувати функціонально-вартісний аналіз технічних і організаційно-економічних систем.

Формулювання цілей статті (постановка завдання)

Метою статті є наведення прикладу по виявленню надлишкових витрат та визначенню пріоритетного напрямку поліпшення ефективності технології виготовлення деталей.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.

Основним інструментом виявлення надлишкових витрат служить **функціонально-вартісна діаграма (ФВД)**, яка в загальному технологічному маршруті проведення ФВА [2] представляє результуючу модель, якою закінчується аналіз проблемної ситуації і об'єкта.

Принциповою основою проведення робіт по удосконаленню аналізованого об'єкта є функціональна модель [1,2], яка дозволяє викрити не тільки всі суттєві зв'язки в проблемі, але і дає можливість перейти до кількісної оцінки значимості кожної функції і визначення допустимих лімітів затрат на функції. В поставленій проблемі функціями будуть чинники браку та кількість деталей по виявленому чиннику, а вартісна значимість – витрати на ліквідацію наслідків браку.

Для побудови ФВД необхідно виконати такі процедури:

1. Проаналізувати функції (кількість браку по характеру їх проявлення Θ) на останньому рівні структуризації об'єкту, використовуючи функціональну модель. Перенести їх значення в вигляді прямокутників на верхню частину діаграми, розташувавши в порядку зниження числового значення функції (від самого великого до самого малого);

2. Нанести діаграму плавну криву, описуючу закон зменшення значимості функції по верхнім точкам прямокутників;

3. Симетрично перенести дзеркальне відображення кривої на нижню частину ФВД;

4. Визначити середнє значення значимості функцій об'єкту (витрати на ліквідацію браку В) і нанести цю контрольну точку під значенням значимості функції (Θ);

5. Визначити градуювання нижньої шкали діаграми, для чого:
 - а) Визначити числове значення вартості функції, значимість якої співпадає або близька до контрольної точки на нижній кривій;
 - б) Визначити решту фактичних чисельних значень на шкалі вартості функцій;
 6. Добудувати нижню частину ФВД і виділити штриховкою зони вартості функцій за межами графіка кривої розподілення;
 7. Підсумковуючи величини фактичних відхилень вартості за межею графіка, визначити зону надлишкових затрат (ЗНЗ) по об'єкту в цілому;
 8. Проаналізувати конструктивні зв'язки між носіями функцій, по яким визначені надлишкові витрати або вартісні резерви.
 9. Скласти перелік причин, які могли визвати утворення надлишкової вартості по технічним і організаційно-економічним факторам;
 10. Сформулювати конкретні задачі по результатам аналізу зони надлишкових затрат для рішення цих задач на творчому і наступних етапах ФВА.
- Конструктивна гармонія будь-якого об'єкта визначається в кінцевому рахунку збалансованим і симетричним співвідношенням між вартістю функцій і їх значимістю, що відображається на ФВД, яка представлена на рис.1.
- На цьому рисунку видно зону надлишкових затрат (ЗНЗ) на об'єкт (затемнені області, які можна визначити кількісно).

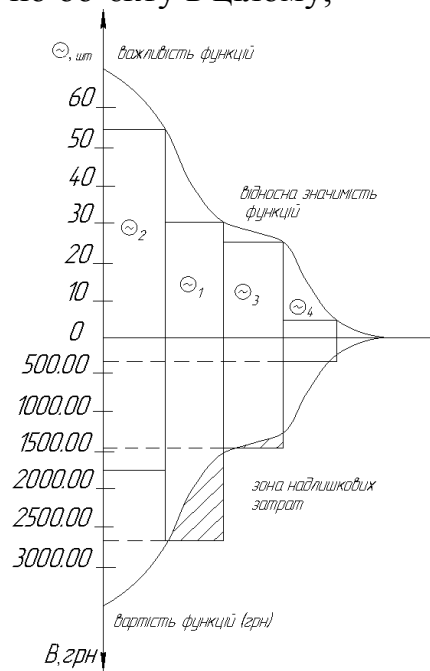


Рис.1 Функціонально-вартісна діаграма браку

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку.

Розглянуто методологію побудови функціонально-вартісної діаграми при функціонально-вартісному аналізі браку, виникаючого при виготовленні деталей. Побудовано функціонально-вартісну діаграму і встановлено, що пріоритетним напрямком забезпечення якісної обробки деталі з нежорстким елементом є поліпшення якості ливарної заготовки та засобів технологічного забезпечення (верстати, пристрої, інструмент).

Список літератури: 1. Боркун А. І., Занора В. О. Моделювання ризиків при впровадженні технологічного процесу механічної обробки деталей з нежорсткими елементами, Черкаси, ЧДТУ-2010-6 с. 2. В. А. Панов, С. В. Ковалевский, А. П. Бывшев, Функціонально- стоимостный анализ технических и экономических систем, Учебное пособие; Новый мир – 2005; 258 с. 3. Боркун А. І. “Підвищення ефективності механічної обробки поверхонь корпусних деталей з консольними елементами пониженої жорсткості” Дисертація, ЧДТУ – 2010-155 с.

Поступила в редколлегию 12.05.2011

В.Е.СПИЦЫН, канд. техн. наук, гл. конструктор ГП НПКГ
«Зоря» - «Машпроект», Николаев

А.П. ПОПОВ, д-р техн. наук, профессор, Национальный университет
кораблестроения им. Адмирала Макарова, Николаев

А.И.МИРОНЕНКО, нач. отдела редукторов ГП НПКГ
«Зоря» - «Машпроект», Николаев

С.А.ДЗЯТКО, вед. инженер-конструктор, руководитель группы отдела
редукторов ГП НПКГ «Зоря» - «Машпроект», Николаев

РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРВЫХ ИСПЫТАНИЙ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ С ПЕРВОНАЧАЛЬНО ТОЧЕЧНЫМ КОНТАКТОМ ЗУБЬЕВ

Приведены результаты испытаний нового зубчатого зацепления с первоначальным точечным контактом. Показано преимущество нового зубчатого зацепления над традиционным прямозубым зацеплением.

Ключевые слова: зубчатая передача, точечный контакт, нагрузочная способность.

Наведені результати випробувань нового зубчастого зацеплення з первинним точковим контактом. Показано перевагу нового зубчастого зацеплення над традиційним прямозубим зацепленням.

Ключові слова: зубчаста передача, точковий контакт, навантажувальна здатність.

This article represents the test results of a new initial-point gearing. It illustrates the advantage of new gearing of the traditional spur gearing.

Key words: toothed gearings, contact spot, load-carrying capacity.

Методика расчета и принципы проектирования традиционного зубчатого зацепления по ГОСТ 21354 основаны на известной классической теории контактной прочности упруго-сжатых тел, разработанная Герцем еще в конце XIX века. Наша заводская методика расчета зубчатого зацепления является дополнением ГОСТовской методики. Проектирование всех выпускаемых в Комплексе редукторов было основано на базе этих методик.

Однако увеличение нагрузочной способности и скоростей в зубчатом зацеплении до 200 м/с, а также результаты дефектации тяжелонагруженных и высокоскоростных редукторов морского и наземного назначений после их испытаний, привели к необходимости использования продольной модификации цилиндрических зубчатых колес с целью отрыва пятна контакта от торца зубчатого венца.

Нас редукторщиков заинтересовали проработки профессора Попова А.П. по профильно-продольной модификации зуба. Были выполнены две хоз. - договорные темы нашего предприятия с НУКом в 2007 и 2009 гг. с целью создания зубчатых передач с высокой нагрузочной способностью и улучшенными виброакустическими характеристиками.

Результатом выполненных работ явилось создание новой методологии (новой теории) теоретических исследований контактной прочности упруго сжатых полупространств с начальным линейным либо точечным контактом. Данная методика позволяет решать контактные задачи применительно к любым зубчатым передачам с произвольной формой зубьев. На основе указанной теории профессора А.П. Попова:

а) показано, что наиболее приемлемым начальным контактом эвольвентных зубьев при определенных величинах приведенных радиусов кривизны в двух взаимно перпендикулярных плоскостях и соотношениях между ними является не линейный, а точечный контакт зубьев;

б) разработаны основы контактной прочности зубьев, подверженных профильной, продольной и трехмерной (топологической) модификации зубьев;

в) разработаны практические методы расчётов на контактную прочность эвольвентных зубчатых передач с первоначально точечной системой зацепления зубьев.

Для проверки выполненных научно-исследовательских работ по эффективности зубчатой передачи с точечной системой зацепления зубьев нашим предприятием совместно с НУК составлена обширная программа проведения опытно-конструкторских работ как в статических, так и в рабочих условиях на реально действующем редукторе.

В качестве объекта оценки эффективности точечного зацепления использовалась первая ступень энергетического трехпоточного двухступенчатого редуктора (рисунок 1). Первоначально мы имели два таких редуктора – № 1А и № 1, которые совместно испытывались по замкнутому контуру и в отдельности со своими двигателями. Отличие этих редукторов состояло только в конструктивном исполнении входной быстроходной шестерни Z_1 , которая в редуктор № 1А установлена в штатном исполнении, а в редуктор №1 – в опытном исполнении. В таблице 1 показаны отличия этих шестерен.

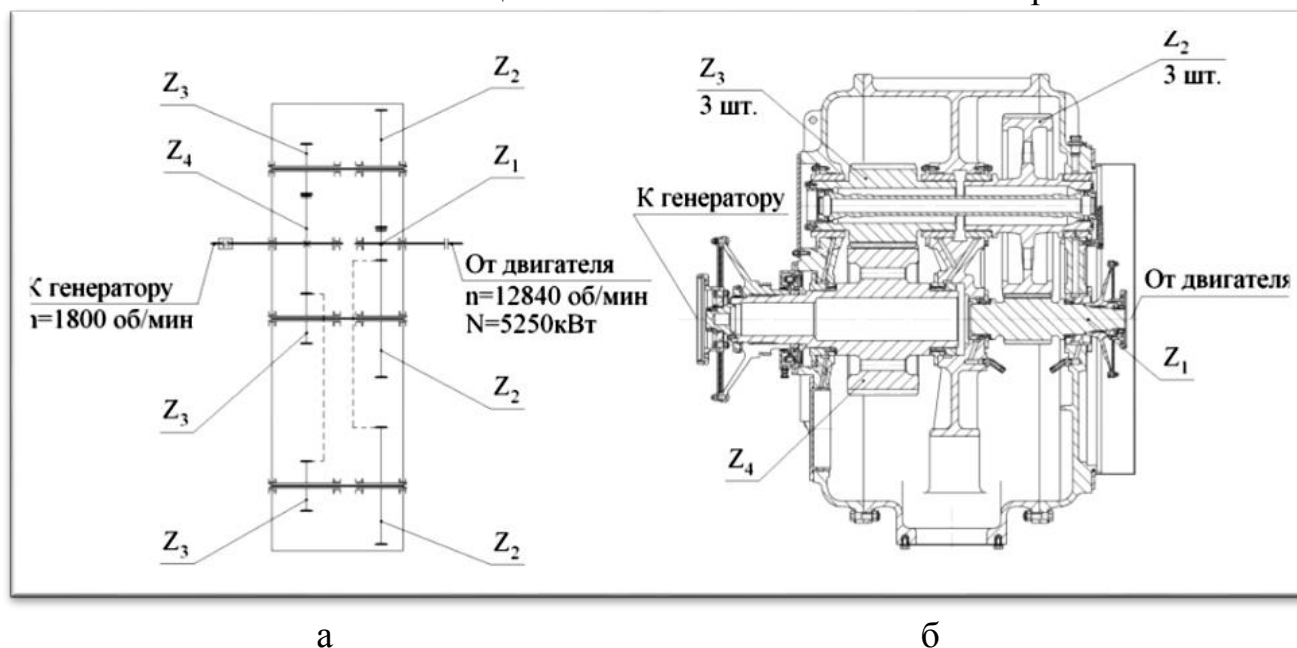
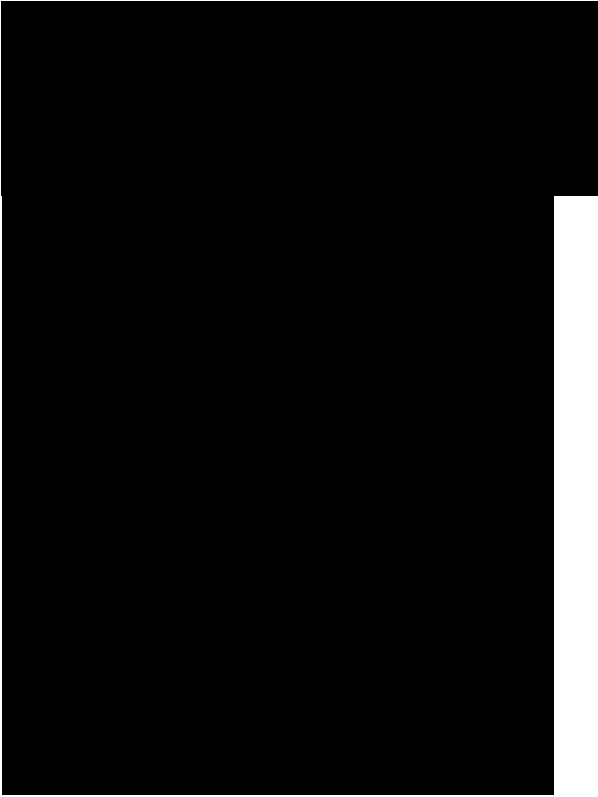
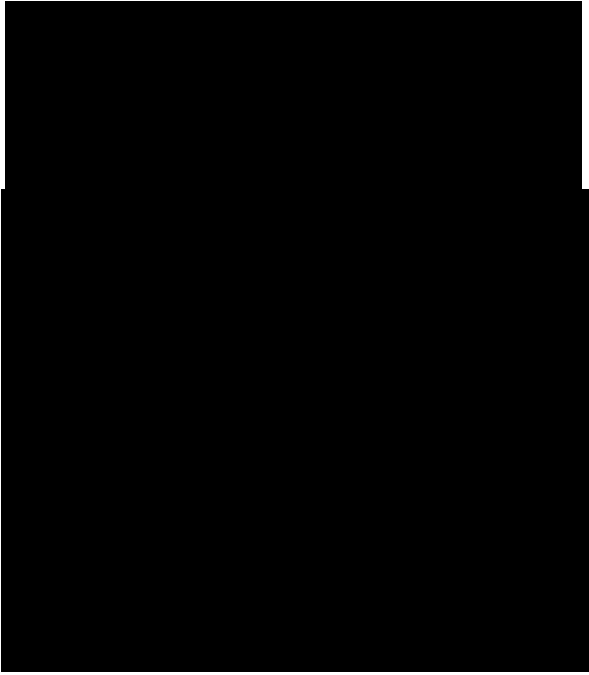


Рис.1. Кинематическая схема (а) и общий вид (б) энергетического редуктора

Таблица 1. Отличия испытываемых штатного № 1А и опытного №1 энергетических редукторов

	Штатный редуктор № 1А	Опытный редуктор № 1
Z ₁		
Модель контакта		
Контактные напряжения	$\sigma_H = 0,418 \sqrt{\frac{E \times F_n}{b_w \times \rho_w}} = 565 \text{ МПа}$	$\sigma_H = 0,33 \times \sqrt[3]{\frac{\alpha(\alpha + \nu)^2 E^2 F_n}{\rho_w^2}} = 560 \text{ МПа}$
Место изготовления	ГП НПКГ (МАОГ)	Мотор-Сич (Pfayter)

где: E – модуль упругости материала;

F_n – нормальная сила, которая действует на сопряженную пару зубьев;

b_w – длина зубьев;

ρ_w – приведенный радиус кривизны зубьев в плоскости ZOХ;

ν – коэффициент Пуассона;

σ_H – контактные напряжения;

φ_n – коэффициент нагрузочной способности;

$$\alpha = \sqrt{\frac{\rho_w}{R}}$$

$$R = \frac{b_w^2}{8 \times \Delta S}$$

где: R – радиус кривизны образующих боковых поверхностей зубьев шестерни;

$\Delta S = 0,01 \dots 0,03$ мм – параметр криволинейности зубьев шестерни в торцевых сечениях.

Испытания штатного № 1А и опытного №1 редукторов проходили как совместно на специально созданном стенде по замкнутому контуру, так и в отдельности – каждый со своим двигателем. На сегодняшний день наработка штатного редуктора № 1А с традиционным зубчатым зацеплением Z_1 - Z_2 составила ~ 255 часов ($\sim 587 \times 10^6$ циклов) на различных режимах работы агрегата, а наработка опытного редуктора №1 с укороченной и бомбинированной шестерней Z_1 составила ~ 68 часов ($\sim 157 \times 10^6$ циклов). В обоих случаях шестерни Z_1 (как штатная, так и опытная) подтвердили контактную и изгибную прочность. При дефектации зубья шестерен Z_1 были в удовлетворительном состоянии.

Результат проделанной работы - при одинаковых контактных напряжениях в зубьях мы уменьшили габариты (в данном случае ширину) зубчатого венца в $\frac{135}{77} = 1,75$ раза.

Выполним сравнительный анализ контактной напряженности при одинаковой ширине зубчатых венцов. Результаты такого анализа представлены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты сравнительный анализ контактной напряженности при одинаковой ширине зубчатых венцов

Шестерня Z_1	Ширина зубчатого венца, мм	Форма начального контакта	Контактные напряжения, МПа
Расчетная	77	линия	По Герцу $\sigma_H = 0,418 \sqrt{\frac{E \times F_n}{b_w \times \rho_w}} = 746$
Опытная по таблице 1	77	точка	По новой методике $\sigma_H = 0,33 \times \sqrt[3]{\frac{\alpha(\alpha + v)^2 E^2 F_n}{\rho_w^2}} = 560$

Из приведенных расчетов видно, что нагрузочная способность точечного зацепления при $b_w=77$ мм выше линейного зацепления при той же ширине

зубчатого венца в 2,36 раза (без учета нелинейности между упругими перемещениями и напряжениями) в φ_n раз, а именно:

$$\varphi_n = \left(\frac{746}{560} \right)^3 = 2,36$$

При учете нелинейности между упругими перемещениями и напряжениями повышение нагрузочной способности по [2] составит $\varphi_n = 2,36 \times 1,27 \approx 3$ раза. При расчете контактного напряжения по Герцу для точечного зацепления опытной шестерни Z_1 максимальные контактные напряжения $\sigma_n = 3006$ МПа, а коэффициент

$$\varphi_n = \left(\frac{3006}{560} \right)^3 = 5,36^3 = 151$$

Таким образом, если бы первая ступень опытного редуктора была рассчитана по Герцу для точки, то в этом случае нагрузочная способность зацепления оказалась бы в 151 раз ниже нагрузочной способности линейного контакта. В этом случае зацепление было бы неработоспособным. Однако испытания опытной шестерни Z_1 опровергли эти опасения.

С целью сравнения нагрузочной способности первоначально прямолинейного и точечного контактов зубьев конструкторским отделом созданы две статистические испытательные установки для определения и сравнения фактических площадей контакта под рабочими нагрузками штатного зацепления Z_1-Z_2 с прямолинейным контактом ($b_w = 135$ мм) и опытного зацепления Z_1-Z_2 с точечным контактом ($b_w = 77$ мм).

Установка для продавки роликов, которые имитируют прямолинейный контакт штатного и опытного зацепления под рабочими нагрузками показана на рис. 2.

Установка для определения фактических площадок контакта зубьев штатной и опытной шестерни со штатным зубчатым колесом Z_2 под рабочей нагрузкой до 3000 кг показана на рис.3.

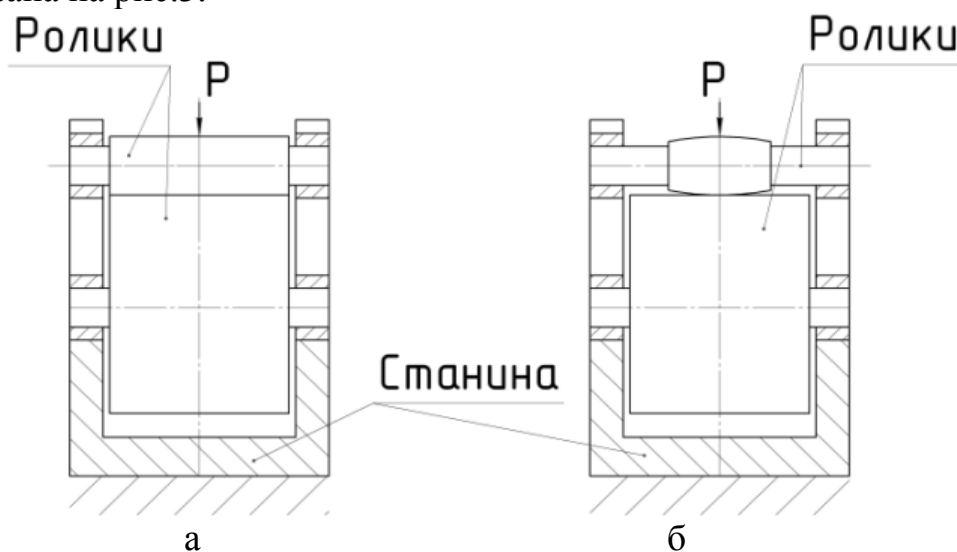


Рис. 2. Принципиальная схема установки продавки роликов:
а – продавка роликов, имитирующих штатное зацепление; б – продавка роликов имитирующих опытное зацепление

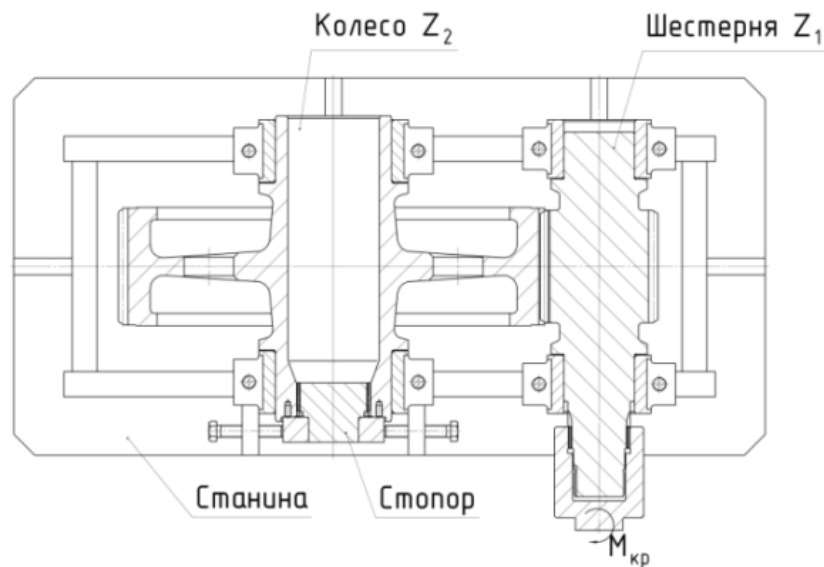


Рис. 3. Принципиальная схема установка статического нагружения шестерни z_1 и колеса z_2 первой ступени опытного энергетического редуктора.

Но, откровенно говоря, получить достоверный результат от проведенных экспериментов не совсем удалось по причине отсутствия в нашей экспериментальной базе надежных методов определения (фиксации) пятен контакта пространственных тел (ролики, зубья) под нагрузкой.

Для определения фактических площадей контакта штатных и опытных роликов и зубьев в настоящее время выполняется расчет их напряженно-деформативного состояния при помощи программного комплекса ANSYS.

Что касается какой-либо информации в доступных для нас мировых источников по редукторостроению, то подробной информации о точечном контакте зубьев в западных источниках мы не обнаружили. Нашли только статью американского доктора Лиана, который на международной конференции по редукторам в Германии в 2005 г. сообщил о преимуществе двойного бомбинирования зубьев с профильной и продольной модификацией по сравнению с цилиндрической зубчатой передачей с линейным контактом.

Выводы

1. Согласно теоретическим исследованиям новой методологии [1] и проведенным испытаниям редукторов для эвольвентных зубчатых передач с первоначально точечным контактом зубьев характерен ряд преимуществ по сравнению с традиционными передачами, которые заключаются в следующем:

а) высокая нагрузочная способность по контактным напряжениям, превышающая таковую традиционных зубчатых передач с линейным контактом, примерно в 1,5...2,4 раза;

б) плавность и малозумность зацепления зубьев, способствующие существенному улучшению виброакустических характеристик передач;

в) стабилизация формы пятна контакта и избежание кромочного контакта зубьев;

г) компенсация погрешностей сборки, ошибок изготовления и всевозможных упругих деформаций элементов редукторной передачи в эксплуатации;

д) высокая нагрузочная способность рассматриваемых передач создает возможность перехода от косозубых и шевронных передач к прямозубым передачам с точечной и двухпарной системой зацепления эвольвентных зубьев;

е) при одинаковой нагрузочной способности зубчатых передач с точечной и линейной системой зацепления зубьев возможно одновременное снижение веса и габаритов редуктора на ~30%.

2. Условность использования формулы Герца для расчета зубчатых колес ставит под сомнение целесообразность ее экстраполяции на все случаи за пределами накопленного опыта ее применения.

3. Проведенные нами совместно с НУК успешные испытания штатного №1А и опытного №1 редукторов в сочетании с исследованиями в статике на примере взаимодействия бомбинированного и обычного роликов, имитирующих точечное зацепление зубьев [3, 4], подтвердили уникальность точечного зацепления зубьев, что, по мнению специалистов, является мощным прорывом в области современного редукторостроения.

Планируемые работы по проверке зубчатых зацеплений с первоначально точечным контактом:

1. Повторить продавку роликов и зубьев на статических испытательных установках с целью получения достоверных размеров пятен контакта сжимающих поверхностей под нагрузкой.

2. Продолжить наработку опытного редуктора №1 с бомбинированной шестерней Z_1 на стенде замкнутого контура совместно со штатным редуктором и на полномерном испытательном стенде.

3. Изготовить две опытные солнечные шестерни псевдопланетарной цилиндрической ступени редуктора воздушного винта (РВВ) морской энергетической установки с первоначально точечным контактом, получаемом профильно-продольной модификацией зуба на станке «Pfayter-1200» и установить ее в редуктор РВВ №1.

4. Провести длительные испытания редукторов РВВ №1 №2 (100...200 часов) на специальном стенде замкнутого контура с целью проверки работоспособности и выявления эффективности новых видов зубчатого зацепления.

5. Приступить к подготовке внутризаводских нормативно-технических документов (НТД) с геометрическими и прочностными расчетами для нового вида зацепления – первоначально точечного контакта зубьев с использованием методологии [1].

Список литературы: 1. *Попов А.П.* Контактная прочность зубчатых механизмов. – Николаев, Изд-во НУК, 2008, - 580 с. 2. *Левина З.М., Решетов Д.Н.* Контактная жесткость машин, - М.; Машиностроение, 1971, - 264 с. 3. *Попов А.П., Мироненко А.И.* Зубчатая передача с точечным контактом зубьев. – Вестник Национального Технического университета «ХПИ». Сборник научных трудов. Харьков, 2010. -№27. - с. 133-141. 4. *Попов А.П.* Зубчатые механизмы с точечным контактом зубьев. - Николаев: Изд-во Атолл, 2010, –774 с.

Поступила в редколлегию 23.05.2011

Г.Ю. КОНЦЕВИЧ, канд. техн. наук, нач. отдела, ГП НПКГ «Зоря»-«Машпроект», Николаев

К.В. ЦОЙ, инженер-конструктор III категории ГП НПКГ «Зоря»-«Машпроект», Николаев

В.В. НЕРУБАССКИЙ, ст. науч. сотр., НАУ им. Н.Е. Жуковского "ХАИ", Харьков

А.П. МАЗУРКОВ, ст. науч. сотр., НАУ им. Н.Е. Жуковского "ХАИ", Харьков

СОПРОВОЖДЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ И СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ГП НПКГ «ЗОРЯ» - «МАШПРОЕКТ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УДАЛЕННОГО МОНИТОРИНГА И СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

Розглянута сучасна концепція підвищення експлуатаційних характеристик ГТД з використанням віддаленого моніторингу та системи технічної діагностики. Дано опис структури та основні програмно-технічні компоненти центру віддаленого моніторингу, а також перелік базових алгоритмів, які вбудовані в систему технічної діагностики.

Ключові слова: газотурбінний двигун, експлуатація, сервісне обслуговування, віддалений моніторинг, технічна діагностика, програмне забезпечення системи технічної діагностики.

Рассмотрена современная концепция повышения эксплуатационных характеристик ГТД с использованием удаленного мониторинга и системы технической диагностики. Описаны структура и основные программно-технические компоненты центра удаленного мониторинга, а так же перечень базовых алгоритмов, которые встроены в систему технической диагностики.

Ключевые слова: газотурбинный двигатель, эксплуатация, удаленный мониторинг, техническая диагностика, программное обеспечение системы технической диагностики.

State-of-the-art concept of the turbine engine maintenance performances enhancement using remote monitoring and technical diagnostics is reported. The structure, main software-hardware components of remote monitoring centre, and list of base algorithms been integrated in technical diagnostics system are described.

Key words: gas turbine engine, maintenance, technical service, remote monitoring, technical diagnostics, technical diagnostic system software.

Введение

Разработанная концепция технической политики комплекса «Сопровождение эксплуатации и сервисное обслуживание газотурбинных двигателей ГП НПКГ «Зоря» - «Машпроект» с использованием удаленного мониторинга и системы технической диагностики» определила основные направления создания на предприятии центра удаленного мониторинга. Указанная концепция была разработана ЦНИОКР «Машпроект» в 2005-2007 гг. совместно с ОАО «Элемент» (г. Одесса), Национальным аэрокосмическим университетом «ХАИ» (г. Харьков), фирмой «CCS» (США), при участии и методологической поддержке ИТЦ

«Огртехдиагностика» ДАО «Оргэнергогаз» (ОАО «Газпром») и ЗАО «Система-Сервис» (г. С.-Петербург).

Центры удаленного мониторинга (ЦУМ) и диагностики созданы и успешно эксплуатируются ведущими зарубежными производителями газотурбинных энергетических установок, в частности – «General Electric» (г. Варингтон, Великобритания), «Mitsubishi» (г. Токашаго, Япония), «Siemens» (г. Эрлангер, Германия), «Alstom» (г. Баден, Швейцария). Эти центры, работающие в режиме **24/7/365**, предлагают своим заказчикам широкий доступ к информации и техническим ресурсам, связанным с эксплуатирующимся оборудованием.

Удаленный мониторинг позволяет уменьшить расходы на поездки, минимизируя необходимость перемещения людей с места на место с целью сбора данных (**принцип перемещения данных, а не людей**).

В структуру центра удаленного мониторинга и диагностики входит служба диагностики энергетических установок. Задачей службы диагностики энергетических установок является анализ изменения характеристик оборудования (выявление трендов) с целью повышения надежности за счет раннего обнаружения аномальных состояний, до того, как они перейдут в дорогостоящую стадию простоя.

В дополнение к этим преимуществам, сбор и мониторинг данных о ГТД предоставляет производителю двигателей ключевую информацию, которая может быть использована для улучшения характеристик ГТД и качества обслуживания. Конкретные улучшения могут включать увеличение срока службы, повышение отказоустойчивости, повышение надежности запуска, оптимизацию системы управления, продолжительности технического обслуживания и т.д.

Успешная работа ЦУМ обеспечивается за счет разработки специальных инструментов (программ) мониторинга и диагностики, основанных на использовании в том числе методов искусственного интеллекта, позволяющих сканировать большие объемы данных для выявления наличия аномальных тенденций изменения параметров двигателя, чтобы затем предупредить специальный мониторинговый персонал о необходимости проведения более детального анализа.

1. Состав комплекса программно-технических средств

1.1. Технические средства

В соответствии со структурной схемой связи диагностируемого объекта и ЦУМ с использованием сети Internet (рис.1), в состав комплекса технических средств включено следующее оборудование.

Для *диагностируемого объекта* (газоперекачивающий агрегат или газотурбинная электростанция):

- коммуникационный модуль (выбирается в зависимости от используемых ПТС САУ). Предназначен для приема-передачи данных из САУ в модуль приема и обработки данных СТД;
- Ethernet-коммутатор (Switch). Предназначен для построения сети передачи данных от нескольких САУ к компьютеру (серверу) системы технической диагностики (СТД);

- компьютер (сервер) СТД;
- доступ в Internet с постоянным IP адресом. Возможно как кабельное высокоскоростное соединение, так и применение беспроводных технологий доступа в Internet (GSM/GPRS и EDGE, UMTS/HSDPA), с использованием 3G роутеров;

- рабочая станция диагностики (при необходимости организации удаленного места оператора-диагноста на объекте).

Для ЦУМ (ГП НПКГ «Зоря» - «Машпроект»):

- компьютер (сервер) СТД, имеющий выход в сеть Интернет, с RAID-массивом жестких дисков, который предназначен для повышения надежности работы, обеспечения дублирования записываемой информации и сохранности архивов параметров. RAID-массив из шести жестких дисков по 500 ГБ позволит хранить информацию о параметрах всего жизненного цикла для 10–20 двигателей;

- Ethernet-коммутатор (Switch). Предназначен для построения сети передачи данных от компьютера (сервера) СТД к компьютерам рабочих мест операторов-диагностов;

- компьютеры рабочих мест операторов-диагностов. Предназначены для осуществления анализа параметров диагностируемых ГТД, выдачи рекомендаций, мониторинга параметров двигателей в режиме on-line.

Указанное оборудование не является специализированным, имеется в свободной продаже и может быть приобретено на тендерной основе в соответствии с требованиями, сформированными по результатам разработки инженерного проекта системы удаленного мониторинга.

1.2. Программные средства

Программное обеспечение (ПО) системы удаленного мониторинга включает в себя следующие составляющие:

- программный модуль передачи данных от САУ к компьютеру технической диагностики;
- программный модуль обеспечения автоматической «упаковки» (сжатия) архивов параметров;
- программный модуль обеспечения автоматической «распаковки» архивов параметров;
- модуль создание архивного файла, и отправки его в центр удаленного мониторинга;
- модуль передачи данных в СУБД;
- модуль обмена данными с СТД;
- модуль on-line подключения, для удаленного доступа в реальном времени.

ПО СУБД — стандартное. База данных (БД) предназначена для записи, хранения архивов параметров и обеспечения диагностических алгоритмов необходимой информацией. ПО обеспечивает запись данных в БД и предоставляет механизм запроса данных из БД. Привязка данного ПО осуществляется при разработке программного обеспечения передачи данных.

Для функционирования компьютера СТД требуются следующие программные средства:

- ПО системы параметрической диагностики. Данная система производит анализ параметров двигателя на предмет выявления наличия аномальных тенденций их изменения. Работа ведется со стационарными параметрами, а также с журналами запусков, выбегов, данными о наработке ГТД, в том числе, с наработкой ГТД на режиме максимальной мощности, значениями наработок на переменных режимах, данными о количестве нормальных и ускоренных пусков, количестве аварийных остановок. При наличии аномальных тенденций изменения параметров двигателя выдаются сообщения о необходимости проведения более детального анализа. Программное обеспечение СТД разработано специалистами кафедры конструкции авиационных двигателей Национального аэрокосмического университета «ХАИ» (г. Харьков);

- ПО связи компьютера технической диагностики с GPRS/GSM-модемом. Стандартное ПО на базе ОС Windows, входит в комплект поставки модема;

- система удаленного доступа к компьютеру VNC версии 4.1.1 (или выше). Предназначено для обеспечения работы компьютера рабочего места оператора-диагноста. Стандартное ПО на базе ОС Windows;

- ПО прямого доступа к контроллерам САУ (OPC Server);

- ПО предотвращения несанкционированного доступа из сети Internet к ОС (FireWall). Стандартное ПО на базе ОС Windows. Привязка данного ПО осуществляется при разработке ПО передачи данных;

- антивирусное ПО.

2. Принцип работы удаленного мониторинга и СТД

Программное обеспечение системы удаленного мониторинга и технической диагностики устанавливаются на отдельном компьютере, который связан с САУ с помощью коммуникационного модуля. ПО удаленного мониторинга производит считывание показаний датчиков непосредственно с САУ объекта мониторинга. Далее происходит обработка данных и их распределение:

- передача данных серверу технической диагностики и прием результатов обработанных данных;

- запись данных файл бинарного типа с последующим архивированием;

- запись параметров в базу данных согласно серийному номеру двигателя;

- интерактивное представление данных.

Один раз в сутки происходит передача архивного файла в центр удаленного мониторинга, через выделенный канал связи Интернет. Система удаленного мониторинга позволяет принимать подключения в режиме реального времени и передавать весь пакет данных удаленному клиенту. Интерфейс программы представлен на рис. 2.

Программное обеспечение центра удаленного мониторинга устанавливается на специализированном сервере, который хранит информацию, поступающую со всех объектов мониторинга, согласно принятому формату. Данные принимаются в архивных файлах, после чего производится их разархивирование, обработка и запись данных в базу данных согласно серийному номеру двигателя. Данный

сервер входит в локальную сеть с рабочими станциями операторов, что позволяет операторам с помощью ПО выполнять следующее:

- подключение в режиме on-line к системам удаленного мониторинга (при наличии сети Internet);
- подключение и просмотр архивной информации используя базы данных как локально, так и удаленно;
- построение графиков используя базы данных или архивных файлов.

3. Особенности алгоритмического обеспечения СТД

Алгоритмическое обеспечение СТД представляет собой универсальный набор программно реализованных алгоритмов диагностирования технического состояния, а также программных и методических средств их адаптации к особенностям конкретного объекта. Ниже приведен ориентировочный состав алгоритмов:

- входной контроль и проверка кондиционности параметров ГТД;
- идентификация режима работы ГТД;
- диагностика технического состояния (ТС) ГТД по параметрам газоздушного тракта;
- диагностика ТС ГТД по давлению в разгрузочной полости;
- диагностика ТС ГТД по параметрам топливной системы;
- диагностика ТС ГТД по вибрации и пульсации давления в камере сгорания;
- диагностика ТС ГТД по степени неравномерности температурного поля за турбиной;
- диагностика ТС ГТД по параметрам маслосистемы;
- диагностика ТС ГТД по параметрам запуска или холодной прокрутки;
- диагностика ТС ГТД по параметрам остановки ГТД;
- запись диагностических архивов параметров (на установившихся режимах, запусках, остановках и т.д.);
- оперативный тренд-анализ и прогнозирование параметров ГТД.

Алгоритмы СТД через модуль обмена данными обрабатывают полученную от САУ информацию и формируют диагностические параметры и сообщения. В функции алгоритмов СТД входит функция формирования информации, помещаемой в БД, или архивы, для ее последующего анализа. Результаты работы алгоритмов СТД в виде значений вычисленных параметров и отклонений контролируемых параметров от норм, а также сообщений, передаются для отображения на диагностических экранах.

Основным методом диагностирования является допусковый контроль. При этом по вычисленным базовым значениям $Z_{БАЗ}$ рассчитываются отклонения контролируемых параметров ГТД $\Delta Z = Z - Z_{БАЗ}$, которые сравниваются с допустимыми — нижним D_H и верхним D_B :

$$D_H < \Delta Z < D_B.$$

В качестве базовых значений для расчета отклонений могут использоваться как математические модели исправного состояния, так и формулярные характеристики ГТД.

Для обнаружения тренда (т.е. статистически значимого изменения параметра) используется непараметрический г-критерий Хальда-Аббе. При

наличии тренда выполняется прогнозирование с использованием регрессионных моделей с экспоненциальным сглаживанием.

В целом алгоритмы СТД имеют модульную архитектуру и, при необходимости, их состав может быть расширен. Для настройки алгоритмов и самой СТД используется универсальная БД, что обеспечивает простую адаптацию системы к любым конфигурациям ГТД и составу измеряемых параметров.

Заключение

Описанная концепция работы системы удаленного мониторинга в составе СТД успешно реализована и тестируется в испытательном цехе ГП НПКГ «Зоря» - «Машпроект», а так же на ПРУП «Белорусский цементный завод». Запланированы эксплуатационные испытания системы удаленного мониторинга и ее коммерческое использование.

Список литературы: 1. Работы ведущих авиадвигателестроительных компаний по созданию перспективных авиационных двигателей (аналитический обзор) / Под общей ред. В.А. Скибина, В.И. Солонина. – М.: ЦИАМ, 2004. – 424 с. 2. «Сопровождение эксплуатации и сервисное обслуживание газотурбинных двигателей ГП НПКГ «Зоря» – «Машпроект» с использованием удаленного мониторинга и системы технической диагностики». Концепция технической политики ГП НПКГ «Зоря» - «Машпроект». - Николаев, 2007. 3. Концепция возможности построения удаленного мониторинга ГТД в составе силовых установок наземного применения // *Авіаційно-космічна техніка і технологія* : зб. наук. пр. / М-во освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «ХАІ». – Х., 2007. – Вып. 4(40). – С. 58–63 - Концевич Г. Ю., Филоненко А. А., Миргород В. Ф., Ранченко Г. С. 4. Техническое задание на подсистему автоматизированной диагностики энергомеханического оборудования (АСДО-С) в составе систем автоматического управления и регулирования газоперекачивающих агрегатов. ИТЦ «Оргтехдиагностика» ДООАО «Оргэнергогаз». - М., 2006. 5. Система удаленного мониторинга газотурбинных двигателей ГП НПКГ «Зоря» - «Машпроект» Техническое задание № В18.УМ.ТЗ-01. Николаев.- 2007. 6. Демонстрационный полигон системы удаленного мониторинга газотурбинных двигателей ГП НПКГ «Зоря» - «Машпроект». Техническое задание В18.УМ.ТЗ-02. - Николаев.- 2008.

Поступила в редколлегию 23.05.2011

УДК 621.515.001.26

М.Ю. ШЕЛКОВСКИЙ, инж., ЦНИОКР «Зоря»-«Машпроект», Николаев

МЕТОД МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЛОПАТОЧНЫХ ВЕНЦОВ СТУПЕНИ КОМПРЕССОРА

Виконано розрахунково-експериментальне дослідження відцентрової ступені одинадцятиступінчастого відцентрового компресора за допомогою програмного комплексу ANSYS CFX, з урахуванням особливостей конструкції камери згоряння. Запропонований у статті метод дозволяє здійснити швидкий аналіз ефективності при виборі геометричних параметрів нерухомого лопаткового вінця ступені компресора на основі використання математичної моделі верхнього рівня.

Ключові слова: відцентровий компресор, теорія планування експерименту, математична модель, коефіцієнт корисної дії.

Выполнено расчетно-экспериментальное исследование центробежной ступени одиннадцатиступенчатого ОЦБК с помощью программного комплекса ANSYS CFX, с учетом особенностей конструкции камеры сгорания. Предложенный в статье метод позволяет осуществить быстрый анализ эффективности при выборе геометрических параметров неподвижного лопаточного венца ступени компрессора на основе использования математической модели верхнего уровня.

Ключевые слова: осецентробежный компрессор, теория планирования эксперимента, математическая модель, коэффициент полезного действия.

We performed computational and experimental study of axial-centrifugal compressor using software ANSYS CFX, structural peculiarities of the combustion chamber. Proposed in the paper the method allows for rapid analysis of the effectiveness of the choice of geometrical parameters of a stationary blade row compressor stage using a mathematical model of the upper level.

Key words: axial-centrifugal compressor, the theory of experimental design, mathematical model, efficiency.

Введение

Современные газотурбинные двигатели (ГТД) характеризуются высоким уровнем совершенства, непрерывным повышением параметров цикла, усложнением схем [1]. Такое развитие требует поиска путей улучшения аэродинамических характеристик их компрессоров и создания новых методов. Несмотря на сравнительно высокие параметры цикла ГТД, их эффективный КПД далек от желаемых значений. Поэтому наряду с усложнением циклов актуальным является повышение КПД узлов, и в частности компрессора - как одного из основных узлов, в повышении КПД которого имеются определенные резервы ввиду диффузорного характера течения в его элементах, отсутствия глубокого и точного математического описания формы трехмерного вязкого сжимаемого нестационарного потока в межлопаточных каналах [2]. Наличие известных программных комплексов (ANSYS CFX, FlowER и др.) хотя и является важным шагом в данном направлении, требует дополнительных усилий для практической их реализации особенно в задачах оптимизации лопаточных венцов, ступеней и многоступенчатых компрессоров в целом. В инженерной практике ускоренного проектирования изделий часто достигают путем промежуточного создания математических моделей более низкого уровня по 3D-моделям верхнего уровня. Предложенный в работе метод позволяет осуществить быстрый анализ эффективности центробежной ступени одиннадцатиступенчатого осецентробежного компрессора (ОЦБК) [3] при выборе геометрических параметров неподвижного лопаточного венца последней ступени осевой части на основе использования математической модели верхнего уровня. При этом минимизация численного эксперимента достигается путем применения теории планирования эксперимента (ТПЭ). Расчетное исследование центробежной ступени ОЦБК выполнено с помощью программного комплекса ANSYS CFX [4], с учетом особенностей конструкции камеры сгорания.

1. Построение геометрической модели

Расчетные исследования центробежной ступени проводились в системе ОЦБК (рис.1а), и в системе 9-10 ступеней (рис.1б), совместно с упрощенной геометрической моделью отсека камеры сгорания. При построении расчетной

области для лопаточных венцов на первом этапе использовалась импортированная из TurboGrid сетка с разбиением (80÷150) тыс. узлов на венец, на втором этапе - (300÷400) тыс. узлов на венец, в условиях существующих ограничений по компьютерной памяти. Применяемая модель турбулентности – SST-Ментера (степень турбулентности на входе в компрессор $\varepsilon = 5\%$). Рассматривалась стационарная задача при сочетании граничных условий полное давление на входе в компрессор, с заданием направления потока - статическое давление на выходе. Используемый тип осреднения на границах расчетной области между соседними венцами: «Stage». В расчетной модели не учитывалось перетекание воздуха в статорной части через лабиринтные уплотнения. Радиальный зазор над лопатками рабочего колеса центробежной ступени соответствовал конструкторской документации. Критерием сходимости при расчете в CFX являлось установление основных интегральных характеристик компрессора при достижении минимального значения величин их среднеквадратичных невязок.

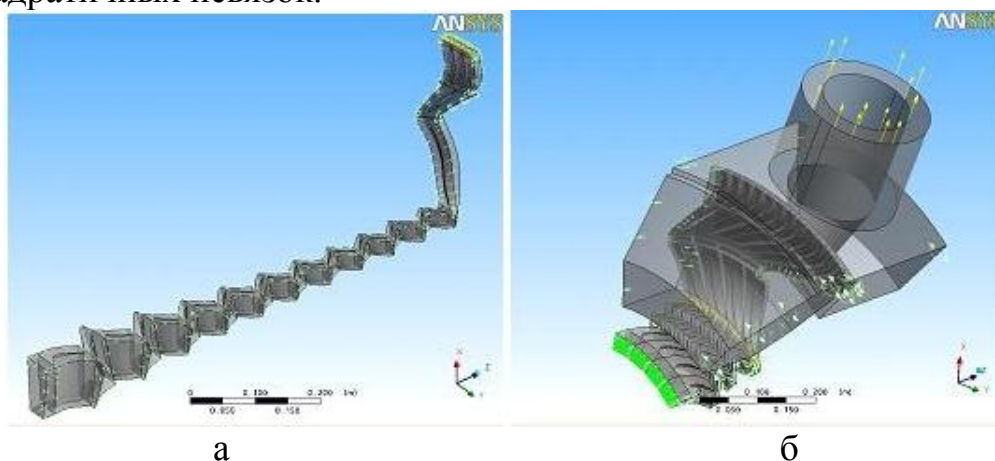


Рис. 1. Расчетные модели ОЦБК (а) и двух последних ступеней совместно с упрощенной моделью отсека камеры сгорания (б) в среде ANSYS CFX

2. Математическое моделирование геометрических параметров решетки НА 10 ступени осевой части ОЦБК

На основе использования программного комплекса ANSYS CFX и ТПЭ получены графоаналитические зависимости влияния геометрических параметров направляющего аппарата 10 ступени осевой части компрессора на параметры центробежной ступени: $\sigma_{НА10}$, $\eta_{ЦБК}$, $\pi_{ЦБК}^*$. Методика проведения расчетных исследований изложена в [5]. На основании анализа существующих геометрических параметров 10 НА в качестве варьируемых факторов были выбраны: угол кривизны линии центров тяжести профиля пера лопатки в радиальном направлении [4] (для формирования навала профиля пера лопатки), парусность лопатки, изменение угла установки (от осевого направления), густота решетки. При расчетном исследовании были наложены ограничения: сохранение углов входа потока α_3 ; неизменность хорды в замковой части пера лопатки; обеспечение минимального осевого зазора. Все факторы варьировались на четырех уровнях. Интервалы варьирования были выбраны исходя из условия применимости к исследуемой ступени. Значения переменных представлены в план-матрице таблице, определяющей условия проведения вычислений. Таким

образом, было проведено 16 численных экспериментов с указанными комбинациями значений варьируемых переменных (факторов).

По полученным выборочным значениям КПД и степени сжатия центробежной ступени компрессора получены графики усредненных значений КПД и степени сжатия в зависимости от каждого фактора с усреднением по трем другим переменным (рис. 2-5).

Таблица. Значения варьируемых параметров 10 НА осевой части ОЦБК для проведения расчетных экспериментов

Измен-е угла установки	Число лопаток Z			
	66	68	70	72
	Изгиб оси пера лопатки			
-3	Парусность профиля пера лопатки			
	0 1,0	0,25 1,15	0,5 1,30	0,75 1,45
0	0,25 1,30	0 1,45	0,75 1,0	0,5 1,15
	0,5 1,45	0,75 1,30	0 1,15	0,25 1,0
+3	0,75 1,15	0,5 1,0	0,25 1,45	0 1,30
	1,15	1,0	1,45	1,30

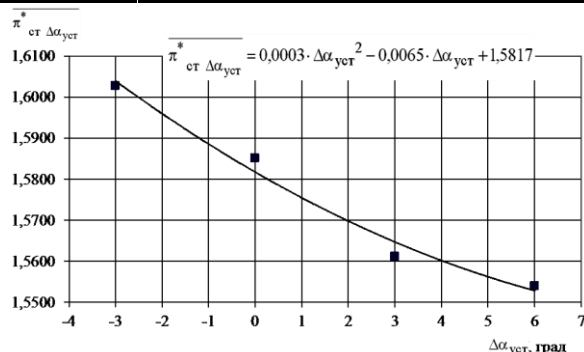
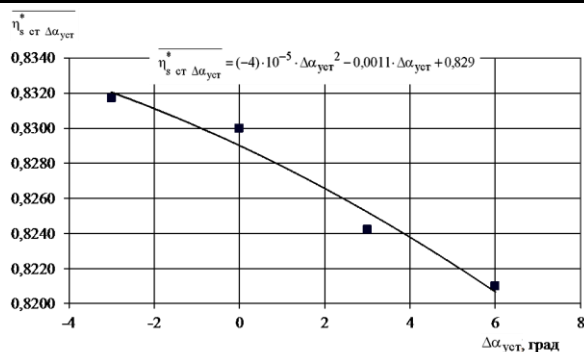


Рис. 2. Зависимость усредненных значений КПД и степени сжатия центробежной ступени компрессора от изменения угла установки 10НА

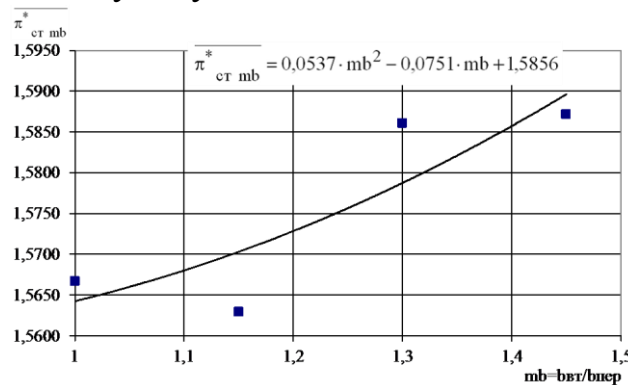
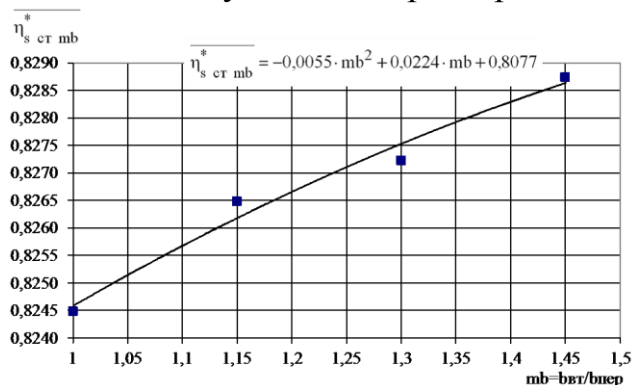


Рис. 3. Зависимость усредненных значений КПД и степени сжатия центробежной ступени компрессора от изменения парусности профиля пера лопатки 10НА

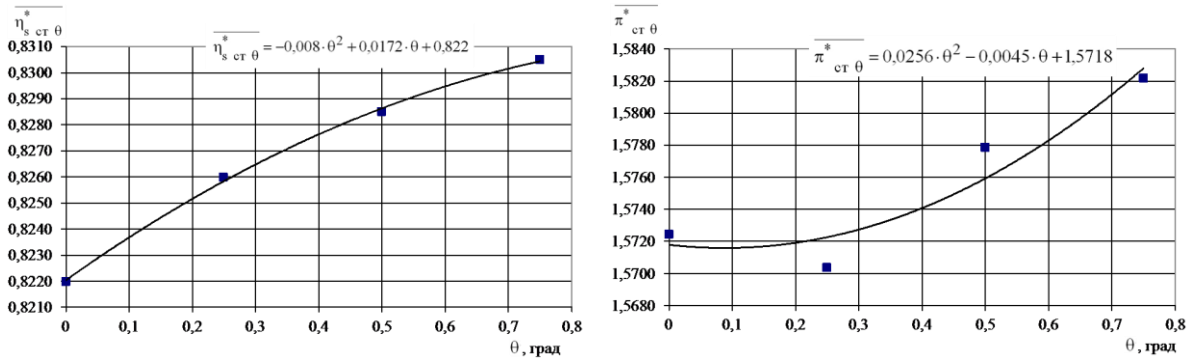


Рис. 4. Зависимость усредненных значений КПД и степени сжатия центробежной ступени компрессора от изменения угла кривизны линии центров тяжести профиля пера лопатки 10 НА в радиальном направлении

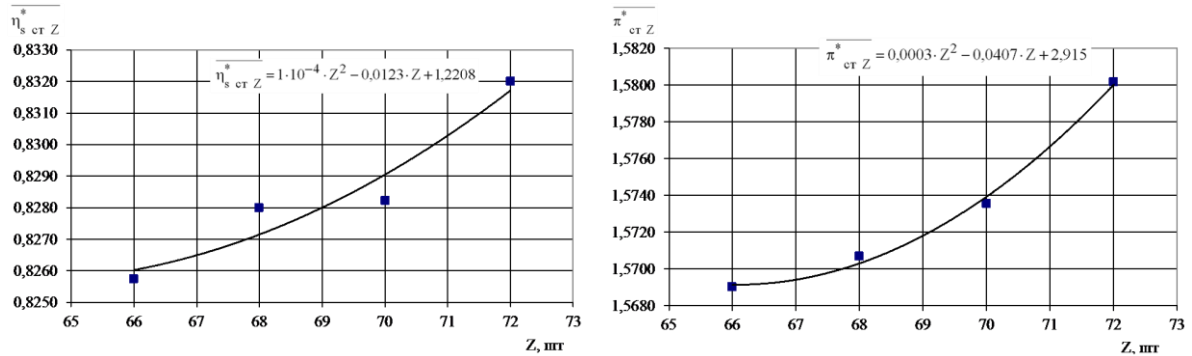


Рис. 5. Зависимость усредненных значений КПД и степени сжатия центробежной ступени компрессора от числа лопаток 10НА

Графические зависимости КПД и степени сжатия центробежной ступени от Z , $\Delta\alpha_{уст}$, θ , $b_{пер} / b_{вт}$ представляют собой зависимости усредненных по трем другим факторам значений $\eta_{сг}^*$ и $\pi_{сг}^*$ от каждого фактора в отдельности, поэтому для определения дискретных значений ими пользоваться непосредственно нельзя. Вычисление дискретных значений требует дополнительного определения коэффициентов аппроксимации K_1 и K_2 :

$$K_1 = \frac{\eta_{сг}^*}{\eta_{сг Z}^* \cdot \eta_{сг \theta}^* \cdot \eta_{сг \Delta\alpha_{уст}}^* \cdot \eta_{сг mb}^*} \quad (1)$$

$$K_2 = \frac{\pi_{сг}^*}{\pi_{сг Z}^* \cdot \pi_{сг \theta}^* \cdot \pi_{сг \Delta\alpha_{уст}}^* \cdot \pi_{сг mb}^*} \quad (2)$$

Здесь значения КПД в числителе принимаются по таблице исходного численного эксперимента (табл. 1), а значения величин в знаменателе выбираются в соответствии с графиками (рис. 2-5). Значение постоянных K_1 и K_2 , усредненных по всему эксперименту, составляет $K_1 = 1,7701$ (неопределенность результата $\pm 0,4\%$) и $K_2 = 0,2557$ (неопределенность результата $\pm 1\%$).

После параметризации зависимостей, представленных на рис. 2-5, аппроксимационные математические модели определения $\eta_{ст}^*$ и $\pi_{ст}^*$ получены в аналитическом виде:

$$\eta_{ст}^* = 1,7701 \cdot (10^{-4} \cdot Z^2 - 0,0123 \cdot Z + 1,2208) \cdot (0,008 \cdot \theta^2 + 0,0172 \cdot \theta + 0,822) \times \\ \times (-4) \cdot 10^{-5} \cdot \Delta\alpha_{уст}^2 - 0,0011 \cdot \Delta\alpha_{уст} + 0,829 \cdot \left(-0,0055 \cdot \frac{b_{пер}^2}{b_{вт}} + 0,0224 \cdot \frac{b_{пер}}{b_{вт}} + 0,8077 \right) \quad (3)$$

$$\pi_{ст}^* = 0,2557 \cdot (0,0003 \cdot Z^2 - 0,0407 \cdot Z + 2,915) \cdot (0,0256 \cdot \theta^2 - 0,0045 \cdot \theta + 1,5718) \times \\ \times (0,0003 \cdot \Delta\alpha_{уст}^2 - 0,0065 \cdot \Delta\alpha_{уст} + 1,5817) \cdot \left(0,0537 \cdot \frac{b_{пер}^2}{b_{вт}} - 0,0751 \cdot \frac{b_{пер}}{b_{вт}} + 1,5856 \right) \quad (4)$$

Данная модель позволяет проанализировать работу компрессорной ступени при сочетании геометрических параметров, которые не охватывались исследуемыми вариантами их комбинаций. По результатам анализа полученных зависимостей установлено, что увеличение угла кривизны линии центров тяжести профиля пера лопатки 10 НА в радиальном направлении в выбранном диапазоне, увеличение густоты решетки и парусности профиля пера лопатки приводят к увеличению КПД и степени сжатия ЦБК за счет снижения потерь в решетке НА, увеличения равномерности эпюры полного давления на выходе, однако данные величины имеет конструктивные ограничения. Уменьшение угла установки 10 НА (от осевого направления) также приводит увеличению $\eta_{ст}^*$ и $\pi_{ст}^*$.

Выводы

Получены графоаналитические зависимости влияния геометрических параметров направляющего аппарата 10 ступени осевой части компрессора на параметры центробежной ступени на основе использования программного комплекса ANSYS CFX и ТПЭ.

Применение ТПЭ позволило существенно сократить объем расчетной информации и получить простую для анализа математическую модель. Работа центробежной компрессорной ступени была проанализирована при сочетании геометрических параметров, которые не охватывались исследуемыми вариантами их комбинаций.

Список литературы: 1. Ржавин Ю.А. Осевые и центробежные компрессоры двигателей летательных аппаратов: теория, конструкция и расчет. – М.: МАИ, 1995.-344 с. 2. Кампсти Н. Аэродинамика компрессоров: Пер. с англ. – М.: Мир, 2000.-688 с. 3. Расчетно-экспериментальное исследование осецентрибежного компрессора со специальным профилированием лопаточных венцов / М.А. Шаровский, М.Ю. Шелковский, Е.А. Токарева, А.В. Ивченко // Авиаци. – косм. техника и технология. Изд. ХАИ, Харьков – 2010. – №9 (76). – с. 34–40. 4. CFX-11 Documentation, ANSYS Canada Ltd, Waterloo, Ont, Canada, 2004. 45. Герасименко В.П., Осипов Е.В., Шелковский М.Ю. Оптимизация геометрических параметров лопаток турбомашин решением прямой аэродинамической задачи Научные труды. Изд. МДГУ, Николаев – 2006 - Том 53. Выпуск 40. с. 133-140.

Поступила в редколлегию 23.05.2011

УДК 656:681.518.5

А.Н. ГОРЯИНОВ, канд. техн. наук, доц., ХНАГХ, Харьков

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕДУР НА ТРАНСПОРТЕ

Предложена структура информационного обеспечения в системе диагностирования на транспорте. Выделены задачи информационного обеспечения.

Ключевые слова: система диагностирования, информационное обеспечение, транспорт

Запропонована структура інформаційного забезпечення в системі діагностування на транспорті. Виділені задачі інформаційного забезпечення.

Ключові слова: система діагностування, інформаційне забезпечення, транспорт

The structure of information supply in the diagnosing system on transport is offered. The problems of information supply are allocated.

Keywords: diagnosing system, information supply, transport

Введение

Информационное обеспечение важно в любом виде производства, но на транспорте оно играет особую роль. Не случайно специалисты по управлению выделяют информационное обеспечение в самостоятельный этап управления цикла [1, с.172]. Создание систем диагностирования на транспорте требует решения ряда задач, которые связаны с использованием информации об объекте диагностирования. Учитывая специфику объектов диагностирования на транспорте, можно говорить о необходимости проведения отдельных исследований по данному вопросу.

Анализ публикаций

Ввиду начальной стадии формирования теории транспортной диагностики, следует воспользоваться наработками по вопросу реализации информационного обеспечения диагностики в смежных науках. Обзор литературных источников позволяет сделать вывод о недостаточности изучения данного вопроса в рамках различных видов диагностик (техническая, экономическая и др.). Наибольший объем исследований в вопросе информационного обеспечения сосредоточен в рамках экономической науки, и, как следствие, в большей степени относится к объектам экономической диагностики. В качестве примеров можно указать работы [2, с. 16; 3, с.122]. В технической диагностике вопросы обеспечения информацией системы диагностирования имеют свою специфику. Это оказывает влияние на выбор подходов к решению задач, которые возникают в этой связи. В рамках технической диагностики системы диагностирования являются достаточно автономными (не сильно связаны с функционированием других систем), могут тиражироваться (т.е. для подобных объектов диагностирования

могут использоваться идентичные системы диагностирования). Большой акцент в технической диагностике уделяется метрологическому обеспечению систем диагностирования (например, [4, с.35]) и вопросы сбора и обработки информации напрямую зависят от используемых средств диагностирования. В рамках экономической диагностики ситуация обстоит иначе – система диагностирования интегрируется и взаимодействует с другими составляющими системы управления, объекты диагностирования имеют большое количество индивидуальных особенностей, что затрудняет разработку универсальных систем диагностирования. Общим в указанных видах диагностики в вопросе получения и обработки информации можно указать использование процедур идентификации (распознавания) диагностических параметров (например, [5, с.35; 6]). Близкой к рассматриваемым вопросам можно считать информацию о программах производства транспортных услуг (например, [7, с.232]), в рамках которых составляется необходимая информационная база.

Транспортные объекты, как объекты диагностирования в технологическом аспекте, в большей степени схожи на объекты диагностирования экономической диагностики, нежели технической диагностики. Следовательно, разработка принципов информационного обеспечения систем диагностирования на транспорте должна основываться, прежде всего, на опыте экономической диагностики и экономической науки в целом, а также учитывать опыт создания информационных баз в рамках управления транспортными предприятиями.

Цель и постановка задачи

В данной работе целью является формирование общих положений реализации информационного обеспечения систем диагностирования на транспорте.

Результаты исследования

Основным методом исследования в данной работе принимаем метод аналогий, что объясняется схожестью по ряду признаков систем диагностирования на транспорте с системами диагностирования других видов диагностики.

Вначале необходимо определиться с понятием информационное обеспечение систем диагностирования. В рассмотренной литературе не было обнаружено определений указанного понятия в явном виде. В то же время выделены ряд определений, которые имеют отношение к автоматизированным системам управления (АСУ) (примеры – таблица 1).

Основываясь на указанные определения, предлагается

следующее определение информационного обеспечения систем диагностирования (ОИСД) – элемент системы диагностирования,

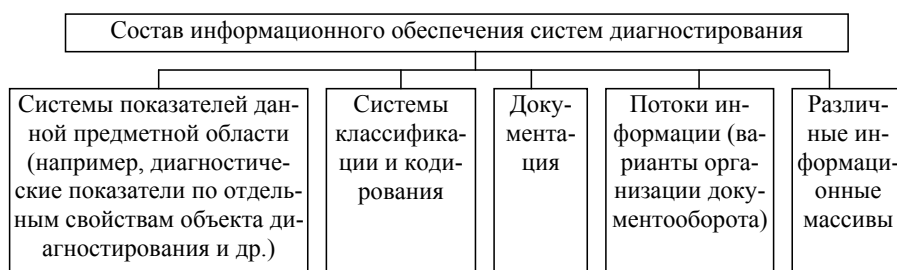


Рис.1 Общая схема состава информационного обеспечения систем диагностирования (предлагается (на основании [9, с.94-95]))

предназначенный для отражения информации, которая характеризует состояние объекта диагностирования на всех этапах его жизненного цикла. В качестве составляющих ИОСД предлагается принять следующее – рис. 1.

Таблица 1 – Определения информационного обеспечения

Термин	Определение
Информационное обеспечение АСУ [8, с.173]	Комплекс методов оформления документации, схемы документооборота, организация массивов хранения данных, методы кодирования и поиска информации и т.д.
Информационное обеспечение (ИО) [9, с.94]	Важнейший элемент автоматизированных информационных систем – предназначено для отражения информации, характеризующей состояние управляемого объекта и являющейся основой для принятия управленческих решений.
Информационное обеспечение АСУ [10, с.43]	Совокупность системно-ориентированных данных, описывающих принятый в системе словарь базовых описаний (классификаторы, типовые модели, элементы автоматизации и т.д.), и актуализируемых данных о состоянии информационной модели объекта автоматизации (объекта управления) на всех этапах его жизненного цикла (ЖЦ).
Информационное обеспечение АСУ [11, с.150-151]	Совокупность методов и средств отбора, классификации, хранения, поиска, обновления и обработки информации в АСУ.
Информационное обеспечение (ИО) [12, с.68]	Понимается организация целенаправленных массивов информации и информационных потоков, а также система сбора, хранения, обновления, переработки и передачи информации в целях анализа полученных данных, подготовки, и принятия управленческих решений органами управления производством.

Согласно [13, с.174], система диагностирования в технической диагностике в общем виде состоит из трех элементов: объекта диагностирования, технических средств диагностирования и оператора. Учитывая эту информацию, а также беря за основу структуру информационного обеспечения в системе принятия решения согласно [14, с.255], предлагается следующая структура информационного обеспечения в системе диагностирования – рис. 2. Добавим также, что информационное обеспечение на транспорте имеет свою специфику, в том числе по видам транспорта. Приведем цитату [12, с.73]: «В силу специфики автотранспортного производства информационное обеспечение на предприятиях и в организациях автотранспорта строится по двум основным направлениям. Первое связано с организацией управления перевозочным процессом, второе — с организацией управления технической эксплуатации подвижного состава».

В литературе, наравне с термином информационное обеспечение, также используется термин информационная база (например, [7, с.232; 15, с.87]). Пример схемы информационной базы – рис. 3.

Учитывая существующие определения информационного обеспечения, можно сделать вывод, что информационная база является составляющей информационного обеспечения и относится к массивам данных (базам данных).

Следовательно, методы и средства составления и обновления информационной базы, являются составляющими информационного обеспечения.

Поэтому в качестве основы для обработки статистических данных в рамках информационного обеспечения систем диагностирования на транспорте предлагается использовать следующую схему – рис. 4.

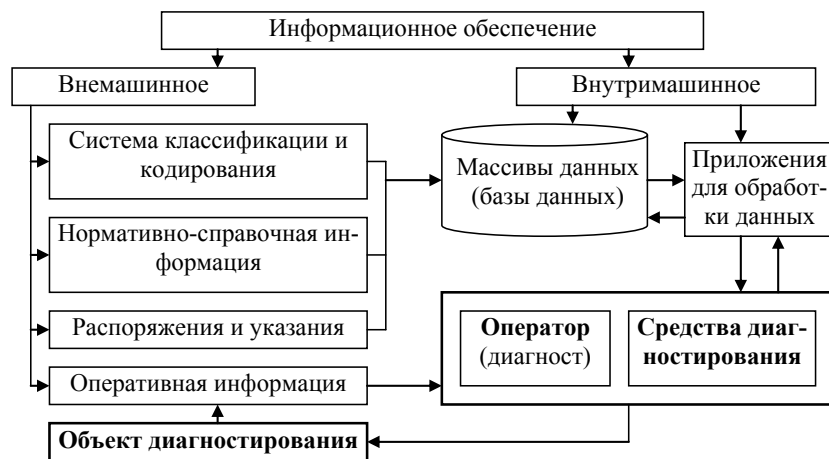


Рис.2 Структура информационного обеспечения в системе диагностирования на транспорте (предлагается (на основании [14, с.255]))

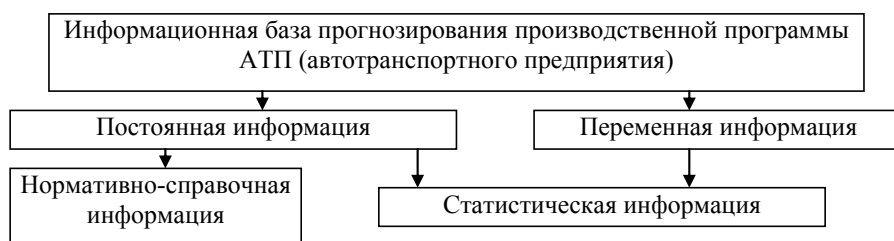


Рис.3 Схема информационной базы прогнозирования производственной программы АТП (на основании [7, с.239])



Рис. 4 – Схема обработки статистических данных (определение параметров и законов распределения) [7, с.224]

В ходе проектирования ИОСД, которое должно выполняться совместно с пользователями системы (диагностами, диспетчерами, операторами и др.), следует выполнять следующие работы (на основании [9, с.95]):

- определить состав диагностических показателей, которые необходимы для решения задач диагностики;
- разработать различные классификаторы и коды;
- выявить возможность применения унифицированной системы документации для отражения показателей; спроектировать формы новых первичных документов, приспособленных к требованиям машинной обработки;
- организовать информационных фонд; определить состав базы данных и его организацию; спроектировать формы вывода результатов обработки.

К основным задачам информационного обеспечения систем диагностирования на транспорте можно отнести следующие (с учетом [16, с.108-109]):

- стандартизация и унификация основных данных, связанных с осуществлением перевозок грузов и пассажиров;
- систематизация коммуникационных каналов;
- разработка информационного обеспечения для различных уровней управления перевозками (стратегический, тактический, оперативный).

Рассматривая вопросы информационного обеспечения, необходимо отметить, что важным является проведение его анализа. В рамках систем диагностирования на транспорте можно воспользоваться следующей классификацией направлений и задач анализа – рис. 5.



Рис. 5 – Основные направления и задачи анализа информационного обеспечения [12, с.75]

Выводы

1.Впервые предложена структура информационного обеспечения в системе диагностирования на транспорте, что позволит системно интегрировать блок диагностирования в системы управления на транспорте.

2.Впервые предложено определение понятия «информационное обеспечение систем диагностирования». Это даст возможность разделять виды обеспечения в рамках используемых информационных систем.

3. Сформулированы основные задачи при проектировании информационного обеспечения систем диагностирования, а также выделены основные задачи, которые должны решаться информационным обеспечением.

4. В дальнейшем следует провести исследования по определению взаимосвязи информационного обеспечения с задачами идентификации диагностических показателей.

Список литературы: 1. Менеджмент на транспорте. Под ред. Н.Н. Громова, В.А. Персианова. – М.: Изд. центр «Академия», 2003. – 528с. 2. Шевченко Л.С., Торкатюк В.И., Кизим Н.А., Шутенко А.Л. Конкурентная диагностика фирмы: концепция, содержание, методы. – Х.: ИД «ИНЖЭК», 2008. – 240с. 3. Егоров П.В., Алексеенко Н.В. Стратегический мониторинг в управлении финансово-хозяйственной деятельностью производственных систем: Монография.— Донецк: ООО «Юго-Восток, Лтд», 2005.— 176 с. 4. Говорущенко Н.Я., Варфоломеев В.Н. Техническая кибернетика транспорта. – Харьков: ХГАДТУ, 2001. – 271с. 5. Елисеева О.К., Марюта А.Н., Узунов В.Н. Диагностика и управление производственно-экономическими системами. – Днепропетровск: Наука и образование, 2004. – 190с. 6. Латышев А.В. Техническая диагностика методами идентификации. – Киев: Ин-т пробл. модел. в энергетике АН УССР, 1984. – 54 с. 7. Лукинский В.С., Бережной В.И., Бережная Е.В. и др. Логистика автомобильного транспорта: концепция, методы, модели. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 280 с. 8. Лопатников Л.И. Краткий экономико-математический словарь. – М.: Наука, 1979. – 358 с. 9. Автоматизированные информационные технологии в экономике. Под ред. Г.А.Титоренко. – М.: ЮНИТИ, 2003. – 399 с. 10. Автоматизированные системы обработки информации и управления на автомобильном транспорте. Под ред. А.Б.Николаева. – М.: Изд. Центр «Академия», 2003. – 224 с. 11. Математика и кибернетика в экономике. Словарь-справочник. Отв.ред. Н.П. Федоренко. Изд. 2-е, перераб и доп. – М.: Экономика, 1975. – 700 с. 12. Александров Л. А., Козлов Р. К. Организация управления на автомобильном транспорте. – М.: Транспорт, 1985. – 264 с. 13. Надежность и эффективность в технике. Справочник. В 10 т. Т.9. Техническая диагностика. Под ред. В.В.Клюева, П.П.Пархоменко. – М.: Машиностроение, 1986. – 351с. 14. Горев А.Э. Грузовые автомобильные перевозки. – 2-е изд., стер. – М.: Изд. центр «Академия», 2004. – 288 с. 15. Икрамова Х.З. Алгоритмы распознавания и диагностика. – Ташкент: Фан, 1982. – 220 с. 16. Егоров П.В., Андреева В.Г. Диагностика управления финансовой деятельностью предприятия: Монография.— Донецк: ООО «Юго-Восток, Лтд», 2005. – 202 с.

Поступила в редколлегию 12.05.2011

УДК 519.683:517.9:629.36

О.Я. НИКОНОВ, д-р. техн. наук, проф., НТУ «ХПИ»
О.О. ПОДОЛЯКА, канд. техн. наук, доц., ХНАДУ, Харків
В.Ю. УЛЬКО, асп., ХНАДУ, Харків

ПОБУДОВА ОБЛАСТЕЙ СТІЙКОСТІ І ФУНКЦІОНАЛУ ЯКОСТІ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧОЇ ПІДСИСТЕМИ ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНИХ СЛІДКУЮЧИХ ПРИВОДІВ БАГАТОЦІЛЬОВИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

У статті розглянута задача параметричного синтезу інформаційно-керуючої підсистеми електрогідравлічних слідкуючих приводів багатоцільових транспортних засобів на основі

методів імітаційного моделювання. Побудовані області стійкості і функціонал якості замкненої системи.

Ключові слова: інформаційно-керуюча система, електрогідравлічний слідкуючий привід, транспортний засіб.

В статье рассмотрена задача параметрического синтеза информационно-управляющей подсистемы электрогидравлических следящих приводов многоцелевых транспортных средств на основе методов имитационного моделирования. Построены области устойчивости и функционал качества замкнутой системы.

Ключевые слова: информационно-управляющая система, электрогидравлический следящий привод, транспортное средство.

In paper the problem of parametric synthesis of informational-controlling subsystems of electrohydraulic servo drives of multi-purpose vehicles on the basis of methods imitative simulation is considered. Areas of stability and functional of quality of a looped system are constructed.

Keywords: informational-controlling system, electrohydraulic servo drive, vehicle.

Постановка проблеми

В теперішній час використання інформаційно-керуючих систем для керування наземними транспортними засобами і транспортними мережами в цілому на загальному фоні збільшення кількості і якості транспортних засобів є реальною необхідністю [1-3]. Такі системи насамперед необхідні для багатоцільових транспортних засобів, які працюють в умовах інтенсивних навантажень, складних умов експлуатації і підвищеної відповідальності механізмів.

Пошукові роботи, що проводилися співробітниками кафедри колісних та гусеничних машин ім. О.О. Морозова НТУ «ХПІ», привели до висновку, що найбільш доцільним являється застосування для багатоцільових транспортних засобів інтегрованих інформаційно-керуючих телематичних систем спроектованих по архітектурі розподіленого керування з уніфікацією апаратно-програмних засобів. Вирішення проблеми створення таких систем виведе вітчизняні багатоцільові транспортні засоби на новий якісний рівень і значно підвищить їх технічні характеристики у порівнянні із кращими закордонними зразками. Для розроблення і синтезу таких систем необхідно застосовувати інваріантні інтелектуальні системи зі змінною структурою на основі теорії штучних нейронних мереж і методів еволюційного моделювання [4, 5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Методи класичної теорії автоматичного керування не працюють для параметричного синтезу математичних моделей високого порядку. Якщо порядок диференціальних рівнянь, що складають математичну модель об'єкту керування, вище п'яти, то проблема параметричного синтезу може бути вирішена тільки за допомогою методів сучасної теорії керування, зокрема, методу простору станів, методів теорії аналітичного конструювання оптимальних регуляторів, методів мінімаксу, методів функцій Ляпунова, методів імітаційного моделювання. Методи теорії аналітичного конструювання оптимальних регуляторів, що розвинуті О.М. Льотовим, О.О. Красовським, Я.Н. Ройтенбергом [6, 7], передбачають застосування інформації про всі компоненти вектору стану об'єкту керування при формуванні алгоритму керування. Отримання такої інформації для

складних об'єктів часто буває проблематичним, а іноді і неможливим. Методи мінімаксу і методи функцій Ляпунова, застосування яких для рішення проблеми параметричного синтезу систем керування було здійснене Є.Є. Александровим [8, 9], дають задовільні результати, бо передбачають застосування інформації в алгоритмі керування тільки про ті компоненти вектору стану об'єкту керування, вимірювання яких не являє труднощів. Але у процесі параметричного синтезу цифрової системи керування ці методи передбачають перехід від диференціальних рівнянь математичної моделі об'єкту керування до різних рівнянь, що вносить визначену похибку у процес синтезу. Якщо ж об'єкти містять неаналітичні нелінійності, то названі вище методи синтезу взагалі не дієві.

Тому в останні роки широке застосування набирають методи імітаційного моделювання, зокрема метод факторного експерименту [10, 11]. Цей метод дозволяє на основі моделювання поведінки системи у випадковому зовнішньому середовищі здійснити вибір її параметрів, що задовольняють вимогам мінімуму функції регресії. Як функція регресії може бути застосований аддитивний функціонал якості замкненої системи. При цьому моделювання поведінки замкненої системи керування здійснюється при урахуванні випадкових зовнішніх збурень, що діють на об'єкт керування.

Формулювання мети

Метою роботи є побудова областей стійкості і функціоналу якості інформаційно-керуючої підсистеми електрогідравлічних слідкуючих приводів багатоцільових транспортних засобів високої прохідності, що знаходяться під впливом зовнішніх випадкових збурень, з урахуванням нелінійних характеристик об'єкту керування.

Побудова областей стійкості інформаційно-керуючої підсистеми

Розглянемо електрогідравлічні слідкуючі приводи багатоцільових транспортних машин високої прохідності на прикладі системи наведення і стабілізації гармати танка у вертикальній площині [12-14].

Для параметричного синтезу інформаційно-керуючої підсистеми наведення і стабілізації гармати танка необхідно визначити області допустимих значень варійованих параметрів. Звичайно це область стійкості замкненої системи в площині варійованих параметрів регулятора.

Побудуємо область стійкості замкненої системи наведення і стабілізації гармати в площині варійованих параметрів регулятора k_ϕ і k_ω з урахуванням нелінійної ланки типу зона обмеження (насичення) [13, 14].

З передавальної функції замкненої системи [14] запишемо характеристичне рівняння

$$\begin{aligned} & T_y A_3 T_{\omega 1}^2 s^7 + \left(T_y A_3 T_{\omega 2} + T_y A_2 T_{\omega 1}^2 + A_3 T_{\omega 1}^2 \right) \dot{s}^6 + \\ & + \left(A_2 T_{\omega 1}^2 + T_y A_2 T_{\omega 2} + T_y A_3 + A_3 T_{\omega 2} + T_y A_1 T_{\omega 1}^2 \right) \dot{s}^5 + \\ & + \left(T_y T_{\omega 1}^2 + A_2 T_{\omega 2} + T_y A_2 + A_3 + T_y A_1 T_{\omega 2} + A_1 T_{\omega 1}^2 \right) \dot{s}^4 + \\ & + \left(T_{\omega 1}^2 + A_1 T_{\omega 2} + T_y A_1 + T_y T_{\omega 2} + A_2 \right) \dot{s}^3 + \\ & + \left(T_{\omega 2} + A_1 + T_y + k_{OTDK} k_\phi k W_{H_1} A_{H_1} \right) k_y k_2' T_{\omega 1}^2 \dot{s}^2 + \end{aligned}$$

$$\left(+k W_{H_1} \left(A_{H_1} \right) k_y k'_2 \left(k_{OTDK} k_{\varphi 2} T_{\omega 2} + k_{\omega} k_{ГДКШ} k_{OTDKШ} \right) s + \right. \\ \left. + k_{OTDK} k_{\varphi} k W_{H_1} \left(A_{H_1} \right) k_y k'_2 = 0, \right. \quad (1)$$

$$\text{де } A_1 = \frac{T_{em2} + T_1 + k_3 T_2}{1 + k_3}; A_2 = \frac{T_{em1}^2 + T_{em2} T_1}{1 + k_3}; A_3 = \frac{T_{em1}^2 T_1}{1 + k_3}; T_1 = \frac{T_2}{1 + k_1 k_E};$$

$$k_1 = \frac{1}{G} \cdot k_m \cdot k_z; k'_1 = \frac{k_1}{1 + k_1 k_E}; k_2 = k_{em} l_{kp} k_Q k'_1; k'_2 = \frac{k_2}{1 + k_3}; k_3 = \frac{k_2 k_P}{k_m k_z}.$$

В характеристичному рівнянні (1) зробимо заміну $s = j\omega$, виділимо дійсну і уявну частини та дорівнюємо їх нулю. Отримані алгебраїчні рівняння розв'яжемо відносно параметрів k_{φ} і k_{ω} :

$$k_{\varphi} = \frac{\left(T_{\omega 1}^2 + A_2 T_{\omega 2} + T_y A_2 + A_3 + T_y A_1 T_{\omega 2} + A_1 T_{\omega 1}^2 \right) \omega^4 -}{k_{OTDK} k W_{H_1} \left(A_{H_1} \right) k_y k'_2 \left(\omega^2 T_{\omega 1}^2 - 1 \right)} - \\ - \frac{\left(A_3 T_{\omega 2} + T_y A_2 T_{\omega 1}^2 + A_3 T_{\omega 1}^2 \right) \omega^6 + \left(\omega^2 + A_1 + T_y \right) \omega^2}{k_{OTDK} k W_{H_1} \left(A_{H_1} \right) k_y k'_2 \left(\omega^2 T_{\omega 1}^2 - 1 \right)}; \quad (2)$$

$$k_{\omega} = \frac{\left(T_{\omega 1}^2 + A_1 T_{\omega 2} + T_y A_1 + T_y T_{\omega 2} + A_2 \right) \omega^2 + T_y A_3 T_{\omega 1}^2 \omega^6}{k W_{H_1} \left(A_{H_1} \right) k_y k'_2 k_{ГДКШ} k_{OTDKШ}} - \\ - \frac{\left(A_2 T_{\omega 1}^2 + T_y A_2 T_{\omega 2} + T_y A_3 + A_3 T_{\omega 2} + T_y A_1 T_{\omega 1}^2 \right) \omega^4}{k W_{H_1} \left(A_{H_1} \right) k_y k'_2 k_{ГДКШ} k_{OTDKШ}} \\ - \frac{k_{OTDK} k_{\varphi} k W_{H_1} \left(A_{H_1} \right) k_y k'_2 T_{\omega 2} + 1}{k W_{H_1} \left(A_{H_1} \right) k_y k'_2 k_{ГДКШ} k_{OTDKШ}}. \quad (3)$$

На рис. 1 приведено границі області стійкості замкненої системи наведення і стабілізації гармати в площині варійованих параметрів регулятора k_{φ} і k_{ω} з урахуванням нелінійної ланки типу зона обмеження (насичення), що побудовані за допомогою співвідношень (2) і (3).

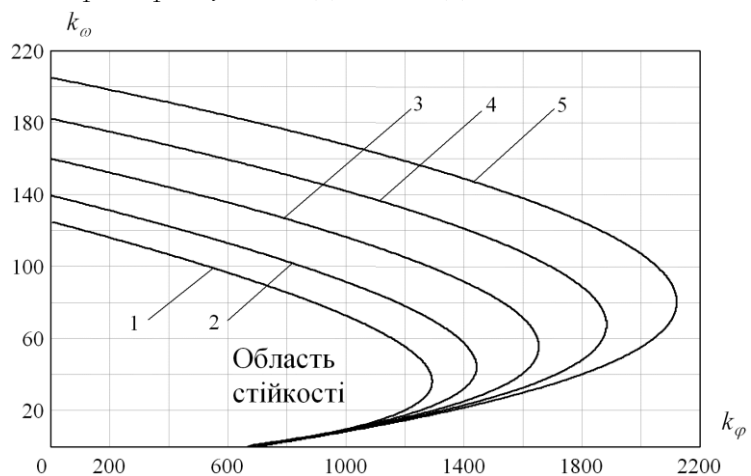


Рис. 1. Область стійкості замкненої системи наведення і стабілізації гармати з урахуванням нелінійної ланки типу зона обмеження:

$$1 - A_{H_1}/b_{H_1} = 1; 2 - A_{H_1}/b_{H_1} = 1.25; 3 - A_{H_1}/b_{H_1} = 1.5; 4 - A_{H_1}/b_{H_1} = 1.75; 5 - A_{H_1}/b_{H_1} = 2$$

Для визначення області стійкості розглянемо визначник [4]

$$\Delta = \begin{vmatrix} \frac{\partial X(\omega, k_\varphi, k_\omega)}{\partial k_\varphi} & \frac{\partial X(\omega, k_\varphi, k_\omega)}{\partial k_\omega} \\ \frac{\partial Y(\omega, k_\varphi, k_\omega)}{\partial k_\varphi} & \frac{\partial Y(\omega, k_\varphi, k_\omega)}{\partial k_\omega} \end{vmatrix}, \quad (4)$$

де $X(\omega, k_\varphi, k_\omega)$ і $Y(\omega, k_\varphi, k_\omega)$ – відповідно дійсна і уявна частини характеристичного рівняння.

Після підстановки похідних в (4) отримаємо

$$\Delta = \begin{vmatrix} k_{OTDK} k_{W_{H_1}} A_{H_1} k_y k_2' (-T_{\omega 1}^2 \omega^2) & 0 \\ k_{OTDK} k_{W_{H_1}} A_{H_1} k_y k_2' T_{\omega 2} \omega & k_{W_{H_1}} A_{H_1} k_y k_2' k_{ГДКШ} k_{OTDKШ} \omega \end{vmatrix}. \quad (5)$$

Розкриваючи визначник (5), маємо

$$\Delta = k^2 W_{H_1}^2 A_{H_1} k_y^2 k_2'^2 k_{OTDKШ} k_{ГДКШ} k_{OTDK} \omega (-T_{\omega 1}^2 \omega^2). \quad (6)$$

Як видно з (6), знак визначника залежить від знака виразу $1 - T_{\omega 1}^2 \omega^2$. При $\omega < 1/T_{\omega 1}$ визначник $\Delta > 0$, а при $\omega > 1/T_{\omega 1}$ – $\Delta < 0$.

Границя області стійкості лінійної замкненої системи наведення і стабілізації гармати, що приведена на рис. 1 побудована в діапазоні частот $\omega < 1/T_{\omega 1}$, тобто $\Delta > 0$, і границю стійкості треба штрихувати зліва, переміщуючись вздовж границі вбік зростання ω . Таким чином, область стійкості замкненої системи знаходиться усередині області, що обмежена віссю k_φ , k_ω і границею стійкості (рис. 1).

Із областей стійкості, приведених на рис. 1, видно, що при $A_{H_1}/b_{H_1} \leq 1$ система є стійкою як у лінійній частині характеристики, так і в нелінійній, причому при $A_{H_1}/b_{H_1} = 1$ область стійкості нелінійної системи відповідає області стійкості лінійної системи. При $A_{H_1}/b_{H_1} > 1$ в силу наявності насичення у характеристиці нелінійного елемента система працює в автоколивальному режимі з амплітудою A_{H_1} , у той час як при відсутності насичення лінійна система мала б розбіжний коливальний процес. Зазначена поведінка систем спостерігається і на практиці. Часто лінійні системи мають ланки з обмеженими зонами лінійності, що переходять в зони насичення. Тому при збільшенні коефіцієнта підсилення системи до деякої величини замість нестійкості, що слідує з лінійної теорії, виникають автоколивання.

Побудова функціоналу якості інформаційно-керуючої підсистеми

Внаслідок безперервної дії зовнішнього збурення $M_{ЗБ}$ вісь каналу ствола безперервно відхиляється від напрямку на ціль. При русі танка по перетиненій місцевості функція $M_{ЗБ}$ є випадковою функцією. У цій ситуації випадковими функціями є також функції φ_2 і ω_2 (рис. 2) [13]. Точність стабілізації тим вище, чим менше площа під кривими динамічного процесу.

Отже, кількісно точність стабілізації гармати відносно напрямку на ціль можливо оцінити наступним функціоналом

$$I_{\varphi_z} = M \left[\int_0^T \varphi_z^2(t) dt \right]. \quad (7)$$

де M – символ математичного очікування. Якість процесів стабілізації оцінюється не тільки відхиленням вісі каналу ствола від напрямку на ціль, але і кутовою швидкістю руху гармати відносно напрямку на ціль. Кількісною характеристикою цього руху може бути функціонал

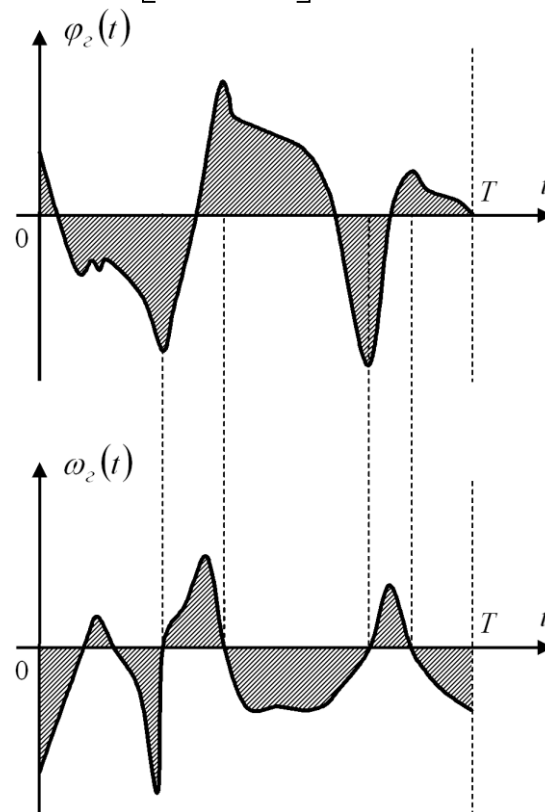


Рис. 2. Динамічні процеси в системі наведення і стабілізації гармати

$$I_{\omega_z} = M \left[\int_0^T \omega_z^2(t) dt \right]. \quad (8)$$

Ідеальним був би випадок, коли на рішеннях замкненої системи наведення і стабілізації досягали б мінімуму обидва функціонала (7) і (8). Але це неможливо і мінімуми функціоналів (7) і (8) відповідають різним значенням параметрів регулятора k_φ і k_ω . Тому доцільно параметри k_φ і k_ω вибирати за умови мінімуму адитивного функціоналу [4]

$$I = \beta_1^2 I_{\varphi_z} + \beta_2^2 I_{\omega_z} = M \left[\int_0^T \beta_1^2 \varphi_z^2(t) + \beta_2^2 \omega_z^2(t) dt \right], \quad (9)$$

де β_1 та β_2 – вагові коефіцієнти, що підлягають вибору.

Однак чисельні експерименти [11, 12] довели, що отримані значення варійованих параметрів, що надають мінімум функціоналам (7) і (8) практично не відрізняються (в межах 5%). Враховуючі цей факт, а також факт, що вихідний сигнал з блоку керування обмежується і не дозволяє розвивати гарматі надмірної швидкості, доцільно для цієї конкретної системи використовувати функціонал (7) або його модифікації.

В загальному випадку функціонал, що оцінює якість стохастичної системи має вигляд

$$I = M \left[\int_0^T f(x, y, t) dt \right], \quad (10)$$

де f – функція помилки, вхідного і вихідного сигналів, а також часу. Використовуючи різні комбінації змінних системи і часу, можна отримати різні оцінки якості.

Для зменшення вкладу значної початкової помилки і урахування помилки, що з'являється надалі, більш доцільно використовувати функціонал виду

$$I = M \left[\int_{t_1}^T t |\Delta \varphi_2| dt \right], \quad (11)$$

а при $M_{зБ} = 0$ функціонал (11) трансформується у $I = \int_{t_1}^T t |\Delta \varphi_2| dt$.

Виводи

В статті побудовані області стійкості і функціонал якості інформаційно-керуючої підсистеми електрогідравлічних слідкуючих приводів багатоцільових транспортних засобів.

Список літератури: 1. Системологія на транспорті: Підруч.: у 5 кн. Кн. 1. Основи теорії систем і управління / [Гаврилов Е.В., Дмитриченко М.Ф., Доля В.К. та ін.]. – К.: Знання України, 2005. – 343 с. 2. Телематика на автомобильном транспорте / [Власов В.М., Жанказиев С.В., Николаев А.Б. и др.]. – М.: МАДИ (ГТУ), 2003. – 173 с. 3. Пржибыл П. Телематика на транспорте / П. Пржибыл, М. Свитек. – М.: МАДИ (ГТУ), 2003. – 540 с. 4. Александров Е.Е. Автоматичне керування рухомими об'єктами і технологічними процесами / Александров Е.Е., Козлов Е.П., Кузнецов Б.И. – Харків: НТУ «ХПИ», 2002. – 492 с. 5. Suykens A.K. Artificial Neural Networks for Modelling and Control of Non-Linear Systems / Suykens A.K., Vandewalle P.L., De Moor Bart L.R. – London: Kluwer Academic Publishers, 1997. – 378 p. 6. Летов А.М. Математическая теория процессов управления / Летов А.М. – М.: Наука, 1981. – 256 с. 7. Ройтенберг Я.Н. Автоматическое управление / Ройтенберг Я.Н. – М.: Наука, 1978. – 551 с. 8. Александров Е.Е. Многоканальные системы оптимального управления / Александров Е.Е., Богаенко И.Н., Кузнецов Б.И. – К.: Техніка, 1995. – 312 с. 9. Александров Е.Е. Параметрическая оптимизация многоканальных систем автоматического управления / Александров Е.Е., Борисюк М.Д., Кузнецов Б.И. – Харьков: Основа, 1995. – 272 с. 10. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. – М.: Наука, 1976. – 280 с. 11. Александрова И.Е. Имитационное моделирование / Александрова И.Е. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2000. – 93 с. 12. Александров Е.Е. Параметрический синтез систем стабилизации танкового вооружения / Александров Е.Е., Богаенко И.Н., Кузнецов Б.И. – К.: Техника, 1997. – 112 с. 13. Ніконов О.Я. Розроблення інформаційно-структурної схеми електрогідравлічних слідкуючих приводів багатоцільових транспортних засобів / О.Я. Ніконов, В.Ю. Улько // Вестник НТУ «ХПИ». – Харьков: НТУ «ХПИ», 2010. – № 57. – С. 214-220. 14. Ніконов О.Я. Побудова нелінійної математичної моделі електрогідравлічних слідкуючих приводів багатоцільових транспортних засобів / О.Я. Ніконов, В.Ю. Улько // Вестник НТУ «ХПИ». – Харьков: НТУ «ХПИ», 2011. – № 22. – С. 46-50.

Поступила в редколлегию 12.05.2011

І. В. СВИД, ст. викл., ХНУРЕ, Харків

АНАЛІЗ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ СПОСОБУ ПЕРЕДАВАННЯ ПОЛЬОТНОЇ ІНФОРМАЦІЇ У ЗАПИТАЛЬНИХ СИСТЕМАХ СПОСТЕРЕЖЕННЯ

Проводиться аналіз завадостійкості способів передавання польотної інформації в існуючих і перспективних запитальних системах спостереження повітряного простору.

Ключові слова: інформаційне забезпечення, запитальні системи спостереження

Проводится анализ помехоустойчивости способов передачи полетной информации в существующих и перспективных запросных системах наблюдения воздушного пространства.

Ключевые слова: информационное обеспечение, запросные системы наблюдения

This provides the analysis of interference immunity of methods the flight information transfer of existing and perspective air space requesting observing systems.

Keywords: informative providing, requesting observing systems.

Вступ

Як відомо запитальні системи спостереження (СС) [1] знаходять широке застосування в системах управління повітряним рухом (УПР) і системах радіолокаційної ідентифікації повітряних об'єктів і є основним засобом отримання польотної інформації (ПІ) з борта повітряного об'єкта (ПО). Можливість отримання координатної інформації ПО, точність якої більш ніж на порядок перевищує точність координатної інформації цього ПО, отримувану наземними засобами первинних СС, стала основним критерієм широкого використання систем запитальних систем [2] у системах спостереження повітряного простору.

Постановка задачі

Існуючі методи передавання польотної інформації використовують позиційний код і, отже, вимагають високих енергетичних витрат і характеризуються низькою завадостійкістю, та використовують 12-розрядний код. Це дозволяє отримувати 12-розрядів інформації при одному запиті. Актуальним є розгляд питань підвищення кількості розрядної інформації, яка може передаватися при одному запиті. Дослідимо це питання.

Мета роботи

аналіз завадостійкості способу передавання польотної інформації при збільшенні розрядності повідомлення при одному циклі запиту.

Основна частина

Проведемо аналіз завадостійкості існуючого і запропонованого способів передавання польотної інформації з урахуванням дії в інформаційному радіоканалі як хаотичної імпульсної завади (ХІЗ), так і флуктуаційної завади (ФЗ). При цьому розрахунки будемо робити для випадку, коли літаковий відповідач (ЛВ) випромінює в кожному періоді запиту N імпульсний позиційний код. Це

дозволяє розглянути як метод передавання польотної інформації режиму RBS ($N = 12$), а також і перспективних методах при котрих N більше.

При розгляді цього питання будемо вважати, що завади у відповідному каналі діють на окремі імпульси кодової посилки незалежно й для даного радіоканалу відомі ймовірності P_{01} й P_{10} [1]. При декодуванні сигналів ПІ будемо досліджувати в дешифраторі наступну логіку обробки інформації: після декодування будь-якого сигналу координатної оцінки здійснюється паралельне зчитування інформації із заданих часових позицій. Як сигнал координатної оцінки будемо використовувати сигнал, аналогічний режиму RBS, при $N = 12$ та більше.

Розглянемо декодування з попередньою міжперіодною обробкою сигналів. Нехай в N -розрядному коді ПІ інформація значення «1» у розрядах передається на r позиціях і значення «0» - на інших позиціях, а в пристрої міжперіодної обробки використовується логіка k/m .

У цьому випадку, ймовірності правильного й хибного приймання ПІ на виході дешифратора можна записати як

$$D_1 = D_{k/m}^r (1 - F_{k/m})^{N-r} \sum_{i=0}^{m-k} C_m^i P_0^{m-i} (1 - P_0)^i \left[\sum_{l=0}^{m-k-i} C_{m-i}^l (1 - P_{10})^{m-l-i} P_{10}^l \right]^2; \quad (1)$$

$$D_u = [1 - D_{k/m}^r (1 - F_{k/m})^{N-r}] \sum_{i=0}^{m-k} C_m^i P_0^{m-i} (1 - P_0)^i \left[\sum_{l=0}^{m-k-i} C_{m-i}^l (1 - P_{10})^{m-l-i} P_{10}^l \right]^2, \quad (2)$$

де $D_{k/m}$ і $F_{k/m}$ - ймовірності проходження корисних і хибних сигналів через пристрій міжперіодної обробки сигналів з логікою k/m , які можуть бути визначені як

$$D_{k/m} = \sum_{i=0}^{m-k} C_m^i P_{10}^i (1 - P_{10})^{m-i}, \quad (3)$$

$$F_{k/m} = \sum_{i=0}^{m-k} C_m^i P_{01}^i (1 - P_{01})^{m-i}, \quad (4)$$

де P_0 - коефіцієнт готовності літакового відповідача.

Для випадку декодування з наступною МО прийнятих сигналів ймовірності правильного й хибного приймання польотної інформації при використанні розглянутої схеми дешифратора можна визначити в такий спосіб.

Ймовірність виявлення коду сигналу координатної оцінки становить

$$P_{2/2} = P_0 (1 - P_{10})^2. \quad (5)$$

Ймовірності правильного приймання й хибного коду польотної інформації на виході пристрою МО сигналів можна визначити відповідно як

$$D_2 = D_{k/m}^r (1 - F_{k/m})^{N-r} \sum_{i=0}^{m-k} C_m^i P_{2/2}^{m-i} (1 - P_{2/2})^i; \quad (6)$$

$$D_u = [1 - D_{k/m}^r (1 - F_{k/m})^{N-r}] \sum_{i=0}^{m-k} C_m^i P_{2/2}^{m-i} (1 - P_{2/2})^i; \quad (7)$$

Підставляючи (5) в (6) і (7) отримуємо

$$D_2 = D_{k/m}^r (1 - F_{k/m})^{N-r} \sum_{i=0}^{m-k} C_m^i [P_0 (1 - P_{10})^2]^{m-i} [1 - P_0 (1 - P_{10})^2]^i; \quad (8)$$

$$D_u = [1 - D_{k/m}^r (1 - F_{k/m})^{N-r}] \sum_{i=0}^{m-k} C_m^i [P_0(1 - P_{10})^2]^{m-i} [1 - P_0(1 - P_{10})^2]^i. \quad (9)$$

Вищевикладені вирази отримані для загального випадку, коли P_0 й P_{10} змінні. При $P_0 = 1$ має місце окремий випадок, коли враховується тільки вплив завад у каналі відповіді.

Імовірності правильного й хибного приймання польотної інформації при $P_0 = 1$ для обох способів обробки інформації можна записати як

$$D_1 = D_{k/m}^r (1 - F_{k/m})^{N-r} \sum_{i=0}^{m-k} C_m^i P_0^{m-i} (1 - P_0)^i \left[\sum_{l=0}^{m-k-i} C_{m-i}^l (1 - P_{10})^l P_{10}^{m-l-i} \right]^2; \quad (10)$$

$$D_u = [1 - D_{k/m}^r (1 - F_{k/m})^{N-r}] \sum_{i=0}^{m-k} C_m^i P_0^{m-i} (1 - P_0)^i \left[\sum_{l=0}^{m-k-i} C_{m-i}^l (1 - P_{10})^{m-l-i} P_{10}^l \right]^2, \quad (11)$$

$$D_2 = D_{k/m}^r (1 - F_{k/m})^{N-r} \sum_{i=0}^{m-k} C_m^i P_{2/2}^{m-i} (1 - P_{2/2})^i; \quad (12)$$

$$D_u = [1 - D_{k/m}^r (1 - F_{k/m})^{N-r}] \sum_{i=0}^{m-k} C_m^i P_{2/2}^{m-i} (1 - P_{2/2})^i. \quad (13)$$

де $P_{2/2} = (1 - P_{10})^2$.

На рис. 1-4 представлені ймовірності правильного приймання коду ПІ в залежності N при використанні логіки обробки «3 з 5». При цьому наведений розрахунок завадостійкості передавання польотної інформації для методу режиму RBS.

Дослідимо ймовірності правильного приймання польотної інформації при різних значеннях P_0 ($P_0 = 1$ (графік 1); $P_0 = 0,9$ (графік 2); $P_0 = 0,8$ (графік 3); $P_0 = 0,7$ (графік 4); $P_0 = 0,6$ (графік 5)) та різних значеннях N ($N = 12$; $N = 24$; $N = 50$; $N = 100$).

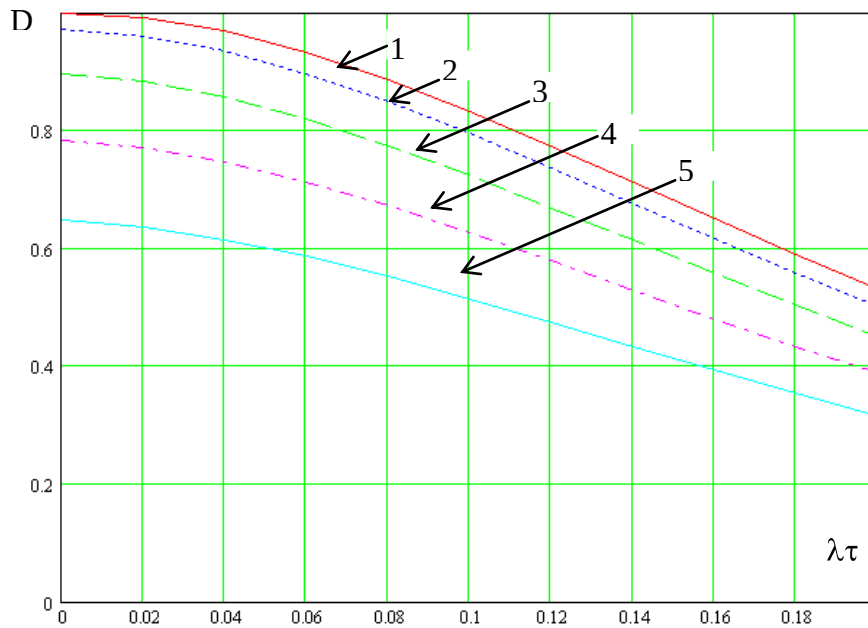


Рис. 1. Ймовірності правильного приймання ПІ при $N = 12$, для різних P_0

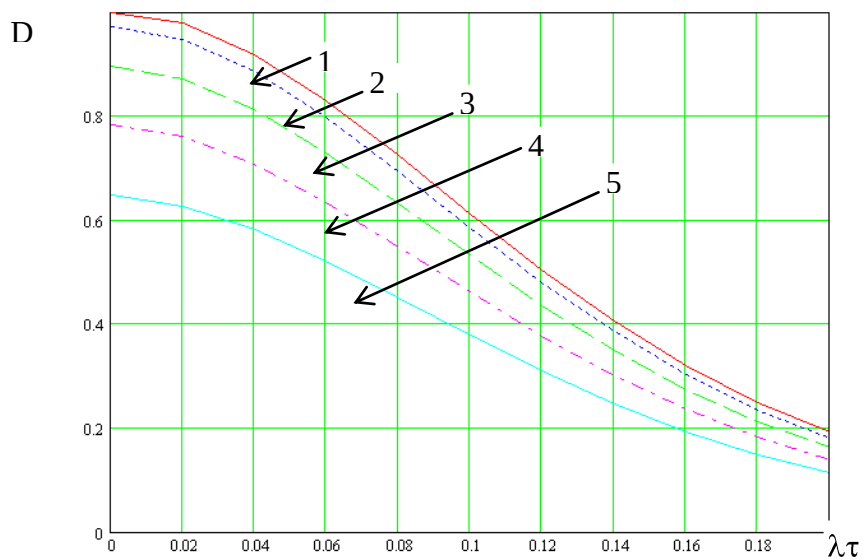


Рис. 2. Ймовірності правильного приймання ПІ при $N = 24$, для різних P_0

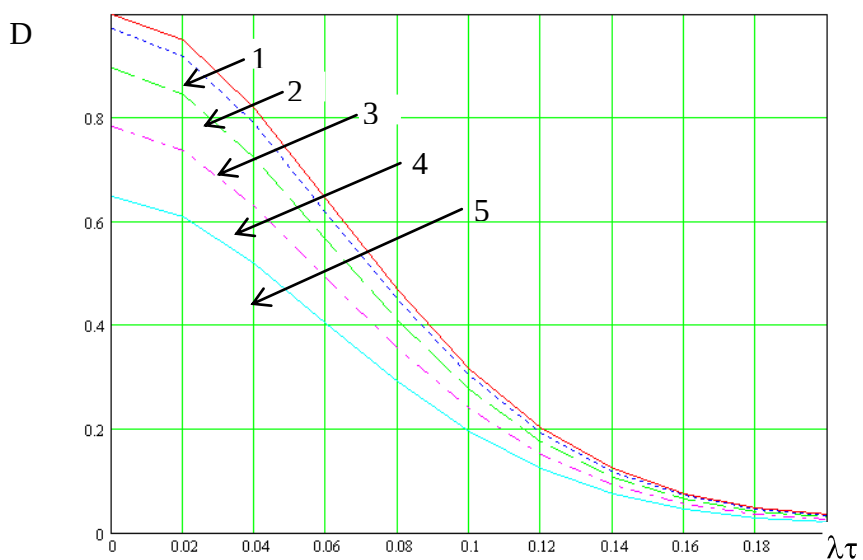


Рис. 3. Ймовірності правильного приймання ПІ при $N = 50$, для різних P_0

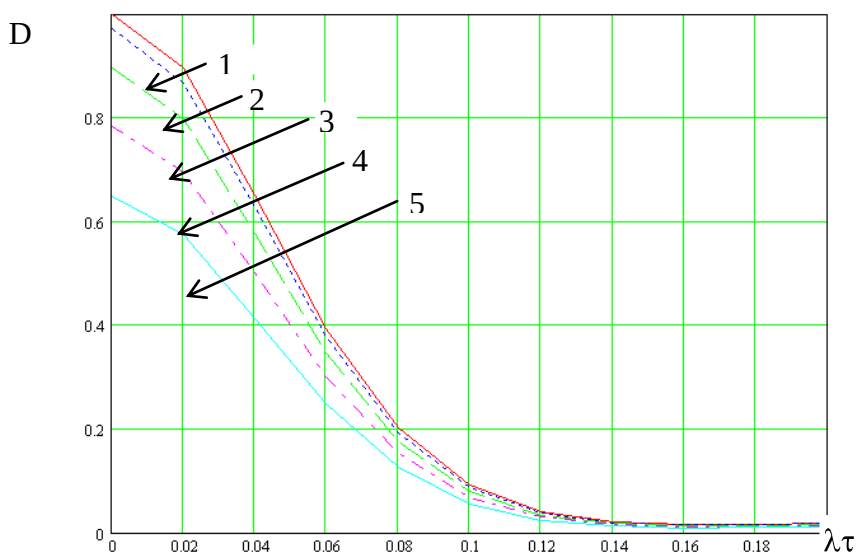


Рис. 4. Ймовірності правильного приймання ПІ при $N = 100$, для різних P_0

Як видно із представлених залежностей (рис. 1-4), імовірність D при збільшенні N , відносно $\lambda\tau$ зменшується. Це свідчить, про те, що при збільшенні кількості передаваної польотної інформації, ймовірність правильного отримання ПІ зменшується. Тому необхідно вибирати компромісний варіант обсягу передаваної ПІ у каналах відповіді запитальних систем спостереження, канал передачі яких побудован на використанні позиційного коду.

Висновки

Наведені розрахунки показують, що при модернізації запитальних систем спостереження повітряного простору можливо збільшити розрядність передавання польотної інформації з борта ПО на наземні пункти управління.

Список літератури: 1.Обод, И.И. Помехоустойчивые системы вторичной радиолокации [Текст] / И.И. Обод. – М.: ЦИИТ, 1998. – 118 с. 2. Гришулин, С. Современные радиолокационные средства ПВО армий зарубежных стран [Текст] / С. Гришулин // Журнал ЗВО. – 1998, № 3, – С. 24-28. 3. Савицкий, В.И. Автоматизированные системы управления воздушным движением [Текст] / В.И. Савицкий. – М.: Транспорт, 1986. – 192 с. 4. Обод, И.И. Помехоустойчивость передачи полетной информации в синхронной сети систем вторичной локации [Текст] / И.И. Обод, А.Ю. Михайлин. // Вестник ХГПУ. – 1998, вып. 17. – С. 65-68.

Поступила в редколлегию 23.05.2011

УДК 621.397.132

МОХАММЕД ХАСАН ХЕССЕЙН АЛИ, асп., Одесская национальная академия связи им. А.С.Попова

ОБЪЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПЕРЕДАЧИ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ВИДЕОТРАКТЕ СИСТЕМЫ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

Представлены анализ и классификация методов оценки качества изображений в системах аналогового и цифрового телевидения, требований к испытательным материалам и требований к качеству, стандартизованных в рекомендациях МСЭ-Р

Ключевые слова: телевизионные изображения, качество, классификация, измерительные сигналы

Представлено аналіз і класифікацію методів оцінювання якості зображень в системах аналогового і цифрового телебачення, вимог до випробувальних матеріалів і вимог до якості, стандартизованих в рекомендаціях МСЕ-Р.

Ключові слова: телевізійні зображення, якість, класифікація, випробувальні сигнали

The analysis and classification of analogue and digital television images objective quality evaluation methods, requirements to test materials and to quality levels for different applications, standardized in ITU Recommendations, are presented

Key words: television images, quality, classification, test signals

1. Введение

В настоящее время в связи с переходом к цифровым технологиям телевизионного вещания оценка качества изображения является одной из наиболее важных технических проблем, поскольку совершенство методов оценки

качества, правильный выбор испытательных материалов и определение обоснованных технических решений относительно компромисса между уровнем качества изображения, с одной стороны, и экономической эффективностью реализации системы вещания и ее компонентов, с другой стороны, определяет успех внедрения новых технологий

2. Основные документы по оценке качества ТВ изображений

Основные спецификации, относящиеся к оценке качества ТВ изображений, определены следующих в Рекомендациях МСЕ-R [1]–[12].

3. Методы оценки качества ТВ изображений по испытательным сигналам

На рис. 1 представлена классификация методов оценки качества изображений по испытательным сигналам с указанием конкретных типов оцениваемых искажений.

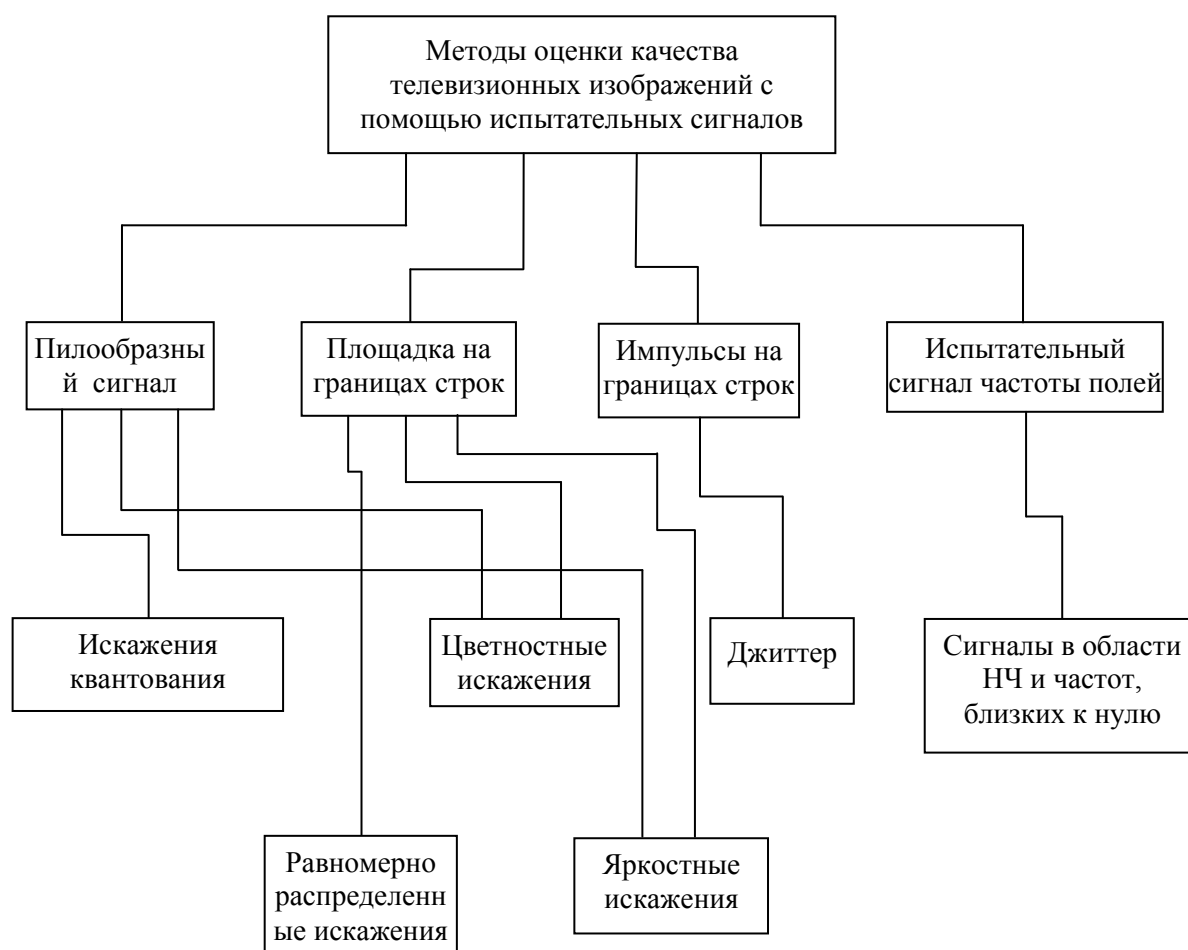


Рис.1. Методы оценки искажений с помощью испытательных сигналов

4. Методы оценки качества изображений с использованием набора испытательных изображений и цифровых последовательностей движущихся изображений

На рис. 2 представлена классификация методов оценки качества изображений с использованием набора испытательных изображений и цифровых последовательностей движущихся изображений.

5. Методы оценки качества телевизионных изображений с помощью последовательности изображений и испытательной таблицы

На рис. 3 представлена классификация методов оценки качества изображений с помощью последовательности изображений и испытательной таблицы

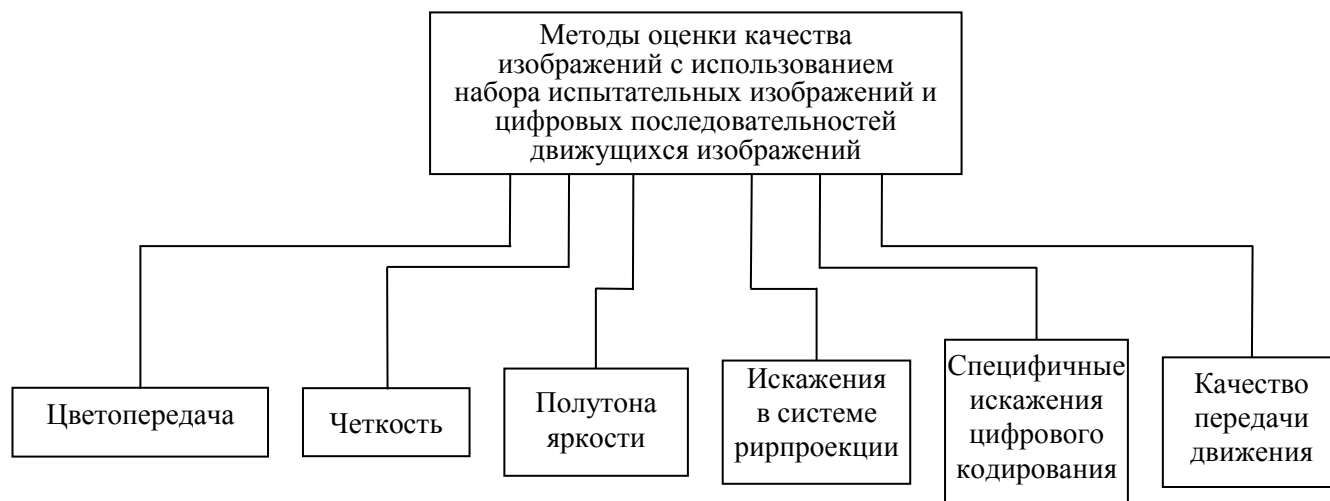


Рис. 2. Методы оценки качества телевизионных изображений с помощью наборов испытательных изображений



Рис. 3. Методы оценки телевизионных изображений с помощью последовательности изображений и испытательной таблицы

6. Выводы

Приведенная классификация может быть использована для ориентировки в работе с рекомендациями МСЭ и другими нормативными документами, определяющими методологию оценки качества работы видеотрактов систем цифрового телевидения и соответствующие испытательные материалы.

В рекомендациях МСЭ-Р стандартизированы испытательные материалы для объективной оценки качества ТВ изображений, методология оценки, технические требования к показателям качества, и эти рекомендации в целом охватывают весь класс основных видов искажений, которые следует нормировать в ТВ трактах, классификация которых приведена в данной статье. Методы оценки качества ТВ изображений по измерительным сигналам обеспечивают определение показателей качества по искажением сигнала в пределах отдельных строк, а также в пределах кадров (полей) в целом. Использование принятой в мире новой электронной цифровой испытательной таблицы не только позволяет контролировать искажение изображений, но также позволяет организовать согласование во времени сигналов изображения и звукового сопровождения.

Сигналы, предусмотренные стандартами для определения отдельных видов искажений в цифровом телевидении, стандартизованы только для системы цифрового телевидения стандартной четкости. Стандартизация испытательных сигналов для системы высокой четкости представляет собой отдельную проблему, которую еще нужно решить.

Список литературы: 1. ITU-R BT.800-2:1995 Технические требования к передаче сетями доставки программных материалов и сетями первичного распределения сигналов цифрового телевидения стандарта 4:2:2 в соответствии с Рекомендацией ITU-R BT.601. 2. ITU-R BT.801-1:1995 Испытательные сигналы для измерения искажений сигналов цветного телевидения с цифровым кодированием, отвечающие Рекомендациям ITU-R BT.601 (Часть А) и ITU-R BT.656. 3. ITU-R BT.813:1992 Методы объективной оценки качества изображений, связанные с искажениями, свойственными цифровому кодированию телевизионных сигналов. 4. ITU-R BT.814-1:1994 Технические требования и процедуры регулировки яркости и контраста воспроизводящих устройств. 5. ITU-R BT.815-1:1994 Технические требования к сигналу для измерения контраста воспроизводящих устройств. 6. ITU-R BT.1121-1:1995 Технические требования к передаче сетями доставки программных материалов и сетями первичного деления. 7. ITU-R BT.1122-1:1995 Технические требования к системам излучения и вторичного распределения сигналов ТБСЧ, ТБВЧ и систем передачи с иерархическим кодированием. 8. ITU-R BT.1127:1994 Относительные требования к качеству изображения в системах телевизионного вещания. 9. ITU-R BT.1204:1995 Методы измерений на оборудовании цифрового телевидения с аналоговым входным/выходным сигналом. 10. ITU-R BT.1359-1:1998 Соотношение во времени аудио- и видеосигналов в системах ТВ вещания. 11. ITU-R BT.1363-1:1998 Технические требования относительно джиттера и методов измерения джиттера в сигналах с последовательным цифровым кодированием, отвечающих требованиям Рекомендаций ITU-R BT.656, ITU-R BT.799 и ITU-R BT.1120. 12. ITU-R BT.1729:2005 Эталонная испытательная таблица для систем цифрового телевидения стандартной/высокой четкости.

Поступила в редколлегию 23.05.2011

П.С. НОСОВ, канд. техн. наук, ст. преп. ОНПУ, Одесса

Ю.И. КОСЕНКО, преп. Херсонского политехнического колледжа

М.С. САФОНОВ, преп. Херсонского политехнического колледжа

МОДЕЛЬ НАХОЖДЕНИЯ ОПТИМУМА ЗНАНИЙ-УМЕНИЙ СТУДЕНТА В УСЛОВИЯХ ИНДИВИДУАЛИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ

Досліджена роль обмежень по часу засвоєння знань студентами в навчальному процесі. Запропоновані підходи знаходження оптимального режиму подачі навчального матеріалу для кожного студента.

Ключові слова: оптимізація вчення, моделювання діяльності, прогноз.

Исследована роль временных ограничений усвоения знаний студентами в учебном процессе. Предложены подходы нахождения оптимального режима подачи учебного материала для каждого студента.

Ключевые слова: оптимизация обучения, моделирования деятельности, прогноз.

The role of temporal limitations of mastering of knowledge's students is investigational in an educational process. Offered approach finding of the optimum mode of serve of educational material for every student.

Keywords: optimization of teaching, designs of activity, prognosis.

Введение

Индивидуально-ориентированный подход в учебном процессе набирает все больший приоритет в области информатизации образования [1]. Современные тенденции построения математических моделей управления учебным процессом уже не могут основываться на стационарных подходах.

Решения задачи оптимального управления индивидуальным процессом обучения (ИПО) усложняется факторами, которые изменяют свои значения со временем. Как следствие необходимо ввести временные преобразователи, характеризующие модель оптимального управления ИПО как динамическую.

Введем временные преобразователи:

$V_1(t)$ – объем учебного материала для обучения,

$V_2(t)$ – объем усвоенного материала субъектом обучения (СО),

$T(t)$ – темпы обучения,

$L(t)$ – уровень усвоение материала (СО),

I – коэффициент интереса СО,

F – коэффициент забывания СО,

$M(t)$ – оптимальный временной интервал усвоения материала СО.

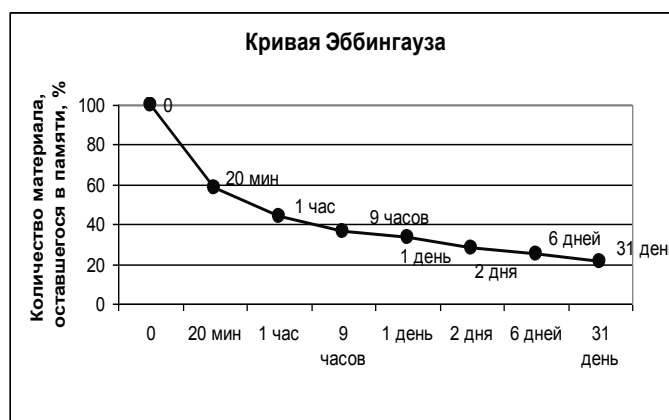


Рис. 1. Кривая Эббингауза

2. Классификация существующих методов исследований

Согласно Эббингаузу осмысленный материал запоминается в 9 раз быстрее и если обучаемый уверен, что материал ему пригодится - он запоминает быстрее. Так как основная часть материала забывается уже в первые 10 часов, то целесообразно предположить прямую зависимость уровня усвоения знаний от уровня доступности материала и его понимания для субъектов обучения. Следовательно, можно говорить о зависимости:

$$L_{(t)} = T \int_0^T k \frac{I}{F} d(t), \quad (1)$$

где k - поправочный коэффициент доступности материала.

На рис.2 представлена модель взаимодействия временных преобразователей и процесса индивидуального обучения.

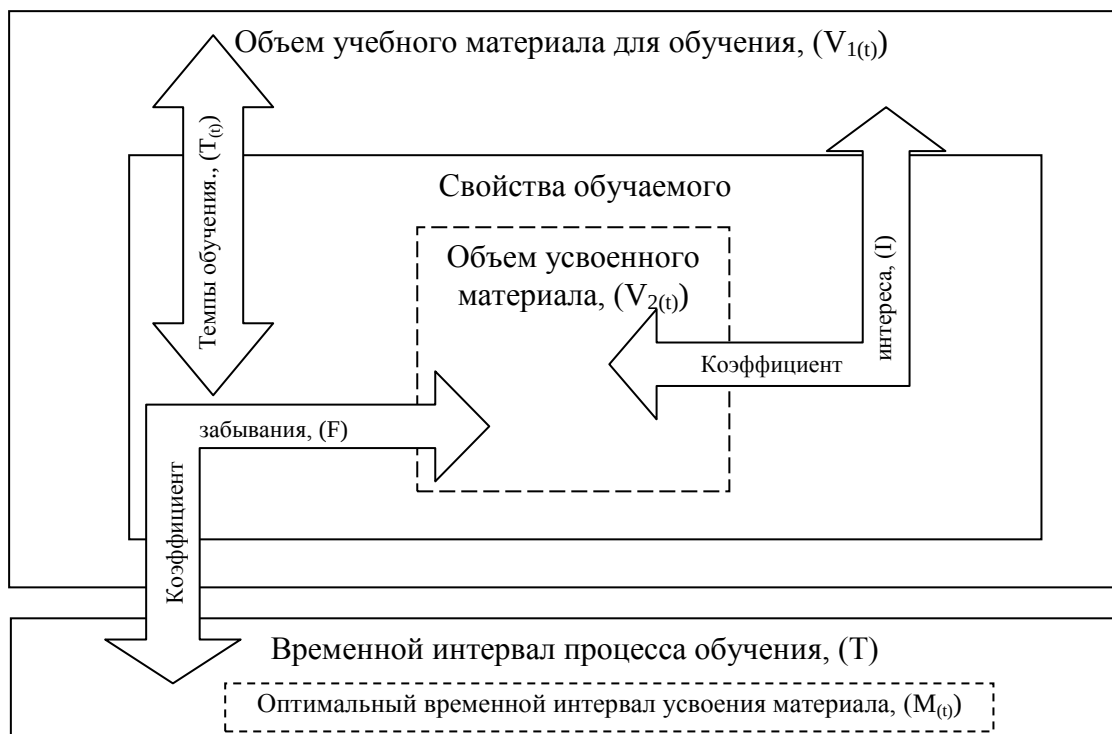


Рис. 2. Модель взаимодействия временных преобразователей

Введение преобразователей опишем системой дифференциальных уравнений, описывающих динамику изменения состояния ИПО:

$$\dot{V}_1 = T - L, V_{1(0)} = 0; \dot{V}_2 = L - IV_2, V_{2(0)} = 0 \quad (2)$$

Интегральная зависимость от предшествующих состояний ИПО, δ описывается следующими уравнениями:

$$L_{(t)} = V_{1(t)} T \int_{a < b} q(a, b, t) dm(t); \theta(\alpha, \beta, t) = \delta[\theta_0(\alpha, \beta)]c(t), \quad (3)$$

где: θ, α, β – пороговые числа конечномерного пространства состояний ИПО, а δ – оператор регулировки.

Постановка задания

Примем, что темпы обучения ограничены $T_0, T(t) \in [0; T_0]$. Предположим, что оптимальное состояние ИПО находится на промежутке: $[0 < \varphi < U_0]$.

Тогда, $J(\varphi)$, определяется равенством:

$$J(f) = \int_0^T (M_{(t)} L_{(t)} - T_{(t)} - IV_{1(t)}) dt. \quad (4)$$

Переход к состоянию ИПО, сводится к оптимальному управлению, при котором функционал $J(\varphi) \rightarrow \max$, $J(\varphi) > 0$. Дальнейшее решение задачи будет основываться на принципе максимума Понтрягина и функции Гамильтона [2]:

$$H(V_1, V_2, L, g_1, g_2, T, M) = T(g_1 + 1) + L(g_2 - g_1 - M) + Ig_2 V_2 + FV_1, \quad (5)$$

где $\gamma_1(t)$, $\gamma_2(t)$ – функции баланса системы. В зависимости от знака минимум достигается при $T \equiv T_0$ или $T=0$:

$$T_{(t)} = \begin{cases} 0, \gamma_{1t} + 1 > 0; \\ T_0, \gamma_{1t} + 1 < 0. \end{cases} \quad (6)$$

Для нахождения минимума функции выполним ряд дифференциальных исчислений, в результате чего:

$$M_{(t)} = \begin{cases} \frac{1}{3}(\gamma_2 - \gamma_1 + \sqrt{(\gamma_1 - \gamma_2)^2 + 6\alpha^2}), \text{ если } \gamma_1 - \gamma_2 > 0; \\ \frac{2(\gamma_1 - \gamma_2) + \alpha\sqrt{6}}{3}, \text{ если } \gamma_2 - \gamma_1 > 0. \end{cases} \quad (7)$$

Таким образом получаем гамильтониан:

$$H'_{(t)} = H'(V_1, V_2, g_1, g_2) = H'(g_1 + 1) - (g_1 - g_2 + M')L(M') - Ig_2 V_2 + IV_1 \quad (8)$$

При этом функции баланса $\gamma_1(t)$ и $\gamma_2(t)$ описываются производными:

$$\gamma_1 = -\frac{\partial H'}{\partial V_1} = -F + \int_{\alpha < \beta} \theta(\alpha, \beta, t) d\mu_{(t)}; \quad (9)$$

$$\gamma_2 = -\frac{\partial H'}{\partial V_2} = I\gamma_2 \quad \text{при: } \gamma_1(\varphi)=0, \gamma_2(\varphi)=0. \quad (10)$$

Решение уравнения описывается следующей зависимостью:

$$\gamma_2(t) \equiv 0, \quad 0 \leq t \leq \varphi.$$

Для нахождения оптимума необходимо определить условия, обеспечивающие существование функций $M(t)$, $\gamma_1(t)$, удовлетворяющих уравнению (8) и краевому условию (10). Необходимо найти статическую точку $(W_M)_{(t)}$:

$$(W_M)_{(t)} = \frac{2}{3} \int_t^\phi \left(\int_{\alpha < \beta} \delta[\theta_0(\alpha, \beta)] M(\tau) d\mu(\tau) \right) d\tau + \frac{a\sqrt{6}}{3}. \quad (11)$$

Статическая точка $(W_M)_{(t)}$, является оптимальным временным интервалом усвоения материала СО в момент t , что обеспечивает максимальное значение уровня знаний-умений СО на данном этапе обучения.

Однако, в ходе моделирования также следует учитывать такой показатель как функциональная энтропия СО. Энтропию, как скорость обучаемости СО, лучше рассматривать через субъективные предпочтения, распределённые на множестве альтернатив [3].

Введём субъективно-вероятностную модель, в которой функция предпочтения зависит от функции вероятностного распределения.

Пусть $S_a|s_0$ - множество альтернатив размерности N , исходное состояние $s_0 \in S_a|s_0$, а функция $P(s_i)$ задаёт распределение предпочтений на $S_a|s_0$.

Далее будем использовать энтропию в форме Больцмана:

$$H_k = - \sum_{i=1}^N P(s_i) \ln P(s_i); \quad s_i \in S_a|s_0:$$

1) если значение $P(s_i)$ одинаковы, альтернативы являются одинаково предпочтительными $\sum_{i=1}^N P(s_i) = 1$;

2) при сингулярном распределении (функция в определённой точке стремится к бесконечности), когда предпочтения всех альтернатив равно нулю, за исключением предпочтения одной альтернативы, величина которой – единица:

$$P(s_i) = \begin{cases} 0, i \neq k \\ 1, i = k \end{cases} \quad (i \in \overline{1, N}), \text{ энтропия равна } 0.$$

3) субъективная энтропия всегда положительна.

Пусть множество $S_a|s_0$ содержит k классов эквивалентности и L_s есть количество альтернатив в s -ом классе, а P_{L_s} – величина функции предпочтения элементов (альтернатив), принадлежащих этому классу. Тогда энтропия имеет вид:

$$H_k^N = - \sum_{s=1}^k L_s P_{L_s} \ln P_{L_s} \quad (k \in \overline{1, N}).$$

Или, обозначая $P_s = L_s P_{L_s}$, – «предпочтение класса»,

$$H_k^N = - \sum_{s=1}^k P_s \ln P_s - \sum_{s=1}^k P_s \ln L_s; \quad s_i \in S_a|s_0. \quad (12)$$

Первое слагаемое всегда положительно и представляет собой энтропию предпочтений на классах, второе слагаемое всегда отрицательное – это взвешенная по предпочтениям энтропия размеров классов.

Энтропия H_k^N при заданном $k < N$ достигает максимума, если P_s одинаковы и равны $\frac{1}{k}$. Действительно из общего условия нормировки следует

$$\sum_{i=1}^N P(s_i) = \sum_{s=1}^k P_{L_s} L_s = 1 \Leftrightarrow \sum_{s=1}^k P_s = 1$$

и при условии $P_s = \frac{1}{k}$ для $s \in \overline{1, N}$ находим из (12):

$$H_k^N = \frac{1}{k} (k \ln k - \ln(L_1 L_2 \dots L_k)) = \ln k - \ln \sqrt[k]{L_1 L_2 \dots L_k}. \quad (13)$$

Из этой формулы видно, что H_k^N достигает максимума при $k = N$. В таком случае $L_s = 1 \quad \forall s \in \overline{1, N}$ и второе слагаемое обращается в ноль. Следовательно, $H_k^N(k < N) < H_k^N$ и $H_k^N(k = N) = H_k^N = \ln N$.

Как видим, наличие классов эквивалентности таких, что хотя бы одно из $L_s > 1$ приводит к уменьшению энтропии.

В нашем случае, энтропия максимальна, когда число классов эквивалентности $k = N$ для $s \in \overline{1, N}$.

Субъективную энтропию можно использовать как количественную характеристику психического состояния СО.

Допустим, что уровень энтропии предпочтений, являясь уровнем неопределённости интересов в обучающем пространстве, характеризует степень

психической напряжённости. При этом, чем выше субъективная энтропия, тем выше эта напряжённость. Максимальная энтропия $\ln N$ может служить одним из критериев интеллекта, поскольку определяется через количество одновременно рассматриваемых альтернатив.

Вывод

Следовательно, можно сделать вывод, что для каждого субъекта обучения j существует предельная, психически «переносимая» им энтропия H_{pj}^* такая, что индивидуальная энтропия не может превысить этот предел. Результатом достижения предела H_{pj}^* должна явиться модификацией множества альтернатив s_a либо перераспределение предпочтений.

Список литературы: 1. П.С. Носов, Ю.І Косенко. Нечіткі моделі і методи ідентифікації та прогнозу стану інформаційної моделі студента // Межвузовский журнал "Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы". — Херсон: ХНТУ. №1(25)2010. — С. 26-30. 2. А. В. Арутюнов, Г. Г. Магарил-Ильяев, В. М. Тихомиров. Принцип максимума Понтрягина. Доказательство и приложения. — Факториал Пресс, 2006. — 144 с. 3. В.О. Касьянов. Субъективный анализ. — НАУ, 2007. — 512 с.

Поступила в редколлегию 25.05.2011

УДК 621.039.7.001.2

А.В.ЯЦИШИН, канд.техн. наук, Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України, Київ

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ТЕХНОГЕННО-НАВАНТАЖЕНИХ РЕГІОНІВ: АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ

Розглянуто основні етапи побудови загальної схеми управління екологічною безпекою. Описано складові моніторингу виконання управлінських рішень.

Ключові слова: екологічна безпека, управління, стратегія

Рассмотрены основные этапы построения общей схемы управления экологической безопасностью. Описаны составляющие мониторинга выполнения управленческих решений.

Ключевые слова: экологическая безопасность, управление, стратегия

The main stages of building a framework of environmental safety. We describe the components of monitoring the implementation of management decisions.

Keywords: environmental security, management, strategy

Вступ

Проблемам ефективного управління рівнем екологічної безпеки присвячено багато досліджень, серед яких варто відзначити, насамперед, праці таких вчених як, Г.В. Лисиченко, В.М. Шмандій, Я.О. Адаменко, В.Г. Старчак, Є.Г. Аверін, Є.Н. Варламов, В.Ю. Некос, В.Б. Мокін, Г.О. Статюха, А.Г. Шапар, А.Б. Качинський, С.В. Руденко та інші.

Під комплексним вирішенням задач ефективного управління рівнем екологічної безпеки урбанізованих екосистем в умовах техногенного забруднення будемо розуміти розробку та деталізацію алгоритму для визначення

управлінських рішень, починаючи від забезпечення достовірності екологічної інформації до побудови програмних засобів для визначення основних екологічних показників та ризиків, що базуються на сучасних моделях розповсюдження забруднення, засобах аналізу та візуалізації екологічних даних.

Американські вчені Д. Кліланд і В. Кінг визначають управління як «процес, орієнтований на досягнення певних цілей». Той, хто вирішує проблему, повинен втручатися в існуючий стан (ситуацію), щоб досягти своєї мети. При всьому різноманітті форм впливу їх можна розділити на два класи: впливу - зміни, що призводять до деградації екосистеми, зменшення ступеня її організованості, і впливу - зміни, які сприятимуть розвитку екосистеми, збільшення ступеню її організованості [1].

Ми вважаємо, що процес управління екологічною безпекою на будь-якому рівні являє собою сукупність послідовних дій:

- збір інформації;
- передача інформації в пункти збереження та її обробка;
- аналіз збереженої та довідкової інформації;
- прийняття рішення на основі зробленого аналізу;
- створення відповідного керуючого впливу;
- доведення цього впливу до об'єкта управління.

Управління екологічною безпекою та раціональним використанням природних ресурсів передбачає і аналіз потреб людини в природних ресурсах, і з'ясування можливостей природи щодо задоволення цих потреб. Але не достатньо знайти оптимальне поєднання потреб людини і можливостей природи. Необхідно ще забезпечити перехід від теперішнього далеко не ідеального стану до більш оптимального поєднання. Для цього необхідно розробляти різні механізми управління екологічною безпекою та охороною навколишнього середовища. Під словами «механізм управління» ми розуміємо сукупність тих чи інших методів управління екологічною безпекою та природокористуванням. В свою чергу, в цілому, метод управління – це набір способів, прийомів, засобів впливу на керований об'єкт.

Основні етапи побудови загальної схеми управління екологічною безпекою

На рис. 1 зображено загальну схему управління екологічною безпекою. Перед тим як почати опис даної схеми, розберемо поняття стратегічне та тактичне управління екологічною безпекою, оскільки вони є ключовими в такому управлінні. Стратегічне і тактичне управління екологічною безпекою мають різні цілі і засоби їх досягнення. Якщо стратегічне управління являє собою пошук і реалізацію нових можливостей при змінах зовнішнього середовища, то тактичне управління є процесом створення передумов для реалізації цих нових можливостей. Тактичне управління - це засіб реалізації і деталізації стратегії. Воно охоплює, як правило, короткостроковий і середньостроковий періоди.

Головною метою тактичного управління екологічною безпекою є організація життєдіяльності досліджуваної екосистеми, спрямована на виконання стратегічних цілей і завдань при найбільш повному і раціональному використанні доступних ресурсів. Засобом реалізації стратегічних планів є тактичне

планування. Якщо основна мета стратегічного плану полягає в тому, щоб визначити, чого необхідно досягти в перспективі, то тактичне планування відповідає на питання, як поетапно досягати такого стану.

Стратегічне управління екологічною безпекою

Постановка задач, як правило, виходить зі стратегії управління, а конкретне їх виконання (технологія) здійснюється на тактичному (оперативному) рівні. При постановці задач необхідно як можна більш чітко уявляти собі цілі, тому що розуміння мети пов'язане з представленням моделі вирішення задачі. Мета визначає суб'єктивний образ (абстрактну модель) ще неіснуючого, але бажаного стану середовища, яке вирішило б проблему, що виникла. Усі задачі можна згрупувати в блок, який складається з наступних розділів:

- постанови та розпорядження вищого керуючого органу;

- галузеві вимоги, стандарти, норми, відповідність серіям сертифікатів ISO 9000, ISO 14000 та ін.;

- нормативна база: закони, розпорядження, постанови, позови, які є обов'язковими до виконання;

- положення, статут організацій, що здійснюють вплив на екосистему;

- задачі, які ставить особа, яка приймає рішення (ОПР), на підставі аналізу ситуації.

Загалом можна виділити наступні основні проблеми, які пов'язані з впровадженням нових стратегій і нормативних положень:

- недостатня повнота діючого законодавства;

- декларативний характер планів дій;

- повсюдне порушення законів, особливо підприємствами;

- відсутність механізмів здійснення на практиці законодавства щодо якості атмосферного повітря;

- слабка міжгалузева взаємодія та відсутність співпраці між різними структурними підрозділами органів влади, а також міністерств.

Управління знаннями в галузі екологічної безпеки

Блок «Управління знаннями в галузі екологічної безпеки» складається з блоків «Управління даними» та «Системи підготовки рішень». В свою чергу блок «Системи підготовки рішень» включає в себе «Інтелектуальний аналіз даних» та «Система підтримки прийняття рішень (СППР)».

Блок «Управління даними» забезпечує зберігання даних та доступ до них. До таких даних відносяться дані моніторингу, розподілені бази даних аналітичної та звітної інформації та розподілені бази даних дистанційного зондування Землі, які знаходяться у сховищі даних. Під розподіленими базами даних будемо розуміти сукупність логічно взаємопов'язаних баз даних, розподілених у комп'ютерній мережі.

Інтелектуальний аналіз даних у задачах екологічної безпеки

«Інтелектуальний аналіз даних у задачах екологічної безпеки» в нашій системі включає в себе експертні системи, інформаційно-аналітичні технології, технології ГІС та інтеграційні технології.

Інтелектуальний аналіз даних у задачах екологічної безпеки зазвичай розуміють як метод підтримки прийняття рішень, заснованих на аналізі

залежностей між даними. Методики, які на основі будь-яких моделей, алгоритмів, математичних теорем дозволяють оцінювати значення невідомих характеристик і параметрів за відомими даними, є аналітичними технологіями. Під пізнавальним моделюванням розуміють процес об'єднання старих і нових знань про систему. Як правило, це підгонка моделі під реальну систему (теоретичні моделі). Прагматичне моделювання - це процес використання прикладних моделей, де модель використовується для управління системою. Реальна система підганяється під цю модель [2].

Система підтримки прийняття рішень (СППР)

На схемі (рис.) процес розробки СППР починається з встановлення регламенту роботи з підготовки управлінських рішень.

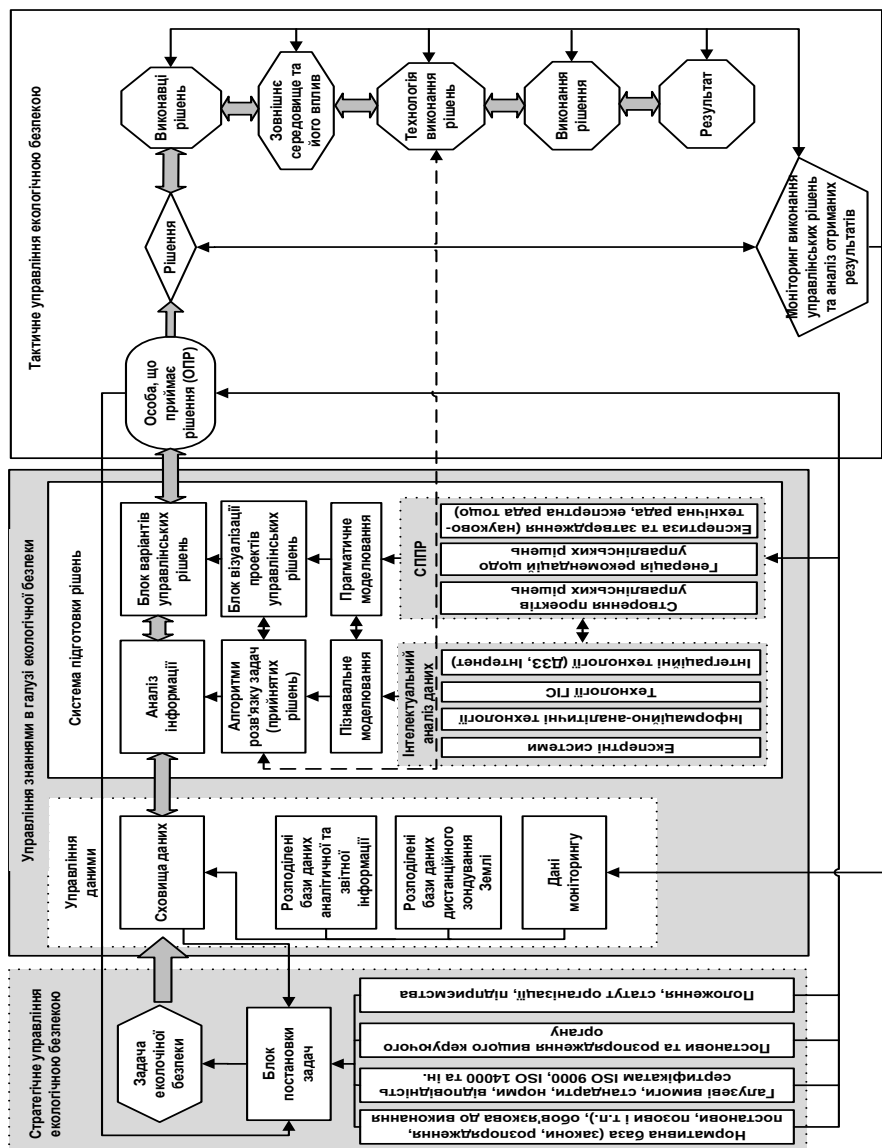


Рис. Загальна схема управління екологічною безпекою

проекту. Перш за все необхідно створити концепцію системи управління екологічною безпекою, а потім переходити до складання технічного завдання і виконання проекту з її інформатизації. Використання блоку «СППР» в системі дає можливість створювати проекти управлінських рішень, генерувати

Це відбувається на рівні експертного аналізу і виражається в пропозиціях щодо покращення діяльності групи, відділу, підрозділу і підприємства (організації) в цілому. Аналіз таких пропозицій дозволяє керівникам підрозділу або вище керуючої інстанції зрозуміти проблеми, пов'язані з покращенням роботи. На початку реалізації проекту важливо мати уявлення про систему управління її складовими частинами та їх взаємодією, тобто до практичної реалізації системи необхідно створити її модель, що максимально вирішує задачі

рекомендації щодо управлінських рішень, проводити експертизу та їх затвердження [3].

Моніторинг виконання управлінських рішень та аналіз отриманих результатів

Моніторинг управлінських рішень та аналіз отриманих результатів в задачах екологічної безпеки можна умовно розбити на п'ять складових.

1. Моніторинг за виконавцями даного рішення - це правильність застосування алгоритму виконання рішення, звітність, пропозиції щодо коригування такого рішення, якщо виникли труднощі в його реалізації.

2. Зовнішнє середовище та його вплив. Моніторинг зовнішнього середовища та його впливу дозволяє оперативно вносити необхідні корективи з метою покращення стану навколишнього середовища. Зовнішнє середовище також з часом може змінюватися за непередбаченими раніше параметрами. У цьому випадку необхідні коригування самого рішення, складу виконавців та технології виконання рішення.

3. Моніторинг за технологією виконання рішення. Іноді при прийнятті рішення неможливо передбачити багато аспектів, які виникнуть при його виконанні і в цьому випадку технологію необхідно коригувати.

4. Моніторинг за виконанням рішення дозволяє створювати певні шаблони рішень для типових екологічних ситуацій.

5. Результатом в даному випадку є екологічний стан навколишнього середовища після впровадження розроблених рішень щодо управління екологічною безпекою.

Висновки

1. Розглянуто основні етапи побудови загальної схеми управління екологічною безпекою техногенно-навантажених регіонів, які включають в себе стратегічне управління, управління знаннями та тактичне управління.

2. Показано важливу роль інтелектуального аналізу даних та системи підтримки прийняття рішень у задачах екологічної безпеки.

3. Перераховано основні проблеми, які пов'язані з впровадженням нових стратегій і нормативних положень при управлінні екологічною безпекою.

Список літератури: 1. Масленникова, И. С. Управление экологической безопасностью и рациональным использованием природных ресурсов [Текст] / И. С. Масленникова, В. В. Горбунова – СПб.: СПбГИЭУ, 2007. – 497 с. 2. Познавательные и прагматические модели [Электронный ресурс] / Моделирование процессов. — Режим доступа : \www/ URL: http://flowtechengineers.com/model_t1r2part1.html — Загл. с экрана. 3. Геоинформатика / [Капралов, Е. Г., Кошкарёв, А. В., Тикунов, В.С. и др.] ; под ред. В. С. Тикунова. — М: Издательский центр «Академия», 2005. — 480 с.

Поступила в редколлегию 25.05.2011

УДК 681.51:621.316.79

О.Я. КАРПОВИЧ, асс., ОГАХ, Одесса

О.А. ОНИЩЕНКО, д-р. техн. наук, проф. ОГАХ, Одесса

ВЕРИФИКАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЕНТИЛЬНО-ИНДУКТОРНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ МИКРОКОМПРЕССОРА

Показаны особенности процесса верификации математических моделей (ММ) вентильно-индукторных электродвигателей (ВИД) микрокомпрессоров. Представлены результаты верификации ММ ВИД, разработанной в среде *Matlab*. Используются результаты полевого расчета и экспериментальные данные, полученные с помощью специализированного стенда.

Показані особливості процесу верифікації математичних моделей (ММ) вентильно-індукторних електродвигунів (ВІД) мікрокомпресорів. Представлені результати верифікації ММ ВІД, розробленої в середовищі *Matlab*. Використані результати польового розрахунку і експериментальні дані, отримані за допомогою спеціалізованого стенду.

The features of the verification process of switched-reluctance electric motors (SRM) mathematical models (MM) used for microcompressors are considered. The results of verification of the SRM MM developed in the *Matlab* environment are presented. The field calculation and experimental data obtained by means of specialized stand are used.

Введение. Вентильно-индукторный электропривод (ВИП) – современный, весьма перспективный и быстро развивающийся тип электропривода [1, 2]. Например, применение управляемого ВИП в холодильных компрессорах позволяет существенно улучшить целый комплекс технико-эксплуатационных характеристик холодильных установок – повысить их холодильный коэффициент, $\cos \varphi$, снизить динамические нагрузки и массо-габаритные показатели [3, 4]. Массовому внедрению ВИП в компрессоростроение препятствует не только отсутствие апробированных методов проектирования основного элемента электропривода – вентильно-индукторного электродвигателя (ВИД) [5, 6], но и то, что до сегодняшнего дня не полностью решены задачи синтеза систем автоматического управления (САУ) ВИП по заданным критериям [7-10], нет однозначных решений по применению различных принципов моделирования ВИД, входящего в состав САУ ВИП [11-13].

Задача разработки математической модели (ММ) ВИД является одной из основных, возникающих при синтезе САУ ВИП, и, безусловно, результаты синтеза САУ ВИП напрямую зависят от адекватности процессов полученных при моделировании ВИД реальным процессам в двигателе.

Не останавливаясь на различных подходах, применяемых при моделировании ВИД (методы управляемой индуктивности, непосредственного представления зависимостей потокосцепления от пространственного положения

и тока ротора, обобщенной электрической машины) отметим, что в любом случае ММ ВИД должна быть верифицирована – результаты моделирования должны быть близки экспериментально полученным.

Основная сложность верификации ММ ВИД заключена в том, что по своему принципу работы ВИД не может функционировать без коммутатора, датчиков, регулятора [2, 3, 5], что приводит к многовариантности и резкому усложнению задач разработки ММ ВИД. К настоящему времени имеется достаточное количество решений [5-13], где приведены различная схемотехника и ММ ВИП с его элементами, а, например, в [14] даны результаты экспериментальной идентификации параметров ВИД, что позволяет перейти к решению актуальных задач верификации разработанных ММ ВИП. **Целью** статьи является представление методики верификации основных элементов ММ ВИД на основе имеющихся [14] экспериментальных данных, что создает предпосылки для синтеза высокоэффективных САУ ВИП микрокомпрессоров различного назначения.

Основной материал. В состав ММ ВИД [5-13] входит целый ряд его основных параметров, в частности, сопротивление фаз R , значения потокосцепления $\psi(\Theta)$ при различных углах поворота ротора Θ , статическая L_c и динамическая L_d индуктивности. Следует отметить, что мгновенное значение электромагнитного момента $M(\tau)$ ВИД может быть определено расчетом отношений приращения коэнергии $\Delta W_k(\tau)$ к бесконечно малому угловому перемещению ротора $\Delta\Theta(\tau)$, согласно известному выражению [3, 5]:

$$\dot{M}(\tau) = \frac{dW_k(\tau)}{d\Theta(\tau)} \approx \frac{\Delta \int \psi(\Theta(\tau), i(\tau)) di(\tau)}{\Delta\Theta(\tau)}.$$
 В это выражение входят значения потокосцепления $\psi(\Theta(\tau), i(\tau))$, зависящие от текущего углового положения ротора $\Theta(\tau)$ и тока фазы $i(\tau)$.

Значение сопротивления фазы R ВИД может быть определено экспериментально методом вольтметра-амперметра на постоянном токе. Для магнитной системы с переменным магнитным сопротивлением, к которой относится ВИД, идентифицировать величину потокосцепления также можно методом вольтметра-амперметра, но с помощью регулируемого источника напряжения переменной синусоидальной частоты f , зафиксировав ротор ВИД в требуемом i -м угловом положении. В этом случае, при фиксированном Θ_i ,

зависимость $\psi_i(I_{cpi})$ определяется из выражения
$$\psi_i(I_{cpi}) = \frac{I_{cpi} \cdot \sqrt{z_i^2 - R^2}}{2\pi \cdot f_i},$$
 где I_{cpi}

и f_i – среднее (за половину периода) значение тока и соответствующая частота; $z_i = U_{cpi} / I_{cpi}$ – полное сопротивление фазы ВИД на частоте f_i . Реализация метода осложнена тем, что в ходе экспериментов возможно значительное увеличение сопротивления фазы из-за нагрева и имеются технические сложности определения средних значений тока и напряжения на различных частотах.

Так, для одного экспериментального образца ВИД ($I_{max}=12,2$ А, $U_d=24$ В, $\psi_{max}=0,0143$ Вб) микрокомпрессора при частоте источника питания 50 Гц и согласованном, механически зафиксированном положении зубцов статора и

ротора, построены зависимости напряжения $u^*(\tau)$ и тока фазы $i^*(\tau)$ в относительных единицах (см. рис. 1). Из-за того, что ротор неподвижен и противо-ЭДС отсутствует, максимальному значению тока (1 о.е.=12,2 А) соответствует амплитудное значение напряжения 9,2 В. Из графиков, приведенных на рис. 1 понятно, что кривая потокоцепления обладает петлей гистерезиса, форма тока фазы ВИД несинусоидальна и, поскольку реальный источник напряжения имеет собственное внутреннее сопротивление, в том числе и индуктивного характера, форма напряжения на фазе ВИД также отличается от синусоидальной. Очевидно, что рассчитать мгновенные значения потокоцепления и построить зависимости $\psi_i(I_{cpi})$ можно из выражения для электрического равновесия фазы, откуда получим:

$$\psi(\tau) = \int [u(\tau) - i(\tau) \cdot R] d\tau. \quad (1)$$

Следовательно, для расчета $\psi(\tau)$ в выражении (1) необходимо подставлять усредненные на некотором участке периода значения тока и напряжения, что требует применения не только специального оборудования, но и определенного программного обеспечения, либо использовать другие методы. Так, для идентификации основных параметров ВИД в [14] использован импульсный метод – разряд на фазу ВИД предварительно заряженного источником постоянного напряжения конденсатора большой емкости. В этом случае, конденсатор является практически идеальным источником переменной во времени ЭДС. В [14] идентифицированы указанные выше параметры экспериментального образца ВИД микрокомпрессора. Этот двигатель имеет соотношение полюсов статора к ротору 16/12, а его основные геометрические размеры и обмоточные данные приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Основные размеры и обмоточные данные
ВИД микрокомпрессора

Число фаз	4
Наружный диаметр статора, мм	130
Диаметр ротора, мм	80,5
Воздушный зазор, мм	0,25
Длина пакета статора, мм	80
Число витков катушки фазы	33
Сопротивление фазы (при 20 °С), Ом	0,525

Зависимости потокоцепления (индуктивности) от тока и углового положения ротора рассчитаны с помощью среды FEMM специалистами [15].

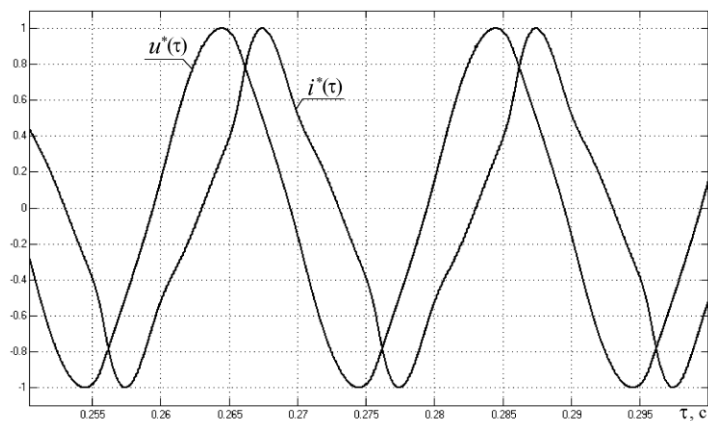


Рис.1 Относительные значения напряжения и тока фазы ВИД при использовании метода вольтметра-амперметра

Эти зависимости, в том числе для согласованного и рассогласованного положений зубцов статора и ротора, аппроксимированы по методике [16] и с их помощью построена ММ импульсного устройства идентификации [14], приведенная на рис. 2.

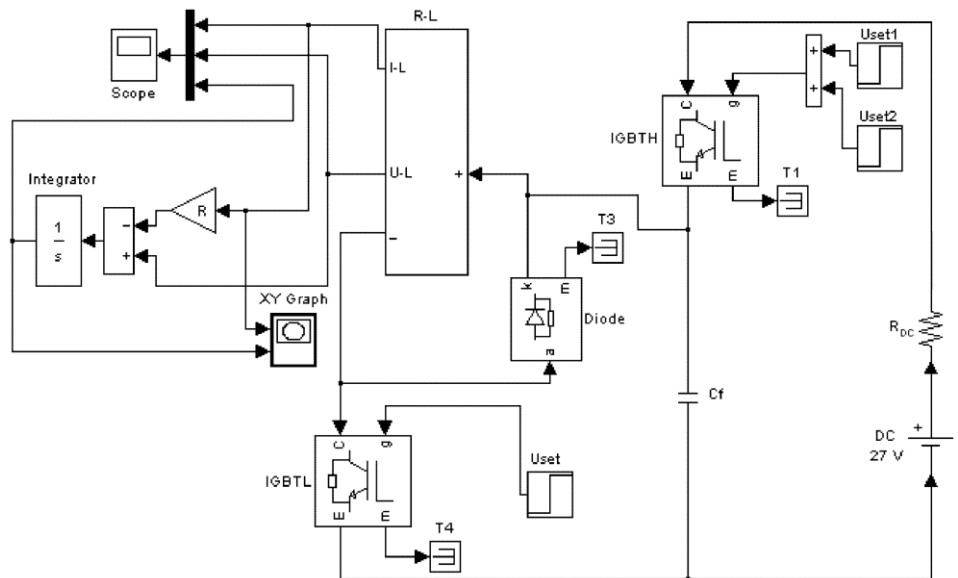


Рис.2 Модель импульсного устройства идентификации параметров ВИД микрокомпрессора

В состав разработанной модели входит ее основной элемент – ММ фазы ВИД (рис.3).

Динамические режимы разряда конденсатора, полученные при моделировании для согласованного и рассогласованного положений зубцов статора и ротора ВИД, а также соответствующие им статические зависимости потокосцепления в функции тока приведены на рис. 4 и рис. 5.

Техническая реализация импульсного устройства идентификации приведена в [14]. С помощью этого устройства искомые параметры получены

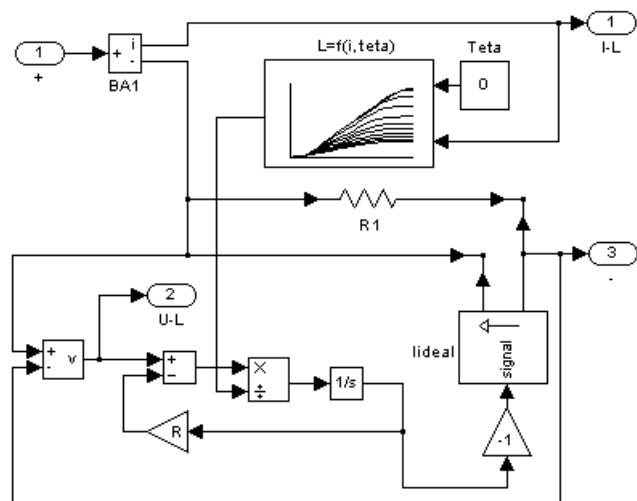


Рис. 3 Математическая модель фазы ВИД (см. рис. 2, R-L субблок)

измерением напряжения $u(\tau)$, приложенного к фазе ВИД, а также измерением падения напряжения на токоизмерительном резисторе R_s , которое пропорционально току фазы $i(\tau)$ двигателя.

Измерения проведены при неподвижном роторе, для двух характерных его положений относительно статора: согласованном (оси полюсов возбуждаемой фазы статора и оси полюсов ротора совпадают) и полностью рассогласованном (оси полюсов возбуждаемой фазы статора находятся посередине между осями полюсов ротора). Потокосцепление фазы ψ из уравнения электрического равновесия $\frac{d\psi}{d\tau} = u(\tau) - R \cdot i(\tau)$, получено интегрированием (1) при начальном условии $\psi_{(\tau=0)}=0$.

На рис. 5 представлены экспериментальные зависимости $\psi = f(i)$ и зависимости, полученные при моделировании магнитного поля в среде *FEMM* [17], демонстрирующие достаточно высокую их сходимость.

Обработка результатов эксперимента выполнена методом Эйлера с фиксированным шагом по времени Δt . Потокосцепление на n -ом шаге интегрирования: $\psi_n = \psi_{n-1} + \Delta\psi_n$, где ψ_{n-1} – потокосцепление, рассчитанное на $n-1$ шаге; $\Delta\psi_n = (u_n - R \cdot i_n) \cdot \Delta t$ – приращение потокосцепления на n -ом шаге расчета. Осциллограммы, для указанных положений ротора относительно статора, после масштабирования, представлены на рис. 6, где также приведены значения изменения потокосцепления фазы обмотки статора, полученные численным интегрированием с использованием экспериментальных значений напряжения и тока.

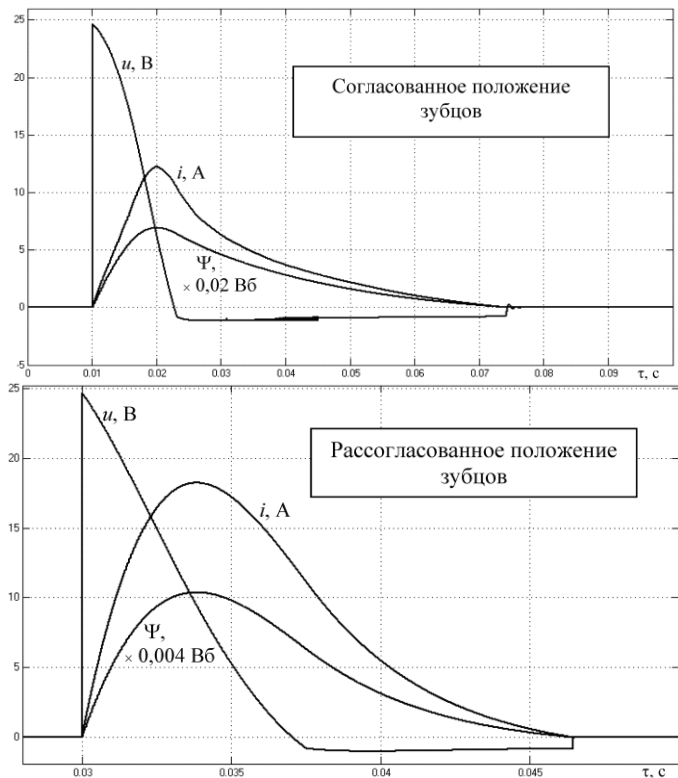


Рис. 4 Результаты моделирования

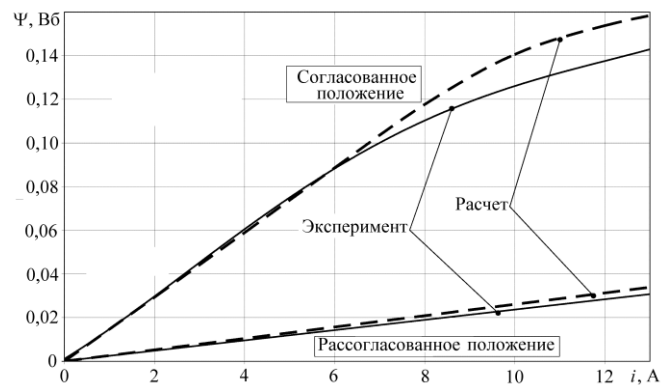


Рис. 5 Сравнение экспериментальных и расчетных (*FEMM*, [14, 17]) зависимостей $\psi = f(i)$

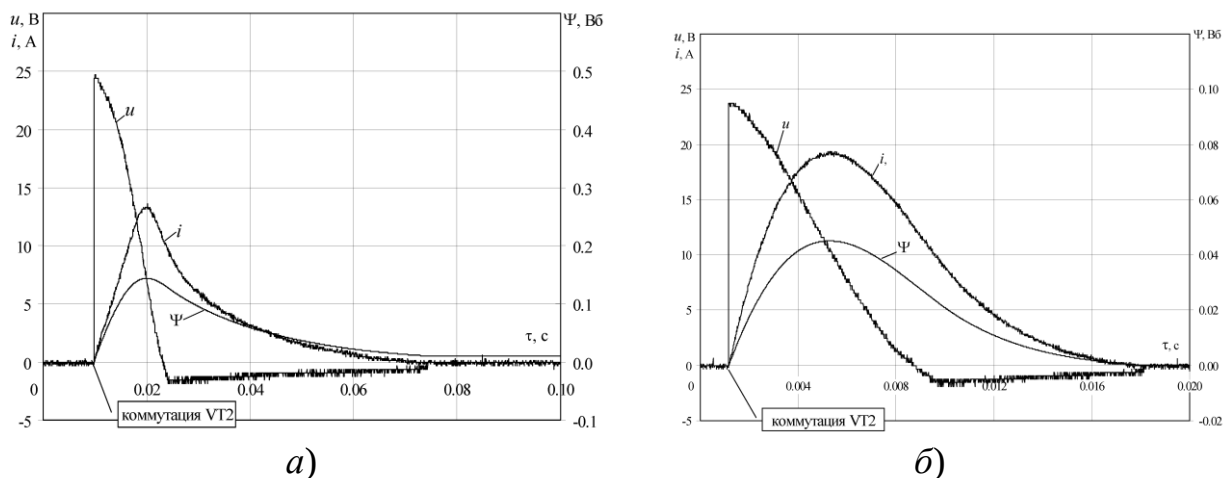


Рис. 6 Экспериментальные процессы [14] изменения во времени напряжения, тока и потокосцепления при разряде конденсатора на фазу ВИД:
а) согласованное положение зубцов; б) рассогласованное положение зубцов

Таким образом, разработанные средствами среды *Matlab/Simulink* и верифицированные методами натуральных экспериментов имитационные модели ВИД:

- обеспечивают достаточную для решения практических задач синтеза САУ ВИП микрокомпрессоров точность моделирования и высокую сопоставимость реальным процессам, протекающим в их ВИД;

- позволяют проводить совместные расчеты электромагнитных и электромеханических процессов во всех элементах системы управления с учетом коммутационных процессов в инверторе, драйвере, силовом преобразователе.

Список литературы: 1. Захаров А.А. Перспективы внедрения вентильно-индукторного электропривода / А.А. Захаров // Конструктор. Машиностроитель. – 2008. – №5. – С. 6-9. 2. Бычков М.Г. Вентильно-индукторный электропривод: современное состояние и перспективы развития / М.Г. Бычков // Рынок Электротехники. – 2007. – №2. – С. 23-28. 3. Кузнецов В.А. Вентильно-индукторные двигатели. Учебное пособие / В.А. Кузнецов, В.А. Кузьмичев. – М.: Изд-во МЭИ, 2002. – 57 с. 4. Онищенко О.А. Система управления электроприводом поршневого компрессора холодильной установки / О.А. Онищенко // Электромашиностроение та електрообладнання. – 2005. – №65. – С. 23-28. 5. Krishnan R. Switched Reluctance Motor Drives. Modeling, Simulation, Analysis, Design and Applications. – CRC Press, 2001. – 398 p. 6. Ткачук В.И. Электромехатроніка: Навч. посібн. / В.И. Ткачук. – Львів: Львівська політехніка, 2001. – 404 с. 7. Карпович О.Я. Базовая нелинейная модель вентильно-индукторного электропривода / О.Я. Карпович, О.А. Онищенко // Вестник НТУ “ХПИ”. – 2003. – №10. – Т.2. – С. 396-397. 8. Карпович О.Я. Компьютерное исследование динамических свойств вентильно-индукторного двигателя / О.Я. Карпович, О.А. Онищенко // Електротехніка і електромеханіка. – 2003. – №4. – С. 42-45. 9. Карпович О.Я. Разработка моделей с упрощенными контурами тока для вентильно-индукторного микроэлектропривода / О.Я. Карпович, О.А. Онищенко // Вестник НТУ “ХПИ”. Серия “Электротехника, электроника и электропривод”. – 2004. – №43. – С. 91-94. 10. Карпович О.Я. Методика настройки регулятора скорости вентильно-индукторного электропривода / О.Я. Карпович, О.А. Онищенко / Матер. XI-й межд. конф. по автоматич. управлению. “Автоматика-2004” в 7-ми томах. – К.: Нац. ун.-т пищевых технологий, 2004. – Т.2. – С. 29. 11. Карпович О.Я. Разработка нелинейной модели двухквadrантного вентильно-индукторного электропривода / О.Я. Карпович, О.А. Онищенко // Труды межд. науч.-техн. конф. “Интегрированные компьютерные технологии в машиностроении – ИКТМ 2003”. – Харьков: Нац. аэрокосмич. ун.-т “ХАИ”, 2003. – С. 99. 12. Карпович О.Я. “Быстрая” нелинейная модель вентильно-индукторного электропривода / О.Я. Карпович, О.А. Онищенко // Матер. межд. науч.-техн. конф. “Проблемы повышения эффективности электромеханических преобразователей в электроэнергетических системах”. – Севастополь: СевНТУ, 2004. – С. 28-29. 13. Карпович О.Я. Модель и настройка контура тока вентильно-индукторного электропривода / О.Я. Карпович, О.А. Онищенко // Научн. труды Донецкого национ. технич. ун.-та. Серия “Вычислительная техника и автоматизация”. – 2005. – №88. – С. 23-29. 14. Идентификация параметров вентильных реактивных электродвигателей / О.А. Онищенко, А.С. Порайко, И.Н. Радимов, В.В. Рымша // Вестник НТУ “ХПИ”. – 2005. – №36. – С. 57-62. 15. ООО “Завод «Электротехника»”. [Электронный ресурс]: www.blpm-motors.com. 16. Онищенко О.А. Представлення кривих намагнічування при моделюванні мікрокомпресора з вентильно-індукторним електродвигуном / О.А. Онищенко // Вестник Херсонского национ. технич. ун.-та. – 2006. – №2(25). – С. 366-371. 17. [Электронный ресурс]: <http://femm.foster-miller.net/wiki/HomePage>.

Поступила в редколлегию 12.05.2011

М. Н. НАКАЗНЕНКО, асс., НАУ им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков
Т.Ю. ФЕДОРЕНКО, студ., НАУ, им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»), Харьков

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПЕЛЬТЬЕ В КАЧЕСТВЕ ТЕПЛОВОГО НАСОСА

Рассмотрена математическая модель модуля термоэлектрических элементов. Проанализирована его работа в составе теплонасосной установки. Сделаны выводы относительно целесообразности применения термоэлектрических модулей в теплонасосных установках.

Розглянуто математичну модель модуля термоелектричних елементів. Проаналізовано його роботу у складі теплонасосної установки. Зроблено висновки щодо доцільності застосування термоелектричних модулів в теплонасосних установках.

A mathematical model of a module of thermoelectric elements considered in this article. Its work in the heat pump installation was analyzed. The conclusion regarding the advisability of the use of thermoelectric modules in a heat pump installations was made.

Ввиду постоянно возрастающей потребности общества в энергетических ресурсах, ограниченности исчерпаемых энергоносителей, а так же неизменно ухудшающейся экологической обстановки имеет смысл освоение и применение экологически чистых источников энергии. В последние годы специалисты в области экологии все больше внимания уделяют вопросу изменения климата в связи с глобальным потеплением как результатом проблемы парникового эффекта и сброса низкопотенциального тепла в окружающую среду. Возможным решением этой задачи может стать повсеместное использование различных типов устройств, преобразовывающих низкопотенциальное тепло в высокопотенциальное, которое более пригодно для целевого использования. На данный момент наиболее распространены два класса тепловых насосов: испарительные (парокомпрессионные и абсорбционные) и термоэлектрические. Термоэлектрические тепловые насосы в основном используют для получения холода в небольших объемах, в то время как испарительные служат в качестве теплонасосных и холодильных установок на более высоком мощностном уровне.

Вызывает интерес возможность использования термоэлектрических тепловых насосов для обогрева помещений, а, следовательно, и утилизации низкопотенциального тепла.

В данной статье рассматривается математическая модель модуля термоэлементов, для анализа его работы в составе теплонасосной установки (ТНУ).

Рассмотрим тепловой баланс модели термоэлектрического теплового насоса (Рис. 1)[1]:

-теплота, выделяющаяся на теплой стороне термоэлемента:

$$Q_h = Q_c + UI ;$$

-теплота, отбираемая с холодной стороны термоэлемента:

$$Q_c = EIT_c - \frac{1}{2}I^2R - K(T_c - T_h);$$

-рабочее напряжение на термоэлементе:

$$U = IR + E(T_h - T_c);$$

-коэффициент, учитывающий материал и конструкцию термоэлемента:

$$E = 2N\alpha,$$

где N - число пар ветвей в модуле;

α - коэффициент термоЭДС материала;

T_h - температура горячей стороны модуля термоэлементов;

T_c - температура холодной стороны модуля термоэлементов;

I - ток, протекающий через модуль;

R - сопротивление ветвей модуля термоэлементов;

K - теплопроводность ветвей модуля;

U - напряжение на выводах модуля термоэлемента.Рассматриваем типовой термоэлектрический модуль. Его характеристики представлены в табл. 1.

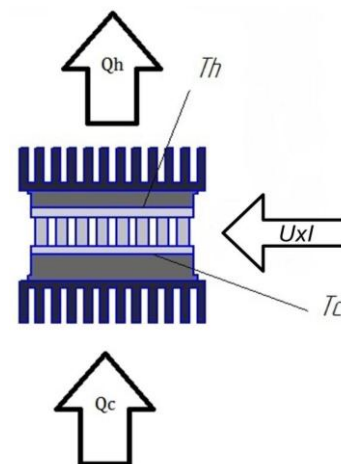


Рис.1 Модель термоэлектрического теплового насоса

Таблица 1 Характеристики термоэлектрического модуля

$\Delta T_{\max}$, К наибольшая разница температур	$Q_{\max}$, Вт	$I_{\max}$, А	$U_{\max}$, В	R , Ом	Размер горячей стороны, мм	Размер холодной стороны, мм	Толщина, мм
69	10,56	3,01	5,91	1,46	8,0×8,0	8,0×8,0	1,57

Сам по себе термоэлемент уже является тепловым насосом, на одной стороне которого низкопотенциальное тепло отбирается от окружающей среды, а на другой - отдается потребителю, в результате протекания через термоэлемент электрического тока т.е. работы совершенной внешним источником энергии. Анализируя данные представленные в таблице 1, получаем зависимость разности температур на горячей и холодной стороне от значения подаваемого тока для данного термоэлемента (рис. 2).

Таким образом, для работы термоэлектрического модуля в качестве теплового насоса необходимо обеспечить оперативное регулирование величины подаваемого тока при изменении наружной температуры для поддержания постоянной, комфортной температуры внутри помещения.

Общая структурная схема теплонасосной установки на элементах Пельтье показана на рис.3.

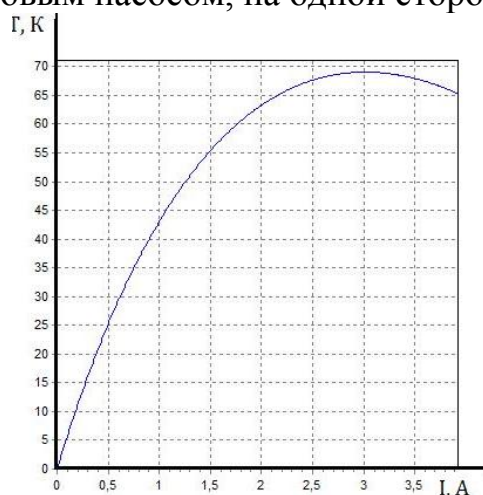


Рис.2 Зависимость разности температур холодной и горячей стороны термоэлектрического преобразователя от рабочего тока.

Термоэлектрический преобразователь (ТП) при прохождении через него тока I способен подогревать теплую сторону термоэлемента, отбирая тепло от холодной. Датчик температуры (T_h) измеряет температуру в помещении и передает полученные данные системе управления (СУ), где они сравниваются с установкой требуемой комфортной температуры. В случае отличия этих температур СУ передает сигнал блоку питания (БП) для увеличения или понижения значения подаваемого на ТП тока I . При этом если поддерживаемая внутри температура оказывается, меньше наружной термоэлектрический

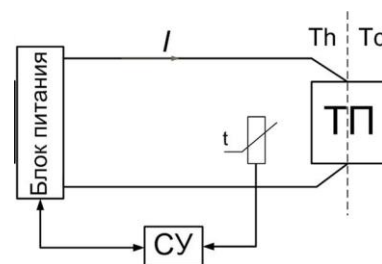


Рис.3 Общая структурная схема теплонасосной установки на термоэлементах

тепловой насос может работать в режиме кондиционера без изменения конструкции, для этого достаточно изменить направление подаваемого тока.

Сравнив испарительные и термоэлектрические тепловые насосы можно выделить следующие преимущества термоэлектрических ТН. Простота конструкции, отсутствие каких-либо движущихся частей, внутренних потоков жидкостей и газов. Следствием этого является абсолютная бесшумность работы, меньшие по сравнению с испарительными ТН габариты и вес при той же удельной теплопроизводительности, полное безразличие к ориентации в пространстве, очень высокая стойкость к вибрационным и ударным нагрузкам, возможность его работы как отопителем так и в качестве кондиционера. А также небольшое рабочее напряжение, но при достаточно большем токе, что может увеличивать потери при работе в качестве кондиционера.

К недостаткам термоэлектрических ТНУ можно отнести их высокую стоимость и пока незначительный КОП относительно испарительных тепловых насосов.

На данный момент термоэлементы используются в электронной аппаратуре, военной, медицинской, иногда бытовой в качестве систем охлаждения в условиях ограничения массы и размеров. Использование термоэлементов для отопления зданий неоправданно дорого, в то время как в установках, например космического или военного назначения, где удельная стоимость термоэлектрического теплового насоса будет незначительной, их использование более оправдано.

Таким образом, исходя из опыта применения таких тепловых насосов и холодильных установок в различных сферах деятельности, можно сделать вывод, что в скором будущем, в случае нахождения более дешевых термоэлектрических материалов, термоэлектрические тепловые насосы могут вытеснять испарительные ТН. А постановка задачи электропитания от нетрадиционных источников энергии, работающих на постоянном токе, позволит исключить промежуточные преобразователи и максимально увеличить эффективность применения термоэлектрических тепловых насосов.

Список литературы: 1. Булат Л.П. Термоэлектрическое охлаждение. Текст лекций. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий. - 2002.- 146 с.

Поступила в редколлегию 13.05.2011

Н.И. СЛИПЧЕНКО, д-р физ.-мат. наук, проф., ХНУРЭ, Харьков
В.А. ПИСЬМЕНЕЦКИЙ, канд.техн. наук, проф. ХНУРЭ, Харьков
А.В. ФРОЛОВ, канд.техн. наук, снс, ХНУРЭ, Харьков
Н.В. ГЕРАСИМЕНКО, асп., ХНУРЭ, Харьков
А.А. КИРИЛЮК, стажер-иссл., ХНУРЭ, Харьков
А.Н. ДЗЮБА, НТУ «КПИ», Киев
И.В. ЗВЕРШХОВСКИЙ, студ., НТУ «КПИ», Киев

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК СОЛНЕЧНОЙ ПАНЕЛИ KV 150/24(12) В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ

Наведено результати експериментальних досліджень вихідних параметрів сонячної панелі KV 150/24(12): напруги U_{xx} , струму I_{k3} , вихідної потужності із врахуванням освітленості і температури в зимових умовах в межах світлового дня.

Ключові слова: сонячна панель, квантовий вихід, освітленість, вихідна потужність.

Приведены результаты экспериментальных исследований выходных параметров солнечной панели KV 150/24(12): напряжения U_{xx} , тока I_{k3} , выходной мощности с учетом освещенности и температуры в зимних условиях в пределах светового дня. Кроме этого выполнены оценки температурных коэффициентов напряжения U_{xx} и тока I_{k3} .

Ключевые слова: солнечная панель, квантовый выход, освещенность, выходная мощность.

The results of experimental research of solar panel KV 150/24(12) output parameters (open circuit voltage V_{oc} , short-circuit current I_{sc} and output power) taking into account illumination intensity and temperature during the daytime in winter conditions are presented.

Keywords: solar panel, quantum yield, illumination intensity, output power.

Введение

В современных условиях солнечные элементы являются долговечными, экологически чистыми и энергетически сбалансированными альтернативными источниками энергии.

Альтернативные источники электроэнергии на основе солнечных батарей (СБ) начинают активно внедряться в городские системы коммунального хозяйства, охранные системы, базовые станции мобильной связи и т.д.

В современных условиях 90% солнечных модулей создаются на базе кремниевых монокристаллических структур. Настоящая работа посвящена экспериментальному исследованию режимов работы солнечной станции на основе кремниевых монокристаллических панелей.

Основная часть

В процессе исследований решались следующие задачи:

- проведение входного контроля параметров солнечной станции в лабораторных условиях;
- проведение зимнего цикла измерений выходных параметров I_{k3} и U_{xx} солнечной панели с учетом температуры и освещенности;
- исследование влияния азимута и угла наклона солнечной панели на ее

выходные параметры;

- исследование температурных зависимостей $I_{кз}(T)$, $U_{xx}(T)$ солнечной панели.

Входной контроль параметров солнечной панели первоначально проводился в лабораторных условиях с использованием галогенного источника (λ) светового потока мощностью 500 Вт с отражателем (рис. 2,б). Как известно [1], такой источник генерирует излучение, спектр которого близок к солнечному.

Для измерения светового потока использовался люксметр ТКА-ПК, тока и напряжения – мультиметры В7-58. В результате для трех расстояний r от источника света до СБ, равных 710, 1210 и 1470 мм, получены три поверхности распределения освещенности по фронтальной плоскости панели, показанные на рис.1.

Поверхность с максимальным перепадом освещенности (1) соответствует $h=710$ мм, а с минимальным (3) – $h=470$ мм. Кроме

этого для трех указанных режимов проведения эксперимента измерялись параметры U_{xx} , $I_{кз}$ и вычислялась средняя освещенность (в $\text{Лк} \cdot 10^3$).

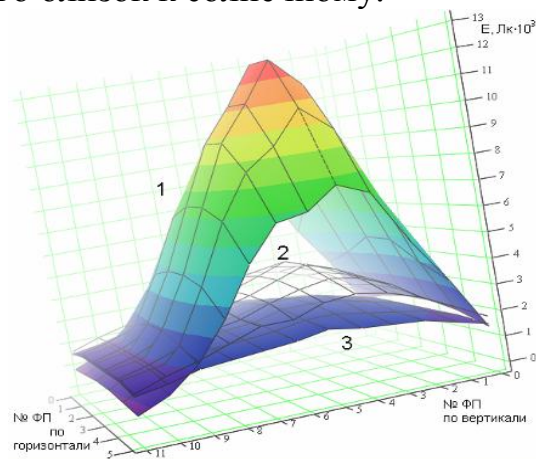


Рис. 1. Распределение освещенности по поверхности солнечной панели

Таблица 1. Результаты измерений

№ графика	$h, \text{мм}$	$E_{\text{max}}, \text{Лк} \cdot 10^3$	$U_{xx}, \text{В}$	$I_{кз}, \text{А}$
1	710	123	18,4	0,47
2	1210	44	18,2	0,5
3	1470	28	17,8	0,4

Как известно [2], согласно фотометрическому закону изменения освещенности E с изменением расстояния сила света I с учетом направления на освещенный элемент определяется выражением

$$I = \frac{Er^2}{\cos \alpha},$$

где α — угол падения света на элемент поверхности. Для постоянного источника света и $\alpha=0$ получим

$$I = E_1 r_1^2 = E_2 r_2^2$$

или

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$$

Согласно результатов измерений $r_1=0,71\text{м}$, а $r_2=1,47\text{м}$, отношение

освещенностей E_1 и E_2 составит $\frac{E_1}{E_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2} = 4.286$

Экспериментально измеренные освещенности E составили $E_1 = 123 \text{ Лк}$ и $E_2 = 28 \text{ Лк}$, а их отношение соответственно 4,39. Следует отметить, что при сравнительно точной ориентации галогенной лампы по отношению к центру солнечной панели максимум освещенности смещался на 5-10% относительно нормали к ее поверхности.

В целом, с учетом зависимостей на рис. 1 можно сделать вывод, что в лабораторных условиях солнечную панель можно использовать как измерительную матрицу для исследования направленности оптического излучения разных типов светоизлучающих элементов.

Для проведения исследований авторами была смонтирована солнечная станция (рис. 2), содержащая СБ, состоящую из двух солнечных панелей KV150/24(12)-М, каждая из которых имеет следующие параметры: максимальная выходная мощность — 150 Вт; ток короткого замыкания $I_{кз}$ — 9,8 А; напряжение холостого хода U_{xx} — 21,75В; оптимальный выходной ток $I_{опт}$ — 8,9 А; оптимальное выходное напряжение $U_{опт}$ — 16,86 В. Перечисленные параметры гарантируются изготовителем при удельной мощности светового потока 1000 Вт/м^2 и температуре $(+25)^\circ\text{C}$. Кроме этого в состав станции входят контроллер (К) Solarix Sigma 12/24V 20А, инвертор (И) Кулон Q-500, аккумуляторная батарея (АКБ) SP12-120. Солнечная станция в собранном виде представлена на рис. 2, а.

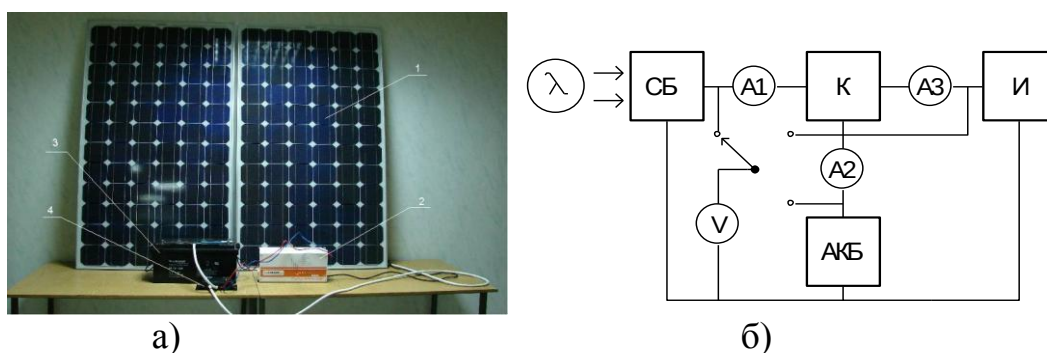


Рис. 2. а) Солнечная станция в собранном виде

1-солнечная панель; 2-инвертор; 3-аккумуляторная батарея; 4-контроллер;

б) Схема контроля параметров станции

Далее в открытых зимних условиях пасмурной и солнечной погоды исследовалась зависимость параметров U_{xx} , $I_{кз}$ панели от времени в пределах светового дня с учетом температуры, освещенности и угла ее наклона α .

Исследование временных зависимостей U_{xx} , $I_{кз}$ выполнялось для трех значений угла α , равных 25° , 35° и 45° с регистрацией в отсчетных точках температуры и освещенности.

Следует отметить, что в последнее время [3] исследования реально достижимых параметров кремниевых монокристаллических солнечных панелей проводятся как в Украине, так и за ее пределами. На рис.3 приведены результаты исследований в Кракове (Польша), Полтаве и в ХНУРЭ в разное время года. Как видим, суточный характер изменения освещенности практически одинаков.

В процессе экспериментальных исследований в дневное время с 9.30 утра до 16 часов дня с интервалом 30 минут регистрировались значения температуры воздуха, освещенности и выходные параметры U_{xx} и $I_{кз}$.

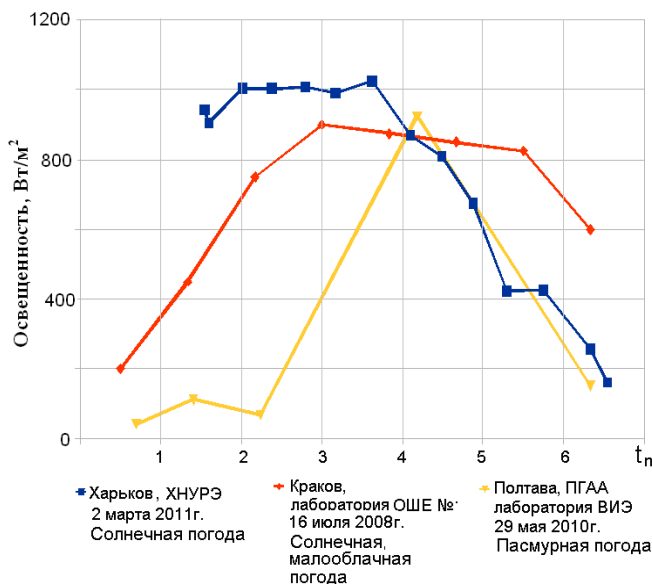


Рис. 3. Результаты измерений напряжения U_{xx} , тока $I_{кз}$ при различных температурах, освещенности и угле наклона батареи

9 часов 30 минут; t — текущее время, равное $t = t_0 + n \cdot 30$, $n = 1, 2, 3 \dots 12$.

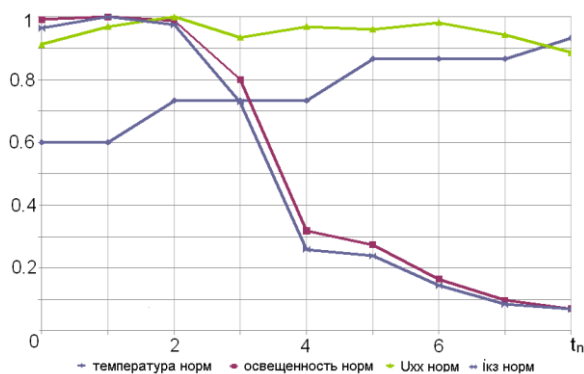


Рис. 4. Нормированные зависимости основных параметров

потока от фронтальной поверхности; η - квантовый выход; K_c - коэффициент собирания фотоносителей; S - площадь фронтальной поверхности.

Из формулы для I_ϕ следует, что все множители кроме параметра Φ_0 являются константами, и поэтому временная зависимость тока $I_{кз}$ действительно воспроизводит график изменения освещенности.

Характерно, что напряжение U_{xx} на этом же отрезке времени практически мало изменяется, что легко объясняется с помощью известного соотношения

$$U_{кз} = \varphi_T \cdot \ln\left(\frac{I_\phi}{I_0} + 1\right), \quad \varphi_T = \frac{k \cdot T}{e}$$

где I_0 — ток насыщения, e — заряд электрона.

Поскольку температура медленно изменяется с течением времени множитель φ_T в процессе эксперимента практически остается постоянным как и ток насыщения I_0 . Следовательно, параметр U_{xx} связан с током $I_{кз}$ логарифмической зависимостью и поэтому мало изменяется.

Результаты оценки выходной мощности по измеренным параметрам U_{xx} и $I_{кз}$

В результате было получено 12 дискретных значений ранее перечисленных параметров. В течении всего цикла измерений угол наклона солнечной панели составлял 65° . Результаты исследований после нормировки по отношению к максимальному значению параметров представлены на рис. 4.

По горизонтальной оси отложены

$$t_n = \frac{t - t_0}{30}$$

нормированные значения временных интервалов, где t_0 - время начала измерений, равное $t = t_0 + n \cdot 30$, $n = 1, 2, 3 \dots 12$.

Из графиков можно сделать вывод, что зависимость тока $I_{кз}$ практически совпадает с графиком изменения освещенности. Это объясняется тем, что для кремниевых монокристаллических преобразователей ток $I_{кз}$ практически совпадает с током I_ϕ , который равен [4, 5]

$$I_{кз} = I_\phi = \frac{e\Phi_0}{h\nu} (1 - R)\eta K_c \cdot S$$

Φ_0 - входной световой поток; R - коэффициент отражения светового

представлены на рис. 5 массивом точек, цветовая кодировка которых определяет день проведения измерений. Аппроксимация искомой зависимости представлена прямой линией. Следовательно выходная мощность солнечной панели пропорциональна освещенности.

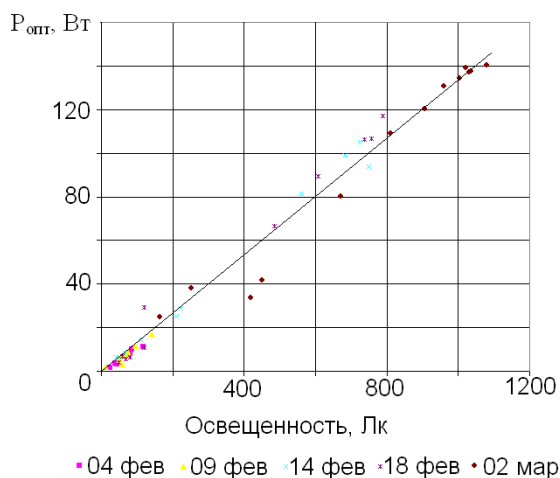


Рис. 5. Зависимость выходной мощности солнечной панели от освещенности

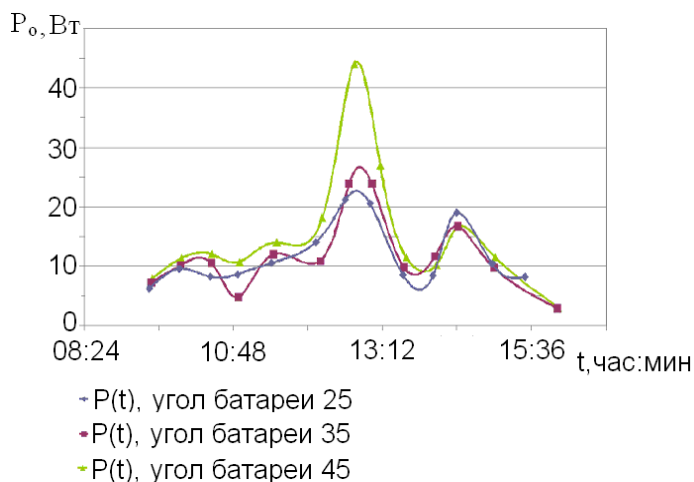


Рис. 6. Зависимость выходной мощности солнечной панели от времени при разных углах наклона

Представленные на рис. 6 временные зависимости были получены в зимних условиях 9 февраля 2011 г. при пасмурной погоде. Наблюдается модуляция выходной мощности солнечного модуля за счет медленного перемещения облачного покрова разной оптической плотности. Кроме этого на отрезке времени (12.00 — 13.00) четко просматривается основной максимум выходной мощности, когда угол подъема Солнца по отношению к линии горизонта достигает максимального значения, и световой поток практически направлен по нормали к поверхности солнечной панели (угол наклона батареи 45°). Поэтому большинство пользователей солнечных батарей выставляют угол наклона солнечных панелей, равный 45°.

Проводились исследования зависимости параметров $I_{кз}$ и $U_{хх}$ при разном значении азимута Солнца по отношению к солнечной панели в условиях пасмурной и ясной погоды (рис. 7).

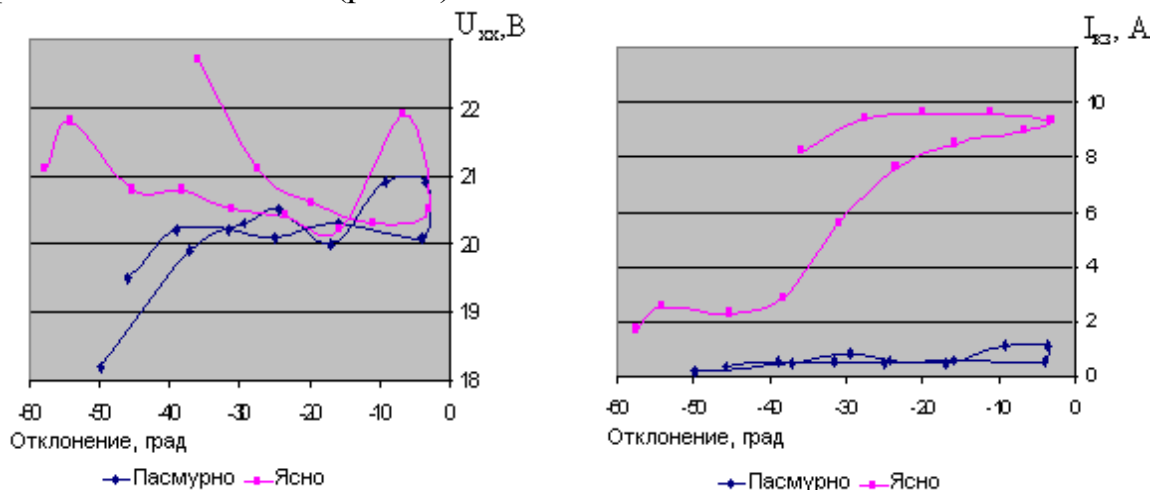


Рис.7. Зависимости параметров $I_{кз}$, А и $U_{хх}$, В при разном значении азимута Солнца по отношению к солнечной панели в условиях пасмурной и ясной погоды.

Из-за симметричности отклонения Солнца относительно нормали к плоскости солнечной панели при установке ее в южном направлении, происходит изменение электрических параметров в виде кривых, которые можно назвать солнечным гистерезисом.

В зимний период в ясную солнечную погоду существенно проявляется перепад температур в течении светового дня. Это позволило исследовать температурные зависимости выходных параметров U_{xx} и $I_{кз}$.

Для их анализа используем известное уравнение ВАХ ФП:

$$U = \frac{A K_s (T_p - 1)}{e} \ln \left(\frac{I_p}{I_s} + 1 \right)$$

Производная $\frac{dU}{dT}$, как известно [4], имеет вид:

$$\frac{dU}{dT} = \frac{A K_s}{e} \left(\frac{1}{T_p} - \frac{1}{T_s} \right) \ln \left(\frac{I_p}{I_s} + 1 \right) + \frac{A K_s}{e} \frac{1}{T_p} \left(\frac{I_p}{I_s} + 1 \right)^{-1}$$

Входящий в третье слагаемое фототок I_p слабо зависит от температуры, так как

$$I_p = g_0 S$$

где K_s – интегральный коэффициент собирания; η – квантовый выход; S – площадь ФП; $g_0 S$ – число фотонов, поглощаемых за единицу времени.

Коэффициент собирания K_s зависит от диффузионной длины фотонотителя L

$$K_s = f(D, \tau) \quad L = \sqrt{D\tau}$$

где D – коэффициент диффузии; τ – время жизни фотонотителей.

При этом $D \sim \sqrt{T}$, а τ практически слабо зависит от температуры.

С учетом известной зависимости тока насыщения I_s от температуры второе слагаемое, при условии $A=1$, имеет вид:

$$\frac{dU}{dT} = \frac{K_s}{e} \left(\frac{1}{T_p} - \frac{1}{T_s} \right) \ln \left(\frac{I_p}{I_s} + 1 \right) + \frac{K_s}{e} \frac{1}{T_p} \left(\frac{I_p}{I_s} + 1 \right)^{-1} - \frac{K_s}{e} \frac{1}{T_s} \left(\frac{I_p}{I_s} + 1 \right)^{-1}$$

Тогда

$$\frac{dU}{dT} = \frac{K_s}{e} \left(\frac{1}{T_p} - \frac{1}{T_s} \right) \ln \left(\frac{I_p}{I_s} + 1 \right) + \frac{K_s}{e} \frac{1}{T_p} \left(\frac{I_p}{I_s} + 1 \right)^{-1} - \frac{K_s}{e} \frac{1}{T_s} \left(\frac{I_p}{I_s} + 1 \right)^{-1}$$

Поскольку всегда $E_g > eU$, температурный коэффициент напряжения будет отрицательным, и с ростом температуры выходное напряжение ФП уменьшается. На рис.8 а) приведены температурные зависимости I_{xx} и $U_{кз}$ для кремниевого монокристаллического ФП. Здесь же на рис. 8 б) приведены аналогичные зависимости для солнечной панели. Приведенные в литературе [4] значения температурных коэффициентов напряжения U_{xx} и тока $I_{кз}$ для кремниевых монокристаллических ФП равны.

$$\frac{dU_{xx}}{dT} = -1.5 \text{ мВм} / \text{град} \quad \frac{dI_{кз}}{dT} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ А} \cdot \text{град} / \text{см}^2$$

С помощью экспериментально полученных температурных зависимостей $I_{кз}$ и U_{xx} (рис. 8 б)) для солнечной панели на основе монокремния были вычислены температурные коэффициенты для этих параметров.

$$\frac{dU_{xx}}{dT} = -41,7 \text{ мВм} / \text{град} \quad \frac{dI_{кз}}{dT} = 7.6 \cdot 10^{-4} \text{ А} \cdot \text{град} / \text{см}^2$$

Как и следовало ожидать, за счет влияния сопротивлений контактных переходов ФП, соединенных последовательно, в составе солнечной батареи температурные коэффициенты оказались ниже.

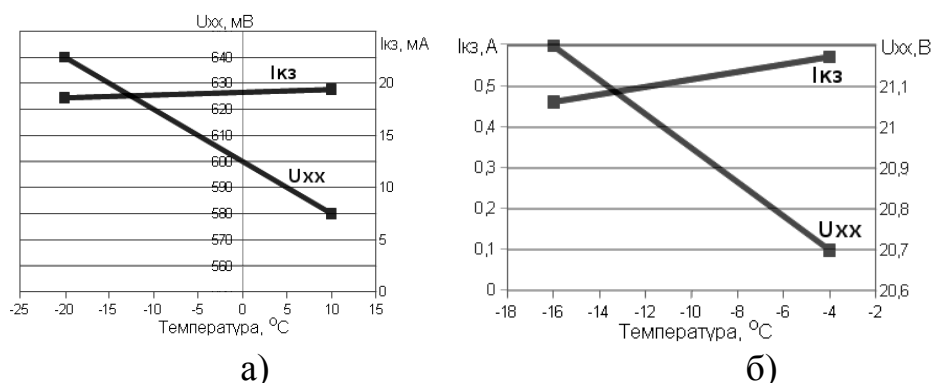


Рис. 8. а) Температурные зависимости параметров $I_{кз}$ и U_{xx} для кремниевого монокристаллического фотопреобразователя
б) Температурные зависимости параметров $I_{кз}$ и U_{xx} для кремниевой монокристаллической солнечной панели

Результаты исследований

1. Проведенные исследования функционирования солнечной станции подтвердили надежность ее работы при разных климатических и температурных режимах.

2. Экспериментально подтверждено, что ток короткого замыкания $J_{кз}$ прямо зависит от освещенности E , а напряжение холостого хода U_{xx} изменяется незначительно из-за логарифмического характера зависимости от параметра $I_{\phi}=I_{кз}$.

3. Измерения показали, что в пределах суток влияние азимута Солнца значительно выше, чем влияние угла его подъема над горизонтом. Следовательно, при разработке трекеров ввиду больших энергозатрат на перемещение солнечной панели достаточно ограничиться ее автоматическим поворотом вокруг вертикальной оси с возможностью дискретной установки по горизонтальной оси 4-6 раз в год.

4. Проведенные температурные исследования позволили сделать вывод о том, что температурные коэффициенты U_{xx} и $J_{кз}$ для солнечной станции существенно больше, чем для солнечного монокристаллического элемента в силу влияния большого суммарного последовательного сопротивления.

Список литературы: 1. Безручко К.В. Солнечные энергосистемы космических аппаратов. Физическое и математическое моделирование / К.В. Безручко, Н.В. Белан, С.В. Губин, В.И. Драновский/ под ред. акад. Конюхова С.Н. - Харьков: Гос. Аэрокосмич. Ун-т «Харьков. Авиац. Ин-т», 2000. - 515 с. 2. Слипченко Н.И. Оперативный контроль параметров фотопреобразователей / Н.И. Слипченко, В.А. Письменецкий, Н.Н. Яновская // Восточно-европейский журнал передовых технологий. - Харьков, 2007. - №4/3 (28). С. 39 — 42. 3. Титко Р., Калініченко В. Відновлювальні джерела енергії (досвід Польщі для України). Вид. OWG, Варшава. 2010.-533с. 4. Васильев А.М., Ландсман А.П. Полупроводниковые фотопреобразователи.-М.: Сов. радио, 1971.- 246с. 5. Раушенбах Г.В. Справочник по проектированию солнечных батарей.-М.: Энергоиздат, 1983.-360с.

Поступила в редколлегию 25.05.2011

УДК 669.187.001.2

А.И. ЗУБКОВ, канд. физ.-мат. наук, доц., НТУ «ХПИ»

Ю.В. ПАНОВА, студ., НТУ «ХПИ»

СТРУКТУРА И ПРОЧНОСТЬ НАНОФАЗНЫХ КОНДЕНСАТОВ CU-MO

Досліджена структура та міцнісні властивості конденсатів Cu-Mo одержуваних електронно-променевим випаровуванням міді і молібдену з різних джерел з наступною кристалізацією сумішей їх пари в вакуумі. Показано, що легування міді молібденом призводить до диспергування зеренної структури мідної матриці і утворення пересичених розчинів молібдену в ГЦК решітці міді. Спостережувані закономірності пояснюються сегрегаційними процесами при конденсації двокомпонентних парів. Запропоновано використовувати питому зернограничну поверхню для опису залежностей типу Холла-Петча наноструктурних матеріалів.

Исследована структура и прочностные свойства конденсатов Cu-Mo получаемых электронно-лучевым испарением меди и молибдена из различных источников с последующей кристаллизацией смесей их паров в вакууме. Показано, что легирование меди молибденом приводит к диспергированию зеренной структуры медной матрицы и образованию пересыщенных растворов молибдена в ГЦК решетке меди. Наблюдаемые закономерности объясняются сегрегационными процессами при конденсации двухкомпонентных паров. Предложено использовать удельную зернограничную поверхность для описания зависимостей типа Холла-Петча наноструктурных материалов.

The structure and mechanical properties of Cu-Mo condensates obtained by electron beam evaporation of copper and molybdenum from various sources, followed by crystallization of mixtures of vapors in a vacuum are investigated. It is shown that adding of copper with molybdenum results in dispersion copper matrix grain structure and the formation of supersaturated solutions of molybdenum in the FCC copper lattice. The observed regularities are explained by segregation processes during binary vapors condensation. It is suggested to use the specific grain-boundary surface for description of the Hall-Petch dependences in nanostructured materials.

Введение. Повышение функциональных свойств псевдосплавов на основе меди Cu-Mo, Cu-W, Cu-Ta и т.д., связано с увеличением степени дисперсности, как зеренной структуры меди, так и упрочняющей фазы Mo, W, Ta [1]. В этом плане перспективной технологией получения таких материалов в виде пленок, фольг, тонких покрытий (до ~ 10 мкм) листов является высокоскоростное электронно-лучевое испарение, и последующая конденсация паровой смеси составляющих компонентов на твердых поверхностях [2]. Вместе с тем закономерности формирования структуры таких объектов, взаимосвязь технологических условий получения, их состава, реализуемого структурного состояния и прочностных свойств к настоящему времени изучены недостаточно. В этой связи целью настоящей работы является изучение процессов формирования структуры псевдосплавов Cu-Mo при конденсации смесей паров

меди и молибдена на неориентирующих подложках в вакууме и исследования их физико-механических свойств.

Материал и методика проведения исследований. Объектами исследований служили вакуумные конденсаты бинарной системы Cu-Mo толщиной до 50 мкм, получаемые электронно-лучевым испарением компонентов из разных источников с последующей конденсацией паровой смеси на неориентирующих подложках в вакууме не выше $\sim 10^{-3}$ Па. Особенностью этих материалов является отсутствие химических соединений, заметной взаимной растворимости меди и молибдена в равновесных условиях [3]. Изучали две партии образцов полученных при разных температурах подложки. В каждой партии образцов варьировали концентрацию молибдена в диапазоне 0,1 – 2,5 ат.%, сохраняя при этом все остальные технологические параметры постоянными. Элементный состав изучали спектральным рентгенфлуорисцентным анализом. Структуру исследовали методами рентгеновской дифрактометрии и просвечивающей электронной микроскопии. Прочностные свойства контролировали испытанием фольг в режиме активного растяжения и измерением микротвердости.

Отметим, что измерение всех структурных и прочностных характеристик, с целью исключения влияния посторонних факторов, осуществлялось на каждом образце в следующей последовательности: определение концентрации молибдена, рентгендифрактометрические исследования, измерение микротвердости; а затем от образца отделялась небольшая часть для электролитического утонения и исследования в просвечивающем электронном микроскопе, остальная часть подвергалась испытанию на растяжение.

Результаты и их обсуждение. На рис. 1, а, б представлены экспериментальные зависимости условного размера зерна (L , мкм) и периода кристаллической решетки (a , Å) ГЦК медной матрицы конденсатов полученных при двух различных температурах подложки ($T_1 < T_2$) от содержания молибдена. Видно, что легирование меди молибденом в количестве составляющим десятые доли процента приводит к более чем десятикратному снижению величины зерна медной матрицы, по сравнению с нелегированными конденсатами меди, получаемыми в аналогичных технологических условиях. Дальнейшее увеличение концентрации молибдена не приводят к изменению размера зерна и экспериментальные кривые (L , мкм- f (C,%)) выходят на насыщение. Концентрации молибдена соответствующие перегибам при температурах осаждения T_1 и T_2 составляют примерно 0,3 ат.% и 0,5 ат.% соответственно. Увеличение температуры подложки, не изменяя практически характер экспериментальных зависимостей, приводит к росту минимально достигаемого размера зерна от 120 нм до 200 нм. Концентрационные зависимости периода кристаллической решетки ГЦК медной матрицы (a , Å- f (C,%)) имеют более сложный характер. При температуре T_1 не наблюдается увеличение периода кристаллической решетки до содержания молибдена 0,3 ат.%, затем следует резкий подъем экспериментальной зависимости с последующим замедлением в области концентраций более одного атомного процента. Увеличение температуры подложки приводит к расширению концентрационной области, примерно до 0,5 ат.%, в которой наблюдается изменение периода

кристаллической решетки ГЦК меди и незначительному последующему возрастанию этой величины. Следует отметить, то важное обстоятельство, что концентрационные области в которых происходит резкое снижение размера зерна и отсутствие изменений в величине периода кристаллической решетки медной матрицы практически совпадают.

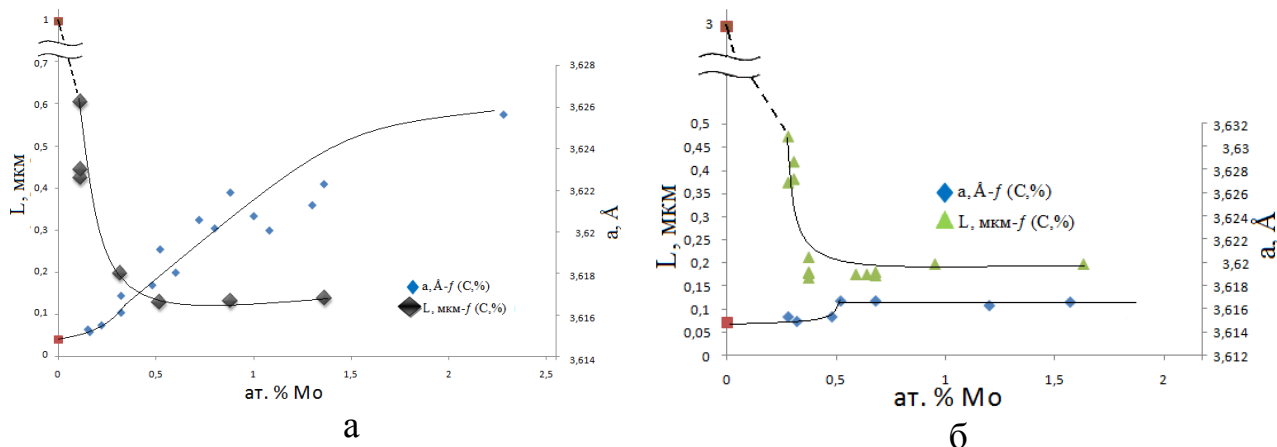


Рис. 1. Концентрационные зависимости размера зерна и периода решетки медной матрицы псевдосплава Cu-Mo при температурах подложек T_1 (а) и T_2 (б), $T_1 < T_2$

В конденсатах полученных при температуре подложки T_1 во всем исследованном интервале концентраций не обнаружено частиц второй фазы, об этом свидетельствует анализ светлопольных электронномикроскопических изображений и отсутствие на электронограммах дифракционных рефлексов не принадлежащих ГЦК решетке меди (рис.2). Напротив, в конденсатах, полученных при больших температурах подложки, наблюдаются частицы второй фазы, средний размер которых составляет ~ 5 нм, а на электронограммах соответствующие дифракционные рефлексы

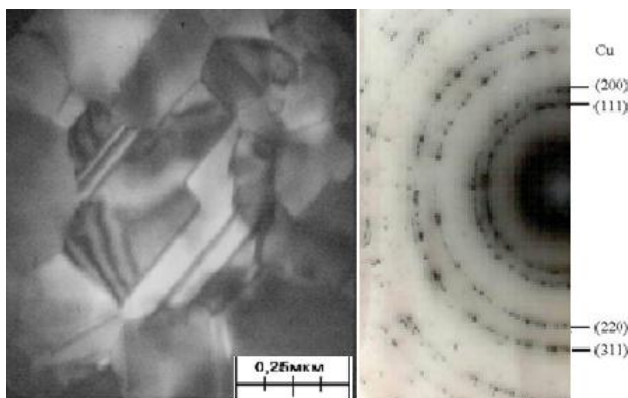


Рис. 2 Электронограмма и электронномикроскопическое изображение конденсата Cu-Mo полученного при температуре подложки T_1

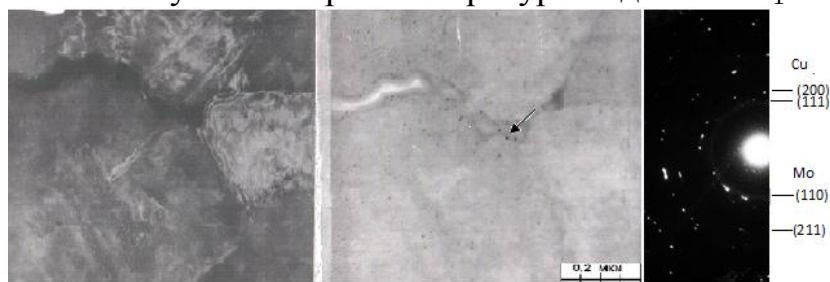


Рис. 3 Электронограмма и электронномикроскопическое изображение конденсата Cu-Mo полученного при температуре подложки T_2

ОЦК молибдена (рис. 3). Как следует из светло- и темнопольных электронномикроскопических изображений частицы молибдена располагаются преимущественно по границам зерен и они имеют несколько больший размер, чем те которые распределены в объеме зерна медной матрицы (рис. 3).

Таким образом, полученные экспериментальные результаты позволяют предположить, что при конденсации паровых смесей меди и молибдена происходит обогащение молибденом границ зерен медной матрицы.

По мере истощения адсорбционной емкости зернограничных поверхностей формируются аномальные пересыщенные растворы молибдена в ГЦК меди, о чем свидетельствует значительное увеличение периода кристаллической решетки ГЦК меди (рис. 1, а). Механизм этого процесса предложен в работе [4]. Повышение температуры осаждения способствует образованию частиц ОЦК молибдена на фронте кристаллизации и последующего их замуровывания в объеме и на границах зерен медной матрицы. Эти процессы одновременно препятствуют формированию аномальных пересыщенных растворов молибдена в ГЦК решетке меди, о чем свидетельствует незначительное увеличение ее периода решетки (рис. 1, б). Сегрегационные процессы на границах зерен медной матрицы, на самых ранних стадиях формирования конденсата, являются причиной резкого снижения их размера. Это связано с тем, что аккумулярованные на поверхностях зародышей зерен меди атомы молибдена, диффундирующие по фронту кристаллизации, нарушают их рост и препятствуют коалиценции во время конденсации [5]. Образовавшиеся сегрегации и частицы молибдена на границах зерен меди обеспечивают высокую термическую стабильность зеренной структуры этих материалов при последующем нагреве [6]. Указанные предположения подтверждаются грубой оценкой количества атомов молибдена необходимого для образования сплошного монослоя на поверхности минимального размера зерна достигаемого при температуре T_1 (рис. 1). Если в первом приближении принять форму зерна медной матрицы за сферу диаметром 120 нм, то при атомном радиусе меди соответствующем 0,128 нм [7] в нем будет содержаться примерно $3 \cdot 10^7$ атомов меди. Атомный радиус молибдена составляет 0,139 нм [7]. Тогда для покрытия поверхности медного зерна монослоем необходимо примерно $1,3 \cdot 10^5$ атомов молибдена, что составляет примерно 0,4 ат.% от меди. Эта величина как раз и соответствует экспериментально наблюдаемой концентрации молибдена при которой происходит выход на насыщение зависимости L , мкм- f (С,%) и начало роста кривой a , Å- f (С,%) (рис. 1).

По уровню достигнутых прочностных свойств, таких, например, как микротвердость (H_v) (рис.4) и временный предел прочности, изучаемые объекты превосходят традиционные сплавы на основе меди металлургического происхождения (рис. 5).

Для их описания зависимостями типа Холла-

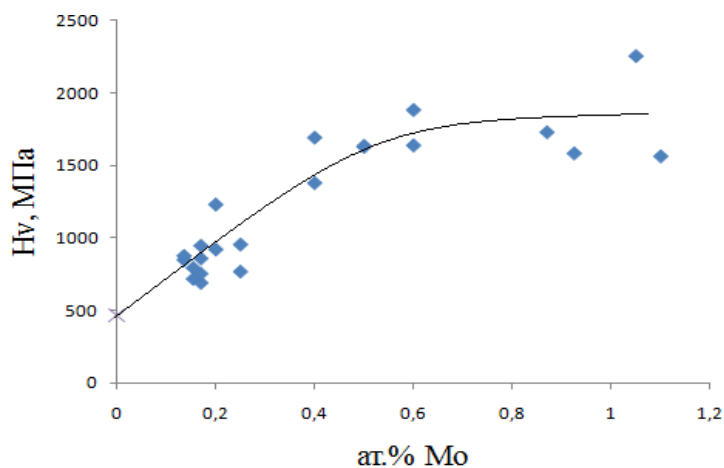


Рис. 4 – Зависимость микротвердости конденсатов Cu-Mo полученных при температуре подложки T_1

Петча в работе предложено использовать на размер зерна, а величину удельной зернограничной поверхности ($S_{уд}$).

Этот параметр является универсальной характеристикой коллоидных систем [8], аналогами которых, по нашему мнению, являются наноструктурные и нанофазные металлические материалы. Представленные на рис. 6 экспериментальные данные свидетельствуют о возможности и большей наглядности такого подхода для описания размерных зависимостей прочностных свойств.

Наблюдаемый перегиб на экспериментальной зависимости

микротвердости от величины удельной зернограничной

поверхности конденсатов

полученных при температуре подложки T_1

соответствует данным работы [9]

представленным в традиционных

координатах $H_v-f (L^{-1/2})$

Кроме описания прочностных свойств,

величина $S_{уд}$ в отличие от размера зерна L ,

позволяет анализировать адсорбционные процессы

на границах зерен, интенсивность которых и

степень влияния на физико-механические

свойства существенно возрастают при

уменьшении размерности структурных элементов до нано и микрометрового уровня.

Выводы. Экспериментальные результаты и проведенные оценки свидетельствуют, что при конденсации паровой смеси меди и молибдена, последний образует сегрегации по границам зерен медной матрицы, по-видимому, в виде монослоев, которые диспергируют ее структуру до нанометровой размерности. Зернограничные сегрегации и наноструктурные частицы обуславливают высокую термическую стабильность конденсатов Cu-Mo при последующем нагреве. Исследованные нанофазные материалы по своим прочностным свойствам превосходят металлургические сплавы на основе меди.

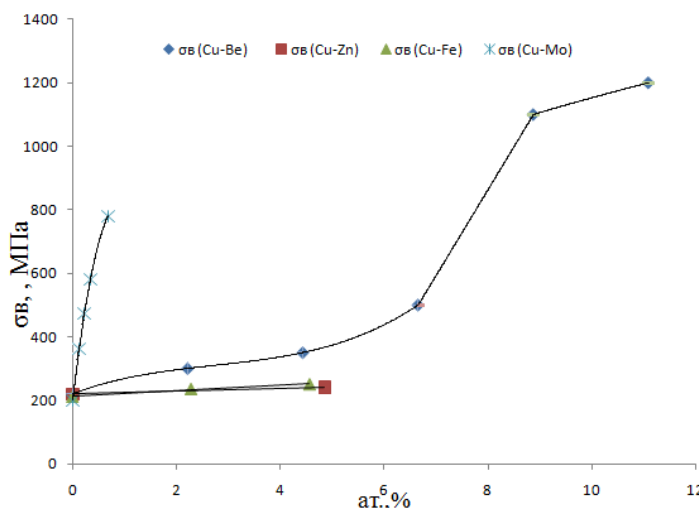


Рис. 5 – Зависимость временного предела прочности сплавов на основе меди и конденсатов Cu-Mo от концентрации легирующих элементов

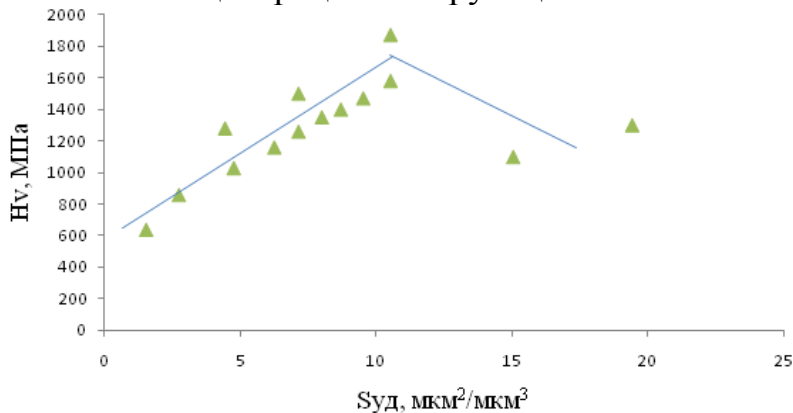


Рис. 6 – Зависимость типа Холла-Петча для микротвердости конденсатов Cu-Mo полученных при температуре T_1

Предложено в качестве структурного параметра для описания прочностных свойств наноматериалов использовать удельную поверхность межзеренных и межфазных границ.

Список литературы: 1. Гнесина Г.Г. Спеченные материалы для электротехники и электроники (справочник) / Г.Г. Гнесина // Подряд. – М.: Металлургия, 1981. – 343 с. 2 Гречанюк Н.И. Современные электронно-лучевые технологии как эффективные высокотемпературные методы обработки металлов с получением слитков, защитных покрытий и композитов / Н.И. Гречанюк, А.П. Мухачев // высокоэнергетическая обработка материалов – Сборник научных трудов. Днепропетровск: Арт-Пресс, 2009. – С. 27-38. 3 Ерошенко И.Г. Диаграммы состояния металлических систем / И.Г. Ерошенко, А.М. Захаров, В.Г. Оленичева // вып. XXII. М.: Металлургия, 1983. – 421 с. 4 Зубков А.И. Структурообразование дисперсно-упрочненных композитов Cu-Mo, W, Ta полученных кристаллизацией из паровой фазы / А.И. Зубков // Материалы XXXVIII семинара «Актуальные проблемы прочности «Сплавы с эффектом памяти формы и другие перспективные материалы»» СПб., 2001. – ч. 2. С. 545-550. 5 Палатник Л.С. Механизм образования и субмикроструктура конденсированных пленок Л.С. Палатник, М.Я. Фукс, В.М. Косевич // М. Наука, 1972. 6 Зубков А.И. Термическая стабильность нанокompозитов, кристаллизующихся в вакууме / А.И. Зубков // Вестник Тамбовского университета – 2010. – Т. 15, вып. 3. – С. 846-848. 7 Смитлз К.Дж. Металлы / К.Дж. Смитлз // справочник – М.: Металлургия, 1980. 8 Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии / С.С. Воюцкий // М., Химия, 1975 – 512 с. 9 Зубков А.И. Диспергирование зеренной структуры фольг нанокompозитов на основе меди / А.И. Зубков, А.В. Охотская // Материалы 47 Международной конференции “Актуальные проблемы прочности”. – Нижний Новгород : 2008. – Ч. 2. – С. 27–29.

Поступила в редколлегию 31.03.2011

УДК 001.891:65.011.56

І.О. МЕЗЕНЦЕВА, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХП»

І.М. ЛЮБЧЕНКО, ст. викл., НТУ «ХП»

Н.Є. МОВМИГА, ст. викл., НТУ «ХП»

СТАН ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ В УКРАЇНІ

У статті показаний стан виробничого травматизму та професійних захворювань в Україні за 2010 рік. Приведені статистичні данні по найбільш травмонебезпечним регіонам та галузям економіки. Висвітлені домінуючі причини формування несприятливих умов праці у розглянутих регіонах та галузях економіки.

В статье показано состояние производственного травматизма и профессиональных заболеваний в Украине за 2010 год. Приведены статистические данные по наиболее травмоопасным регионам и отраслям экономики. Освещены доминирующие причины формирования неблагоприятных условий труда в рассматриваемых регионах и отраслях экономики.

The article shows the status of industrial injuries and occupational diseases in Ukraine in 2010. The above statistics on the most traumatic regions and industries. Highlights the dominant reasons for the formation of unfavorable conditions in the regions and industries.

У минулому столітті від нещасних випадків на виробництві людство втратило 300 млн. людей, а від усіх війн загинуло близько 100 млн. людей, тобто в результаті нещасних випадків на виробництві загинуло у тричі більше людей, ніж у результаті усіх війн за цей же період.

За даними Міжнародної організації праці, щорічно у світі фіксується близько 125 млн. нещасних випадків, пов'язаних з виробництвом, у тому числі 10 млн. – з тяжкими та 220 тис. – зі смертельними наслідками.

Проведений аналіз стану виробничого травматизму та профзахворювання в Україні за 2010 рік показав, що незважаючи на заходи, які вживаються роботодавцями щодо створення безпечних та нешкідливих умов праці на кожному робочому місці, робочими органами виконавчої дирекції Фонду, центральними та місцевими органами виконавчої влади, які здійснюють контроль та нагляд за станом охорони праці в різних галузях економіки, рівень виробничого травматизму та професійних захворювань залишається ще досить високим [1].

У робочих органах виконавчої дирекції Фонду соціального страхування від нещасних випадків на Україні за 2010 рік зареєстровано 13109 потерпілих від нещасних випадків на виробництві, в тому числі 645 зі смертельними наслідками [2]. Стан виробничого травматизму в України за 2010 рік представлений в таблиці

Найбільша кількість страхових нещасних випадків зареєстрована у Донецькій (36,2%), Луганській (14,2%) і Дніпропетровській (7,6%) областях.

Кількість травмованих осіб у цих областях складає близько 58% від загальної кількості по Україні.

Таблиця. Стан виробничого травматизму на підприємствах України

№ п/п	Регіони	Кількість нещасних випадків на які складено акти по формі Н-1	
		Всього	В т.ч. смертельно
	Всього по Україні	13109	645
1	АР Крим	288	27
2	Вінницька область	301	13
3	Волинська область	275	12
4	Дніпропетровська область	1001	60
5	Донецька область	4597	121
6	Житомирська область	226	16
7	Закарпатська область	63	12
8	Запорізька область	453	24
9	Івано-Франківська область	110	13
10	Київська область	265	14
11	Кіровоградська область	154	8
12	Луганська область	1827	73
13	Львівська область	399	24
14	Миколаївська область	143	8
15	Одеська область	259	23
16	Полтавська область	346	24
17	Рівненська область	142	13
18	Сумська область	261	16
19	Тернопільська область	88	11
20	Харківська область	490	23
21	Херсонська область	152	6
22	Хмельницька область	189	18
23	Черкаська область	191	15
24	Чернівецька область	58	5
25	Чернігівська область	166	12
26	м. Київ	597	47
27	м. Севастополь	68	7

До найбільш травмонебезпечних галузей економіки та видів робіт відносяться:

-підземне видобування кам'яного вугілля – кількість травмованих складає 36.5% від загальної кількості травмованих по Україні (4467 осіб, в т.ч. 108 - смертельно);

-виращування зернових та технічних культур – 3,3% (404 травмовані особи, в т.ч. 40 - смертельно);

-діяльність лікарських закладів – 2,6% (322 травмовані особи, в т.ч. 11 - смертельно);

-чорна металургія - 2,5% (310 травмованих осіб, в т.ч. 15 - смертельно);

-будівництво будівель – 2,2% (275 травмованих осіб, в т.ч. – 42 смертельно).

Один із нещасних випадків в галузі будівництва стався у Харківському аеропорті 9-го квітня цього року. Із-за сильного пориву вітру був втрачений контроль над управлінням стрілою підйимального крану. Вона зачепила трос монтажною лебідки, в якій знаходилися монтажники. Обидва будівельники загинули в результаті падіння лебідки з 6-ти метрової висоти. У Гірпромнадзорі говорять, що монтажники під час будівельних робіт в старому терміналі аеропорту працювали без страховки: загинули із-за особистої необережності. Що в черговий раз підтверджує сумну статистику Фонду соцстрахування від нещасних випадків на виробництві - найвищий рівень виробничого травматизму в нашій країні фіксується серед працівників у віці від 40 до 50 років, не дивлячись на їх професійний досвід, знання норм і правил охорони праці [3].

Серед причин нещасних випадків переважають організаційні - 78% (9550 нещасних випадків). Через технічні причини сталося - 14% (1713) нещасних випадків, психофізіологічні – 8% (979) нещасних випадків.

Найпоширеніші організаційні причини:

- невиконання вимог інструкцій з охорони праці - 44% від загальної кількості по Україні (або 5385 випадків);

- порушення технологічного процесу - 4% (512);

- порушення правил дорожнього руху - 4% (480).

До речі, як зазначив міністр вугільної промисловості Ю. Яценко, близько 80% нещасних випадків на шахтах трапляються з організаційних причин [4].

Найпоширеніші технічні причини:

- незадовільний технічний стан виробничих об'єктів, засобів виробництва, транспортних засобів. З цих причин трапилось 7% нещасних випадків на виробництві від загальної кількості нещасних випадків по Україні (902 травмовані особи, в тому числі 332 особи - при підземному видобуванні кам'яного вугілля).

Найпоширеніші психофізіологічні причини:

- травмування внаслідок протиправних дій інших осіб. З цих причин трапилось 3% нещасних випадків на виробництві від загальної кількості нещасних випадків по Україні (314 травмованих осіб, в тому числі 44 особи - у лікарняних закладах).

До основних подій, які призвели до нещасних випадків, відносяться:

- падіння потерпілого – близько 31% травмованих осіб від загальної кількості травмованих по Україні (3825 осіб);

- падіння, обрушення, обвалення предметів, матеріалів, породи, ґрунту - 22% (2729 осіб);

- дія предметів та деталей, що рухаються, розлітаються, обертаються - 17% (2093 осіб);

- дорожньо-транспортні пригоди - 6% (707 осіб).

Нещасні випадки на виробництві частіше трапляються при використанні:

- автомобілів - 14,3% (404) травмованих осіб;

- гірничошахтного устаткування - 17,9% (505) травмованих осіб від загальної кількості травмованих по Україні;

-деревообробного устаткування - 6 % (168) травмованих осіб.

До теперішнього часу до найбільш травмонебезпечних професій належать:

-гірник очисного забою – травмовано 1343 особи; - прохідник – 891 особа; - гірник підземний – 540 осіб; - електрослюсар підземний – 380 осіб;

-слюсар ремонтник – 280 осіб; - машиніст гірничих виїмкових машин – 222 особи; - гірник з ремонту гірничих виробок – 249 осіб [2].

Якщо протягом останніх п'яти років в Україні намітилась тенденція до зниження виробничого травматизму, то ситуація з професійними захворюваннями залишається нестабільною, а їх рівень високим.

Найбільша кількість професійних захворювань зареєстрована у Донецькій (28,8%), Луганській (26,6%), Дніпропетровській (19,7%) і Львівській (10,5%) областях. Кількість профзахворювань у цих областях складає близько 85,6% від загальної їх кількості по Україні.

Аналіз професійної захворюваності по галузям промисловості свідчить, що найвищий рівень профзахворюваності спостерігається у вугільній, металургійній, та машинобудівній галузях.

Таким чином, домінуючими причинами формування несприятливих умов праці у цих галузях економіки залишаються недосконалі технології, використання застарілого обладнання, машин і механізмів та їх несправність, неефективність та невикористання працюючими засобів захисту, порушення правил охорони праці, режимів праці і відпочинку.

Список літератури: 1. Хохотва О. І. Про стан промислової безпеки та охорони праці // Охорона праці. – 2010. - №12. – С.7-8. 2. <http://www.social.org.ua>. 3. Ященко Ю. П. Вугільна галузь: проблеми та перспективи // Охорона праці. – 2010. - №8. – С.6-11. 4. <http://tribuna.com.ua/news>.

УДК 629.12

В.Д. ГУБЕНКО, канд.техн.наук, доц. ХНАГХ, Харків

В.А.ГОЛЕНДЕР, канд.техн.наук, доц. ГТИ, Харків

Л.А. АРТЕМЬЕВА, соиск. ХНАГХ, Харків

АНАЛИЗ ВОЗМУЩАЮЩИХ ФАКТОРОВ РЕЛЬСОВОГО ПУТИ, ВЛИЯЮЩИХ НА ВИБРАЦИЮ И ШУМ ПРИ ДВИЖЕНИИ ВАГОНОВ МЕТРОПОЛИТЕНА

Досліджуються обурюючі чинники, що впливають на вібрацію і шум при русі вагонів метрополітену, які породжують виникнення вібрацій і шуму при коливаннях механічного устаткування рухливого складу метро.

Исследуются возмущающие факторы, влияющие на вибрацию и шум при движении вагонов метрополитена, которые порождают возникновение вибраций и шума при колебаниях механического оборудования подвижного состава метро.

We investigate the disturbing factors that affect the vibration and noise because of while driving subway trains, which generate the appearance of vibrations and noise vibrations of mechanical equipment of movable subway.

Постановка задачи исследований. Как известно, динамическая система «экипаж-путь» состоит из масс (кузова m_K , тележек m_T , колесных пар m_{KP} , пути m_{Π}), опирающихся на гибкие и демпфирующие элементы с характеристиками, соответственно: $ж_{Ц}$ и $\beta_{Ц}$ – в центральном подвешивании, $Ж_Б$ и $\beta_Б$ – в буксовом, $ж_{\Pi}$ и β_{Π} – в основании пути. Обозначив возможные перемещения соответствующих масс через Z_K , Z_T , $Z_Б$ и Z_{Π} , в соответствии с принципом Даламбера запишем уравнения движения этой системы в виде

$$\begin{aligned} m_K Z_K + \beta_{Ц} (Z_K - Z_T) + ж_{Ц} (Z_K - Z_T) &= 0; \\ m_T Z_T - \beta_{Ц} (Z_K - Z_T) - ж_{Ц} (Z_K - Z_T) + \beta_Б Z_T + Ж_Б Z_T &= \beta_Б Z_Б + Ж_Б Z_Б; \\ m_{KP} Z_Б + \beta_Б (Z_Б - Z_T) + Ж_Б (Z_Б - Z_T) &= m_{\Pi} Z_{\Pi} - \beta_{\Pi} Z_{\Pi} - ж_{\Pi} Z_{\Pi}; \end{aligned} \quad (1)$$

естественно, для безотрывного движения колесных пар: $Z_{\Pi} = Z_Б - \dot{\eta}$.

Анализ системы (1) показывает, что возмущающие силы, вызывающие вертикальные колебания подрессоренных и непрорессоренных масс экипажа, определяются значениями коэффициента затухания β_{Π} и жесткости пути $ж_{\Pi}$, величиной массы пути m_{Π} , участвующей в вертикальной динамике, а также геометрическими неровностями $\dot{\eta}$ поверхностей катания бандажей и рельсов.

Законы изменения сил трения в основании пути, а также факторы, влияющие на их величину, изучены недостаточно. Здесь трение обычно считается вязким. Причем, величина экспериментально определяемого коэффициента вязкого трения β_{Π} изменяется в довольно широких пределах.

От величины жесткости пути и коэффициента затухания зависит приведенная величина массы пути, участвующая в вертикальной динамике. Известный метод Релея определения этой массы основан на гипотезе Винклера о линейности зависимости между нагрузкой и прогибом пути. При этом участвующая в колебаниях масса пути, вычисленная по методу Релея, существенно отличается от экспериментально определенного ее значения.

Одним из факторов, вызывающих вибрации и шумоизлучение вагонов метро, являются геометрические неровности поверхностей катания бандажей и рельсов. Формы и размеры этих неровностей также имеют случайный характер. Таким образом, величины β_{Π} , m_{Π} , $ж_{\Pi}$ и $\dot{\eta}$ случайным образом изменяются по длине рельсового пути, причем их строгие статистические характеристики достаточно трудно определить. Для этого и с целью решения системы (1) необходимо получить данные о траектории $Z_Б(t)$ центра колеса.

Экспериментальное исследование траектории центра колеса. Для регистрации абсолютных перемещений центра колеса использовались сейсмографы, которые предназначены для записи вибраций в диапазоне амплитудных перемещений от 1 до 100 мм в интервале частот от 0,5 гц до 100 гц. Перед испытаниями сейсмографы предварительно тарируются. Экспериментальные записи траектории центра колеса осуществлялись на вагонах метро серии 81-718/714, наиболее распространенных в Харькове. Сейсмоприемники устанавливались на обеих буксах (правой и левой) одной колесной пары или на буксах различных колесных пар соседне. Для регистрации колебаний подпрыгивания кузова сейсмоприемники располагались

под полом в центральной части вагона. Испытания проводились на шпально-бетонных участках с двумя типами рельсового пути: стыковым с рельсами Р-50 длиной 25м и бесстыковым (сварные плети длиной до 400м). Скорость движения изменялась в пределах от 5 до 90 км/ч. Всего на конкретных участках Салтовской линии Харьковского метрополитена было сделано по четыре поездки с одинаковыми скоростными режимами. Анализ полученных результатов показал, что предположение о существовании особенностей вертикальной динамики на отдельных изолированных и стыковых неровностях не подтвердилось. Рельсовые стыки проявляются на записях в виде короткого всплеска колебаний (20-40 гц) с амплитудами 1-2 мм только при скоростях движения, не превышающих 10 км/ч. На высоких скоростях они маскируются другими факторами.

Средние значения скоростей низкочастотного диапазона вертикальных перемещений букс заключены в пределах 0,1-0,3 м/с, а высокочастотного – 0,3-0,6 м/с. Амплитуды перемещений центров колес соседних осей, движущихся по одной рельсовой нити, неодинаковы. Форма неровностей правой и левой рельсовых нитей при скоростях движения экипажа до 20 км/час практически совпадает. Характер записей абсолютных перемещений центров колес и вертикальных колебаний подпрыгивания кузова показывает, что эти колебания можно рассматривать как случайный процесс, для которого среднее значение и средний размах амплитуд практически постоянны. Следовательно, при неизменных условиях движения этот процесс можно считать стационарным. В связи с этим дальнейший анализ статистических характеристик проводился в рамках корреляционной теории стационарных случайных функций.

Статистическая обработка экспериментальных данных. Для определения основных статистических характеристик исследуемых процессов каждая реализация квантовалась по времени. Величина $\Delta t = 0,03\text{с}$ выбиралась согласно теоремы Котельникова с учетом наибольшей ожидаемой частоты $f_b = 16\text{ гц}$ в спектре вертикальных колебаний кузова. Для выбора продолжительности реализации T , достаточной при статистической обработке, была использована полуэмпирическая формула, предложенная В.В. Солодовниковым и обеспечивающая 2%-ую точность при расчете автокорреляционных функций:

$$T \geq 25/\pi f_n, \quad (2)$$

где f_n - низшая частота (гц) выделяемая в процессе.

При этом с учетом частотной характеристики сейсмографа $T \geq 15,9\text{с}$.

Используя программное обеспечение «MathCad» с помощью ПК вычислялись основные статистические характеристики: моменты распределения, корреляционные функции $K(\tau)$, функции спектральной плотности $S(\omega)$, а также осуществлялся подбор закона распределения и для изменений текущих значений координат центра колеса.

Некоторые результаты исследований и выводы. Анализ экспериментальных данных распределений плотности вероятности для текущих значений траектории центра колеса показал, что в качестве подходящего закона при небольших скоростях движения может быть принят нормальный закон распределения. Вычисленные значения асимметрии S_k и эксцесса $E\chi$ невелики. При увеличении скорости величина S_k уменьшается, величина $E\chi$ несколько

увеличивается (отрицательный эксцесс), а характер экспериментальных распределений приближается к бимодальному. Проверка соответствия экспериментальных распределений нормальному закону, выполнявшаяся по неравенству Романовского с использованием критерия согласия χ^2 Пирсона, показала, что в области небольших скоростей движения (до 30 км/ч) соответствие экспериментальных распределений является приемлемым. С увеличением скорости отклонения от нормального закона существенны. Анализ нормированных корреляционных функций $k(\tau)$ показывает, что они являются знакопеременными затухающими. На некоторых графиках корреляционных функций заметны «биения», которые являются следствием присутствия в колебательном процессе вибраций составляющих вагона с близкими парциальными частотами.

С возрастанием τ в составе $k(\tau)$ проявляется регулярная составляющая. С повышением скорости движения амплитуда этой составляющей растет, что, очевидно, вызывает ранее установленное отклонение экспериментальных распределений от нормального закона. Влияние этой составляющей оценивалось с помощью коэффициента регулярности X :

$$X = \sqrt{2 D_p / (D - D_p)}, \quad (3)$$

где $D = K(0)$ – суммарная дисперсия случайного процесса;

D_p – дисперсия регулярной составляющей.

При возрастании скорости движения (более 30 км/ч) величина D_p возрастает, и ее влияние следует учитывать. Если $X \geq 0,7$, то влияние регулярной составляющей незначительно. Для рассматриваемых вагонов метрополитена $X > 0,7$ был получен при $V = 90$ км/ч. На величину регулярной составляющей значительное влияние оказывает конструкция рессорного подвешивания и пути. Так, например, повышение жесткости пути связано с увеличением дисперсии регулярной составляющей.

При интегрировании корреляционных функций было обнаружено наличие в процессе дисперсии постоянной составляющей D_n . Постоянная составляющая процесса характеризует среднее значение перемещения центра колеса от статического нагружения при данной скорости движения, а D_n – размах отклонений величины Z_n из-за неравномерной жесткости пути. Обработка экспериментальных данных показала, что с увеличением скорости движения, а также жесткости пути дисперсия постоянной составляющей уменьшается. При движении вагонов метрополитена со скоростями выше 50 км/ч величиной D_n можно пренебречь. Поскольку корреляционная функция регулярного процесса тоже является регулярной функцией, то результирующий случайный процесс вертикальных колебаний центра колес можно рассматривать как сумму случайной и постоянной составляющих, распределенных нормально, а также регулярной составляющей, распределенной по закону арккосинуса. Таким образом, увеличение дисперсии регулярной составляющей с ростом скорости движения вызывает все более значительное отклонение закона распределения от нормального. При этом, закон распределения результирующего процесса вертикальных колебаний центра колес можно рассматривать как композицию нормального закона распределения и закона распределения арккосинуса.

При небольших скоростях движения влияние регулярной составляющей незначительно и результирующий процесс является нормальным и состоит из суммы случайной и постоянной составляющих. Так как распределение двух случайных величин может быть нормальным, когда оба слагаемых распределены нормально, то, следовательно, постоянная составляющая процесса имеет нормальный закон распределения. Случайная составляющая является стационарной случайной функцией, но не обладает эргодическим свойством, так как корреляционная функция $K(\tau)$ при $\tau \rightarrow \infty$ стремится к дисперсии постоянной составляющей D_n . При скоростях движения свыше 30 км/ч влияние регулярной составляющей становится существенным. В этом случае результирующий процесс уже не будет стационарным, и поэтому анализ каждой составляющей производится отдельно.

Бимодальность экспериментальных распределений свидетельствует о наличии в результирующем процессе нескольких независимых центров рассеяния. Следовательно, регулярная и случайная составляющие независимы и имеют различное происхождение. При этом, корреляционная функция результирующего процесса будет равна сумме корреляционных функций случайной и регулярной составляющих при $D_n \rightarrow 0$.

$$K(\tau) = K_{cl}(\tau) + K_p(\tau). \quad (4)$$

Соответственно дисперсия результирующего процесса будет равна сумме дисперсий случайной и регулярной составляющих.

Выполнением косинус-преобразования Фурье для корреляционной функции $K(\tau)$ вычисляются функции спектральных плотностей $S(\omega)$. Функции $S(\omega)$ имеют максимумы на частотах ω , которые для каждой скорости движения V определяются по формуле:

$$\omega_j = 2\pi V/l_i \quad (5)$$

где l_i соответствует основным геометрическим размерам пути и подвижного состава – длине рельсового звена и расстоянию до соседних колесных пар.

Совместный анализ функций $K(\tau)$ и $S(\omega)$ показал, что частоты максимумов спектральных плотностей, соответствующие базовым размерам экипажа при постоянной скорости движения, являются частотами регулярных составляющих функций $K(\tau)$.

Вычисление моментов функций спектральных плотностей $m_k = \int \omega^k S(\omega) d\omega$ дало возможность оценить некоторые свойства и характер случайных процессов вертикальных колебаний центра колеса. В частности, с помощью найденных значений ширины спектра $\varepsilon = f(m_k)$ удалось установить, что в диапазоне скоростей движения 10—30 км/ч случайные процессы $Z_{\sigma}(t)$ являются узкополосными. При этом основная часть энергии приходится на одну частоту, а $\varepsilon \leq 0,4$. При скоростях движения 5—10 км/ч спектр процесса напоминает спектр «белого шума», $\varepsilon > 0,4$, динамические возмущения отсутствуют и доминируют геометрические неровности пути. Процесс также является широкополосным при $V > 30$ км/ч. Причем с увеличением скорости движения величина ε стремится к своему максимальному значению ($\varepsilon_{\max} = 1$).

В зависимости от ширины спектра находились законы распределения амплитуд. При $\varepsilon \leq 0,4$, соответствующей скоростям движения 10—30 км/ч,

можно считать, что амплитуды результирующего процесса распределены по закону Релея. Закон Райса является общим законом распределения амплитуд при скоростях движения 5-10 км/ч, а также свыше 30 км/ч.

По мере увеличения скорости движения в случайном процессе вертикальных колебаний центра колеса отчетливо проявляется эффект «заваливания частот», являющийся следствием нелинейности характеристик пути и внешне характерный тем, что линия максимума функции спектральной плотности «выбирается из впадины». Существование этого факта свидетельствует о том, что путь является совокупностью осцилляторов с нестабильными частотами, которые, взаимодействуя между собой, концентрируются в пределах основной частоты, «стремясь» образовать один осциллятор.

С увеличением нагрузки на ось происходит перераспределение энергии колебаний по частотам спектра. При этом уровень энергии в области высоких частот возрастает.

Список литературы: 1 Основы охраны труда /А.С.Беликов, А.И.Касьян, С.П.Дмитрюк и др. - Д.: Журфонд, 2007.- 494с.

Поступила в редколлегию 15.05.2011

УДК 378.2

Н.Б. ВОЛНЕНКО, д-р мед. наук, проф., ХНАДУ, Харьков

О.И.БОГАТОВ, канд. техн. наук, доц., ХНАДУ, Харьков

В.Н. ЛИТВИНЕНКО, ст. преп., ХНАДУ, Харьков

В.Г. ПОКОТИЛО, ст. перп., ХНАДУ, Харьков

О НЕКОТОРЫХ НЕРЕШЕННЫХ ВОПРОСАХ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ» В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ УКРАИНЫ

У статті аналізується існуюча система утворення України в області безпеки життєдіяльності і організація її у вищих учбових закладах, обґрунтована необхідність вдосконалення типових учбових програм по дисципліні «Безпека життєдіяльності».

В статье анализируется существующая система образования Украины в области безопасности жизнедеятельности и организация ее в высших учебных заведениях, обоснована необходимость совершенствования типовых учебных программ по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности».

In article existing education system of Ukraine in the area of safety of vital activity and organisation of her in higher educational establishments is analysed, necessity of perfecting of type curriculums on discipline "Safety of vital activity" is justified

Введение. Жизнедеятельность человека индустриальной эпохи обусловила появление небывалых ранее глобальных проблем. Научно-технический прогресс не только способствовал повышению производительности труда, росту благосостояния общества, но и привел к появлению большого количества новых угроз для отдельного человека и для цивилизации в целом. Ситуация на планете

изменяется все стремительнее. Если первые «волны цивилизации» занимали тысячелетия (аграрная) и столетия (индустриальная), то временные характеристики «третьей волны» определяются десятилетиями, т.е. периодом жизни двух-трех поколений людей. Вопреки распространенному мнению о том, что техническая цивилизация сделала человека более защищенным, человечество остается весьма уязвимым для стихийных бедствий, закономерности развития техносферы мало изучены и почти непредсказуемы, социально-экономическая поляризация усиливает природные и техногенные угрозы. Эти проблемы связаны с угрозами экологической катастрофы, демографического взрыва и техногенной деградации природной среды, а также применения оружия массового поражения в междоусобной борьбе народов за ресурсы и выживание в условиях достижения цивилизацией «пределов роста».

Постановка проблемы. По определению: «Безопасность — обусловленная законодательными и практическими мерами защищенность жизненно важных интересов личности, общества и государства, имущества и окружающей среды от внешних и внутренних опасностей и угроз, способных погубить их, нанести неприемлемый (недопустимый) ущерб» [1]. Анализ истории и проблем развития человека свидетельствует о том, что потребности и мотивы обеспечения его безопасности относятся к числу основных. Стремление к безопасности обусловило объединение наших предков в сообщества, предопределило формирование силовых структур (армии, полиции, служб охраны), привело к созданию многих международных организаций, в т.ч. ООН и Совета Безопасности. Безопасность жизнедеятельности, представляет серьезную проблему современности и привлекает для ее решения достижения современной науки. Введенная в широкий научный оборот международной организацией «Программа развития ООН – ПРООН» (United Nations Development Programm) Концепция человеческого развития определяет человеческую безопасность как возможность использовать право выбора в условиях свободы и защищенности, а также полной уверенности в том, что эти возможности сохранятся и завтра [2].

Проблема безопасности жизнедеятельности приобретает свою значимость в процессе развития общественно-экономических отношений и формирования ряда направлений по совершенствованию человека как общественного индивида и гармоничной здоровой личности, обусловленного активизацией социально-адаптивной функции по удовлетворению потребностей социума [3]. Решение проблем безопасности жизнедеятельности человека и общества требует активной позиции молодежи, развития гражданского самосознания, готовности к добровольному ограничению некоторых индивидуальных прав и свобод во имя общей безопасности.

Цель статьи. Целью публикации является анализ системы образования в области безопасности жизнедеятельности в ВУЗах Украины и разработка рекомендаций по ее совершенствованию.

Анализ публикаций. Государственная политика в области образования основывается на приоритете общечеловеческих ценностей, жизни и здоровья человека. Так, статья 3 Конституции Украины гласит: «Человек, его жизнь и здоровье, честь и достоинство, неприкосновенность и безопасность признаются в Украине наивысшей социальной ценностью» [4]. Образование — одно из наиболее действенных средств

управления мировоззрением и менталитетом человека и общества — постепенно переключается на подготовку человека ноосферной формации.

Анализируя возможности существующего сейчас образования в области безопасности жизнедеятельности и сопоставляя их с реальной организацией педагогического процесса в образовательных учреждениях, можно сделать вывод, что научные исследования в области безопасности жизнедеятельности не находят должной реализации в практике [5]. Фрагментарное включение вопросов безопасности в образовательный курс не имеет системного характера и не позволяет в полной мере использовать потенциал учебного процесса. В настоящее время направленность общего образования отстает от требований времени и национальной безопасности в постиндустриальной эпохе.

Придание приоритетности интересам человека при рассмотрении проблем безопасности нашло свое отражение в содержании образования. Дисциплина “Безопасность жизнедеятельности” прочно утвердилась в учебных планах практически всех специальностей. Разработаны программа курса (1995; 1998) и Концепция образования по направлению “Безопасность жизни и деятельности человека” (2001). Ежегодно выходят в свет новые учебные пособия, отражающие накопленный опыт преподавания этой дисциплины. В то же время, по-прежнему не утихают споры вокруг её места и роли в учебном процессе. В условиях отсутствия систематических научных исследований по безопасности жизнедеятельности каждый трактует дисциплину “в своем понимании и в отрыве от остальных проблем” [6]; не достигнуто согласие относительно базовых понятий, в том числе таких, как опасность/безопасность, жизнедеятельность [7]; действующая учебная программа по безопасности жизнедеятельности (БЖД) в значительной степени дублирует отдельные разделы таких учебных дисциплин, как “Охрана труда”, “Основы экологии”, “Гражданская оборона”, “Валеология”, “Основы медицинских знаний” [8], постоянно предпринимаются попытки насытить курс БЖД подробными характеристиками конкретных опасностей, “растворяют” его предметное содержание в смежных дисциплинах, в результате чего практически исчезает собственный предмет исследований.

Основной материал. Наука о безопасности жизнедеятельности исследует мир опасностей, действующих в среде обитания человека, разрабатывает системы и методы защиты человека от них. При этом она выработала определенную систему собственных понятий, концепций, теоретических положений, аксиом, методов исследования, учитывающих существенные особенности действительности.

Реализация целей и задач безопасности жизнедеятельности предполагает:

- анализ источников и причин возникновения опасностей, прогнозирование и оценка их воздействия в пространстве и во времени;
- определение и описание опасностей;
- разработку эффективных систем и методов выявления опасностей и защиты от них;
- формирование требований по безопасности деятельности к операторам различных систем и населению;

- организацию систем мониторинга и контроля опасностей и управления состоянием безопасности техносферы;
- разработку и реализацию мер по ликвидации последствий проявления опасностей;
- организацию обучения населения основам безопасности и подготовку специалистов по безопасности жизнедеятельности.

Образование и воспитание в сфере безопасности жизнедеятельности человека направлено на получение фундаментальных знаний, умений и навыков, формирование взглядов и поведения, с целью предотвращения возникновения угроз жизни и здоровью людей. Решение этих вопросов должно обеспечить формирование адекватного мышления и целостной системы знаний, необходимых для принятия обоснованных решений, на уровне отдельной личности, семьи, предприятий, отрасли, общества и т.д. [9]. Одним из главных аргументов в защите вопросов образования по безопасности жизнедеятельности человека является реализация концепции устойчивого развития в мире. Изучение дисциплин, связанных с безопасностью человека, должно проводиться комплексно, начиная с дошкольных образовательных учреждений. Следующим этапом становится подготовка учащихся общеобразовательных школ, учащихся сферы начального профессионального образования (включает вопросы основ безопасности жизнедеятельности и основ здоровья), и далее в пределах высшего образования, где должно разделить между собой дисциплины „Безопасность жизнедеятельности” „Охрану труда” и „Гражданскую защиту”. Непрерывное образование подразумевает такое образование в области безопасности, при котором человек получает систематическую информацию в течение всей своей жизни и профессиональной деятельности, необходимую для безопасности личности, общества и государства. Роль образования состоит в том, чтобы подготовить слушателей (учащихся, студентов) не только к выживанию в условиях нарастающих техногенных опасностей, но и к освоению новой культуры безопасного поведения, основанной на ресурсо– и здоровьесберегающих технологиях, бережном отношении к окружающей среде. То есть определяющим условием в формировании содержания учебных программ для дисциплин, связанных с безопасностью человека, разного уровня, есть обеспечение принципа "образование в течение всей жизни". Это один из основных принципов прогрессивного образования, соблюдение которого является обязательным для специалистов по вопросам безопасности человека.

Особенно важной чертой «Безопасности жизнедеятельности» как учебной дисциплины является её междисциплинарный характер, своеобразная «синхронизация» естественнонаучного, инженерно-технического, психологического и социокультурного подходов. Безопасность жизнедеятельности объединяет такие составляющие, как безопасность труда, экологическая безопасность и защита в чрезвычайных ситуациях, опирается на достижения профилактической медицины, биологии, основывается на законах и подзаконных актах. Ее составляющие имеют единую методологическую и научную основу, а именно: исследование и превентивный анализ опасности, прогнозирование, предупреждение и защита от опасности. Черпая информацию,

методы, подходы, знания из всех областей научных знаний, «Безопасность жизнедеятельности» находится на стыке многих наук, имея явную практическую направленность. Образование в области безопасности жизнедеятельности — процесс и результат приобретения систематизированных знаний, умений и навыков; должен осуществляться, в основном, в учреждениях высшего профессионального образования. Вузовский курс «Безопасность жизнедеятельности» - это принципиально и качественно новая учебная дисциплина, включающая в себя общие положения, относящиеся к обширному классу конкретных дисциплин, изучающих вопросы безопасности человека в конкретных условиях деятельности. Безопасность жизнедеятельности не отменяет и не заменяет другие науки. Нельзя рассматривать дисциплину «Безопасность жизнедеятельности» как аналог дисциплины «Гражданская защита». Это отмечено в ряде российских изданий, утверждающих, что «Безопасность жизнедеятельности» сменила «в свое время «Гражданскую оборону», но так и не заняла должного места в учебных планах высших учебных заведений страны» [10]

Совершенствование процесса обучения в сфере безопасности жизнедеятельности требует контроля процесса усвоения учебного материала. Необходимо повысить требования к качеству подготовки студентов к действиям в экстремальной обстановке, сложившейся в результате внезапных аварий, катастроф, стихийных и иных бедствий, выработки навыков планирования и осуществления мероприятий по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера, усвоения правил техники безопасности, индивидуальной и коллективной защиты. Следует обратить внимание на теоретическое и практическое обучение студентов оказанию первой медицинской помощи пострадавшим, особое место в программе обучения студентов должно уделяться вопросам профилактики социальных заболеваний, проблеме влияния на организм человека табакокурения, употребления алкоголя и наркотических веществ. При этом преподавание «Безопасности жизнедеятельности» должно проводиться на современном научно-техническом уровне, чтобы сформировать у студента комплексное видение современной ситуации, обусловившей взгляд на обеспечение безопасности как на глобальную проблему цивилизации.

При сравнении государственных стандартов для различных направлений подготовки специалистов наблюдается существенное отличие по объему часов, отводимых на дисциплину, и по формулировкам тех или иных разделов. Нам представляется, что в рабочих программах курса «Безопасности жизнедеятельности», разрабатываемых образовательными учреждениями, будет полезно рассматривать отдельные темы и разделы более детально, с учетом специфики местных условий и региональных особенностей, однако при этом не следует допускать изменения перечня и основного содержания разделов, подразделов, тематики и, тем более, сокращения учебных часов.

Знания безопасности жизнедеятельности важны также и для педагогов всех специальностей, которые готовят кадры для нужд промышленного производства. Обучение в вузах целесообразно вести на основе дисциплины «Безопасность

жизнедеятельности» с изучением отдельных вопросов безопасности труда на курсах по специальности или специализации.

Выводы. Таким образом, дисциплина, формирующая у специалиста общее представление об опасностях техносферы и мерах защиты от них, является очень важной, и в вузах формированию учебно-методической и материально-технической базы дисциплины должно уделяться серьезное внимание. Решение проблем безопасности жизнедеятельности требует массового изучения и освоения культуры безопасного поведения и воспитания, охватывающей все ступени образования – от дошкольного воспитания до системы повышения квалификации и переподготовки кадров. Необходимо преодолеть смысловой разрыв, который все еще существует между естественнонаучными и общетехническими дисциплинами, с одной стороны, и социально-гуманитарным знанием, с другой, необходим «мост», узел связи между ними, что вполне по силам дисциплине «Безопасность жизнедеятельности».

Список литературы: 1. Петров С.В., Макашев В.А. Опасные ситуации техногенного характера и защита от них. Учебное пособие. 2. Биктимирова З.З. Безопасность в концепции развития человека. // Общественные науки и современность. – 2002. – № 6. – С. 135 – 143. 3. Хадзегова С.Б. Проблемы преподавания безопасности жизнедеятельности в высшей школе // Фундаментальные исследования. – 2008. – № 2 – С. 89-90. 4. Конституция Украины//Ведомости Верховной Рады Украины (ВВР Украины), 1996, № 30, ст. 141. 5. Репин Ю.В. Гуманистическая концепция курса "Основы безопасности жизнедеятельности" : Дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 Екатеринбург, 2002 145 с. РГБ ОД, 61:02-13/1937-0. 6. Жовниренко Л.П. Интегративный характер ОБЖД обязывает. // Безпека життя і діяльності людини – освіта, наука, практика. Матеріали II науково-методичної конференції. Київ, 2003. – с. 68 – 70. 7. Заплатинський В.М. Небезпека – базовий термін безпеки життєдіяльності // Безпека життя і діяльності людини – освіта, наука, практика. Матеріали II науково-методичної конференції. Київ, 2003. – с.110 – 113. 8. Желибо Е.П., Чмырь А.И. «Безопасность жизнедеятельности» как учебная дисциплина. // Безпека життя і діяльності людини – освіта, наука, практика. Матеріали II науково-методичної конференції. Київ, 2003. – с. 56 – 58. 9. Запор ожець О.І., Михайлюк В.О. Перше засідання науково-методичної комісії з цивільної безпеки. Освіта та виховання у сфері БЖДЛ потребують концептуальних змін. // Безпека життєдіяльності.- 2007, №12.- стор.7-11. 10. Линченко С.Н., Грушко Г.В., Горина И.И. Современные проблемы преподавания безопасности жизнедеятельности в свете реализации образовательных реформ // Фундаментальные исследования. – 2007. – № 9 – С. 106-108.

Поступила в редколлегию 04.05.2011 г.

УДК 378.141

Н.Є. ТВЕРДОХЛЄБОВА, ас. НТУ «ХП», Харків
О.В. БОРДЗИЛОВСЬКИЙ, ас. НТУ «ХП», Харків

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ЄДИНОЇ СИСТЕМИ НАВЧАННЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ

У статті розглянуто особливості професійної орієнтації старшокласників у сучасних економічних умовах і труднощі, з якими вони зустрічаються при працевлаштуванні. Автори представили досвід реорганізації сфери вищої освіти розвинутих країн. Зроблені висновки та внесені пропозиції щодо збалансування потреб виробництва у професійних кадрах і номенклатури професій, за якими випускаються фахівці з вищою освітою.

В статье рассмотрены особенности профессиональной ориентации старшеклассников в современных экономических условиях и трудности, с которыми они встречаются при трудоустройстве. Авторы представили опыт реорганизации сферы высшего образования развитых стран. Сделанные выводы и внесенные предложения относительно збалансування потребностей производства в профессиональных кадрах и номенклатуры профессий, за которыми выпускаются специалисты с высшим образованием.

The vocational orientation of school graduates at the modern economic conditions and the difficulties in finding a job are considered in the article. The authors present the experience of restructuring higher education in developed countries. The conclusions and suggestions are formulated for balancing the needs of production professionals and range of profession for which specialists are available to higher education.

Перша і найбільш значуща проблема для вищої технічної школи - це створення єдиного інформаційного та освітнього простору з питань безпеки виробництва. Його ефективність і спрямованість визначають перспективи розвитку економіки України. Головним фактором конкурентоспроможності, економічного зростання, а також ефективності виробництва сьогодні як ніколи є наявність колективу професіоналів, рівень підготовки яких дає можливість ефективно вирішувати виробничі завдання.

Постановка проблеми

Між системою освіти і сучасним ринком праці в Україні існує ціла низка протиріч між:

- кількістю випускників так званих «популярних» спеціальностей і реальною потребою в них економіки;
- кількістю студентів-випускників вищих навчальних закладів і масовими звільненнями в умовах кризи;
- зростанням вимог ринку праці у висококваліфікованих фахівцях, що мають професійну підготовку з питань охорони праці і можливостями університетів надати якісні знання.

У сучасних умовах розвитку економіки студенти України все менше пов'язують своє навчання зі своєю реальною конкурентоспроможністю на ринку праці. Наявність вищої освіти для багатьох є ознакою соціальної норми.

Метою статті є дослідження сучасного стану освітніх послуг в Україні з питань охорони праці, досвіду реорганізації сфери вищої освіти розвинутих країн.

Виклад основного матеріалу

Кожні п'ять років структура ринку праці змінюється. Абітурієнти, які обирають навчальний заклад для подальшого навчання, орієнтуються на стан економіки, технологій, виробництва, науки на момент вступу. Але слід зазначити, що 4-5 років ситуація на ринку праці не завжди відповідає їх планам на працевлаштування. Молоді спеціалісти з їх знаннями можуть залишитися непридатними до сучасних вимог виробництва. Нажаль, навчальний заклад обирається абітурієнтом за ідеальною уявою про майбутню професію, а не за аналізом реальної ситуації на ринку працевлаштування. Омаль інформації про ринок праці не дозволяє молоді правильно зорієнтуватися з урахуванням

довгострокової перспективи. На формування професійної орієнтації школярів особливо впливають наступні фактори:

- престиж професії для суспільної свідомості,
- статус професії у системі соціальної стратифікації;
- рівень матеріальної забезпеченості після працевлаштування.

Такий важливий фактор як рівень необхідності відповідних спеціалістів, обумовлений реальною потребою економіки України, зовсім не враховується. Найбільша кількість абітурієнтів прагне вступити на економічні, юридичні факультети або навчальні заклади. У цей же час інженерно-технічні спеціальності не приваблюють молодь, а саме фахівців цього профілю потребують сучасні підприємства, тому що середній вік спеціалістів, що працюють, перевищує 56-62 роки.

Треба наголосити на те, що підготовка фахівців з питань охорони праці не проводиться на належному рівні. Кількість академічних годин, що відведені на вивчення таких дисциплін, як «Охорона праці», «Охорона праці в галузі», «Безпека життєдіяльності», катастрофічно мала – це відповідно по 28, 16, 16 годин на семестр. Тому і ставлення студентів до вивчення питань з охорони праці, м'яко кажучи, прохолодне. В результаті відсутності виробничого персоналу керівники підприємств приймають «недовчених» молодих спеціалістів і навчають їх у процесі праці.

Проблема процесів підготовки спеціалістів повинна регулюватися взаємодією ВНЗів і підприємств.

Державні навчальні заклади більш орієнтуються на задоволення потреб населення в освіті, ніж на задоволення потреб у фахівцях економіки України. Таким чином, ринок праці провокує постійне уточнення структури, спрямованості освітніх послуг.

Вища освіта України повинна займатися фінансовим самозабезпеченням, результатом чого є швидке зростання студентів контрактної форми навчання. Зростання кількості студентів являє собою характерну особливість періодів економічного занепаду, коли державні

установи сприяють збільшенню кількості студентів в умовах загрози безробіття [1].

Але збільшення кількості державних ВНЗів і кількості студентів призводить до збільшення фінансового навантаження на самі ВНЗи. Запит на освіту, особливо вищу освіту, в Україні збільшується, з кожним роком зростає кількість студентів, що від'їжджають за кордон з метою її отримання. Українські ВНЗи надають своїм випускникам непогану теоретичну підготовку, але повністю відсутні професійні вміння і навички. Сучасна система освіти зберігає тенденцію працювати за прийнятним десятиліття тому зразку: зміст начальних курсів являє собою спрощені копії застарілих економічних, соціальних, технічних концепцій. У результаті без праці залишаються 70% випускників. Основним завданням є якісний перехід з рівня інформаційності під час викладання курсу на рівень управління самонавчанням, співпраці зі студентами при з'ясуванні професійно-навчальних завдань.

Для кваліфікованого виконання професійної діяльності сучасній людині недостатньо закінчити відповідний вищий навчальний заклад. Проблема безперервної освіти, а тому спадкоємності різних систем і ступенів освіти, вже перейшла з площини теоретичного з'ясування у практичну площину: як людині на протязі всього життя отримати вільний доступ до навчання, надбання або зміни професії, підвищення кваліфікації. Люди все більш активно використовують можливість навчатися, як у молодому віці, так і на протязі всього життя, регулярно підвищувати свою кваліфікацію.

Таким чином, однією з основних проблем системи вищої освіти є слабкий зв'язок з ринком праці, дуже мала координація дій між центральними і місцевими органами влади, службами зайнятості, роботодавцями і вищими навчальними закладами. Одержати вищу освіту прагне все більша кількість молоді, але замість зростання інтелекту нації, спостерігається девальвація диплому про вищу освіту. Ситуація ускладнюється невідповідністю якості запропонованих підприємцями робочих місць прагненням випускників. Не діє система працевлаштування молодих спеціалістів, що відібрало у молоді значну ступінь соціального захисту.

В Україні склалися умови для реорганізації вищої освіти, враховуючи світових досвід.

Визначимо кілька напрямків, що дозволили деяким країнам зробити якісний ривок в освіті:

- *Створення університетів-лідерів.* Офіційна стратегія китайських і турецьких реформ в освіті - відбір і підтримка основних вищих навчальних закладів.

До складу університетів входять коледжі та інститути за відповідним фахом. Такі об'єднання отримали організаційну і фінансову підтримку. Прикладом може стати Стамбульський університет.

- *Створення науково-дослідних університетів.* Великим недоліком вищої школи є розподіл наукових досліджень і викладання, захист наукового ступеня заради кар'єри. У подальшій праці такі викладачі не тільки не використовують набуту кваліфікацію, а й поступово втрачають будь-який інтерес до підвищення своєї кваліфікації. А тому студенти не мають можливості отримати знання і вміння від викладачів, які продовжують свою дослідницьку практику.

- *Здобуття авторитетного рейтингу.* Сучасні батьки абітурієнтів не можуть об'єктивно оцінювати якість програм навчання, його зміст, тому що спираються на сприйняття рівня навчання двадцятирічної давності. Необхідні регулярні рейтинги не тільки загального рівня навчання в університеті, а й окремих курсів, їх змісту, форм навчання. У світі найбільшим авторитетом користується рейтинг кращих університетів світу Шанхайського університету, які проводяться кожного року.

Критерії оцінки рейтингів наступні:

- кількість іноземних студентів і викладачів;
- рівень інформаційно-бібліотечного фонду;
- цитування у відомих світових журналах;
- зв'язок з підприємствами;
- гнучкість змісту і форм навчання.

- *Міжнародна співпраця.* Участь у міжнародних програмах сприяє інтернаціоналізації університетів і підвищення якості навчання. Європейські проекти передбачають інтенсивний обмін досвідом і кадрами. Наприклад, у Китаї є державний орган, який фінансує навчання талановитої молоді за кордоном. В НТУ «ХПІ» також існує кілька невеликих програм з обміну студентами з питань безпеки виробництва, але повністю відсутні такі програми.

- *Підтримка освіти у провінції.* Наприклад, у Великобританії створено Відкритий університет, головна мета якого - підняти рівень освіти у важкодоступних регіонах. У НТУ «ХПІ» також створено кілька філіалів у районних центрах Харківської області, а також використовується дистанційна форма навчання. Викладачі кафедри «Охорона праці та навколишнього середовища» НТУ «ХПІ» приймають активну участь у підготовці спеціалістів для області за допомогою дистанційної форми навчання.

- *Зміна принципу фінансування вищих навчальних закладів.* У світовій практиці найбільш прогресивними і ефективними визнані подушні схеми: заклад отримує суму, яка залежить від кількості студентів, а не фіксований бюджет. А тому популярні навчальні заклади отримують пропорційно своїм досягненням кошти, які витрачають на підвищення якості навчання.

- *Створення служб фінансової підтримки.* В Туреччині фінансування дослідницьких робіт проводять кілька державних закладів: Фонд розвитку технологій, Наукова дослідницька рада. В Україні конче необхідна подібна підтримка в умовах повної відсутності зв'язку між університетами і виробництвом.

- *Масове впровадження державних програм освітніх кредитів.* Добра освіта дорого коштує, але дуже часто талановита людина, що не має можливості оплатити навчання, не повинна залишитися осторонь освіти. Для таких юнаків необхідно створити державні і приватні програми з кредитування і надання субсидій студентам. Студенти, які отримали кредити, будуть дуже прискіпливі до якості навчання, тільки професійні знання дозволять їм знайти роботу, яка добре оплачується, що надасть можливість повернути кошти.

Висновки і пропозиції

За даними центрів зайнятості в Україні спостерігається збільшення кількості безробітних, які мають вищу освіту, а молодь складає саму численну групу безробітних, 37% від кількості зареєстрованих безробітних [2].

Недостатня якість наданих освітніх послуг з урахуванням фінансової підтримки в освітній сектор потребує зміни підходів з боку держави. Вирішення проблеми може полягати в необхідності збалансування потреби виробництва у професійних кадрах і номенклатури професій, за якими випускаються фахівці з вищою освітою. Необхідно створити заклад, який би інформував навчальні заклади про працевлаштування випускників, а також проводив моніторинг, дослідження статистики з потреб кадрів на виробництвах будь-якої галузі. У свою чергу університети повинні розробляти і впроваджувати ефективні методики навчання для швидкої адаптації молодого спеціаліста до реальних умов виробництва.

Список літератури: 1. Кузнецова О. Современные тенденции по подготовке и обеспечению работой специалистов с высшим образованием /Україна: аспекти праці.-2001.-№4. 2. Селиванова О. Занятость молодежи – стратегическая проблема //Человек и труд.-2003.-№3
Поступила в редколлегию 21.05.2011

УДК 332.334.4:711.58

В.І. Д'ЯКОНОВ., канд.техн.наук, доц, ХНТУСГ, Харків
В.П.БОГОМОЛОВА., ст.вик. , ХНТУСГ, Харків
О.В. ДЬЯКОНОВ., інж., ХНТУСГ, Харків
Л.П. ПРИСЯЖНА , канд.техн.наук, доц., ХНТУСГ, Харків
Є.С. КРАМАРЕНКО , студ., ХНТУСГ, Харків

ЩОДО СТРАТЕГІЇ РЕАГУВАННЯ НА ЗМІНИ КЛІМАТУ ЛІСОГОСПОДАРСЬКОГО КОМПЛЕКСУ ХАРКІВЩИНИ

Розглянуто роль лісових насаджень на Харківщині, як найважливішого чинника в покращенні якості води, збалансованого харчування населення регіону та в зменшенні концентрації парникових газів у атмосфері.

Рассмотрена роль лесных насаждений на Харьковщине, как важнейшего фактора в улучшении качества воды, сбалансированного питания населения региона, и в уменьшении концентрации парниковых газов в атмосфере.

The role of forest plantations in the Kharkov region, as the most important factor in improving water quality, balanced nutrition in the region and reducing greenhouse gas concentrations in the atmosphere.

У міжнародних документах та наукових статтях постійно розглядається питання зміни клімату на земній кулі через викиди парникових газів у атмосферу. На Україну припадає до 2% світових викидів, серед них CO_2 становить 76%.

У кінці 1984 року телеграфне агенство ТААС СРСР зробило повідомлення про те, що різкі зміни погоди дійсно є показниками того, що клімат змінюється. В 2000 році середня температура в світі виросла на 0,42%.

У січні 2004 року американська консультативна комісія Goba Business Network («GBN») яка офіційно обслуговує конгрес США, оприлюднила зміни на 30 роки XXI сторіччя, в яких вказується, що температура землі підвищиться на 2-2,5 градуса Цельсія.

Метою роботи є створення ефективних заходів для обмеження викидів CO_2 у атмосферу.

У грудні 2005 року представники Всесвітньої метрологічної організації заявили про те, що тенденція до потепління на планеті підтверджується.

Протягом десятирічного періоду 1999-2009 року більш як 90% людей з тих, що стали жертвами природних небезпек, загинули в результаті суворих метеорологічних і гідрологічних явищ.

Так в 2003р в Європі від страшної спеки загинуло 35 тис. людей. Висока температура при тривалій низькій відносній вологості повітря і суховійних явищах, призвели у 2007 році до посухи в центральних і південних регіонах на

площі майже в 10 млн.га, загинули озимі та ярові культури на площі біля 1,1 млн. гектарів.

Зараз в Україні створена відносно сучасна гідрометеорологічна мережа і протягом року на базі інформації з мережі складається та надається споживачам більше ніж 300тис. авіаметеорологічних, біля 40тис. метеорологічних, 10 тис. гідрологічних, одна тисяча агрометеорологічних прогнозів, до 800 попереджень тощо. Середня справджуваність метеорологічних прогнозів загального користування становить 91%. Ці дані показують про те, що температура з кожним роком збільшується і це явище називають глобальним потеплінням.

Глобальне потепління пов'язують з температурою. Більшість дослідників схиляються до думки, що головною причиною, яка впливає на глобальне потепління є парниковий ефект. На наш погляд, суттєвими стають наступні фактори:

- концентрація парникових газів атмосфери;
- концентрація тропосферних аерозолей;
- вулканічна активність;
- аперіодичні коливання в системі атмосфери – океан;
- параметри орбіти.

До основних парникових газів в атмосфері Землі відносять водяну пару (H_2O), діоксин вуглецю (CO_2), сполуки азоту (N_2O), метан (CH_4), озон (O_3).

При спалюванні палива до атмосфери надходить вуглекислий газ, концентрація якого невинно підвищується. Додатково до атмосфери надходять гексофторид сірки, перфторвуглеці, гідрофторвуглець та інші. Оскільки ці газові домішки атмосфери майже прозорі для короткохвильової сонячної радіації, але затримують частку двоххвильового теплового випромінювання планети. Вони є фактором, який створює так званий «парниковий ефект», що суттєво підвищує температуру нижнього шару атмосфери, тобто призводить до розвитку глобального потепління. З одного боку природний парниковий ефект підвищує середню температуру планети, пом'якшує різницю між денною та нічною температурами. Без парникового ефекту температура біля поверхні землі не перевищувала $18^{\circ}C$. Тобто він є необхідним за умов існування життя на Землі. Вуглекислий газ (CO_2) найбільш впливає на клімат. Вміст інших газів, хоч і малий, але він зростає і інтенсивніше затримує випромінювання земної поверхні (метан – на порядок, оксид – на два порядки), порівняно з вуглекислим газом.

У зв'язку з потеплінням, клімату України загрожує процес опустелювання. Як відомо, на території Колумбії виникла перша в Європі рукотворна барханна пустеля площею 50 тисяч км. У Херсонській області виникла друга барханна пустеля на площі вигорілого лісу, де замість прийняття екстрених заходів по її залісненню, пропонують організовувати туристичні маршрути.

Дослідження показують, що одним із шляхів скорочення концентрації вуглекислого газу в атмосфері, поряд із переходом на енергетичні технології, не пов'язані з викидами парникових газів є збереження і збільшення площі лісів.

Концепцією розвитку лісового господарства України на період до 2015 року передбачено у найближчі 10 років збільшити площу лісів України на 1 млн.га. Це вимагає наукового обґрунтування показників формування оптимальної лісистості

за регіонами країни на основі комплексного вивчення всіх чинників, які впливають на її формування.

В Укр.НДІЛГА здійснено комплексні дослідження, присвячені розрахунку нормативів оптимальної лісистості для території України. Лісистість території визначили як співвідношення вкритої лісовою рослинністю земель до її загальної площі, виражене у відсотках, а оптимальна лісистість-як частку мінімально необхідної площі лісів, за якої задовольнятимуться потреби народного господарства й населення в матеріальній продукції лісу, його захисних функціях і властивостях.

За значеннями лісистості на окремих ключових ділянках(Укр.НДІЛГА) було визначено середню лісистість геоморфологічних районів з урахуванням загальної фактичної лісистості.

Харківська область-одна із самих теплих в Україні. Сама складна ситуація була в Купянську-там температура сягала 45С і більше.

Після обстеження лісів Харківщини з'ясувалося, що лісистість її території становить лише 12,1%, а науково обґрунтована – 30%(для ЄС), тому додатково необхідно створити ще 400 тис. га нових насаджень. Оскільки територія області розташована в зонах лісостепу і степу, то лісистість степових районів дуже низька. Так, у Лозівському, Барвінківському, Ізюмському, Близнюківському, Борівському, Сахновщанському, Зачепилівському та Кигичівському районах вона всього досягає 0,5-3,0%. Слід відмітити, що об'єми лісопосадок на терені області зростають із року в рік.

Розглядаючи питання про лісистість Харківщини, необхідно їх пов'язувати з екологічним та здоровим станом людей.

У теперішніх умовах здоров'я людини залежить, в основному, від якості води на 80% та чистих екологічно збалансованих продуктів харчування. Із вуглеводів до цих продуктів відноситься мед, утворений із нектару зібраного із природних фітоценозів лісопокритих площ, сінокосів, пасовищ і заплав річок та водоймищ.

Створення лісових насаджень на еродованих площах Слобожанщини буде сприяти зменшенню забруднення води відкритих водоймищ, збільшенню заготівлі якісної медо- і фітолікарської продукції.

Несприятливі екологічні проблеми в більшості районів нашої області зменшують кормову базу для бджіл. Вирішувати цю проблему відведенням орних площ під посіви медоносних рослин економічно невигідно. А приклади поліпшення медофлори в різних країнах є. Так, в Угорщині акацію білу висаджували малими ділянками по всій території країни, що зробило її експортером якісного меду зі світовим ім'ям. Відомо, що з одного дерева білої акації можна зібрати 6-8 кг нектару, за продуктивністю нектаровиділення 7-8 її дерев дорівнюють одному гектару гречки.

Щоб збагатити джерела нектару при створенні нових лісів потрібно більше уваги приділити введенню в насадження таких видів дерев як: липа дрібнолиста, клен польовий і гостролистий і акація біла, а понад річками доцільно вирощувати вербу білу. Відомо, що в умовах Харківщини з одного дерева липи можна мати до 10 кг нектару, з клену гостролистого - до 8кг, з верби – до 7кг.

Крім того, в таких посушливих районах як Шевченківський, Великобурлуцький, Борівський, Куп'янський, Двурічанський необхідно збільшити полезахисну лісистість до 3% за рахунок створення прибалкових і прияружних лісосмуг з акації білої і таких чагарників як: шипшина, глід, жовта акація, бирючина та інші.

При створенні полезахисних лісосмуг в якості супутніх порід до дубу черешчатого слід додавати такі медоносні породи як: клен гостролистий, липа дрібнолиста, клен польовий, груша, яблуня, горобина та інші.

Розглядаючи питання поліпшення медофлори в лісах Харківської області слід звернути увагу на еродовані землі, які в майбутньому повинні бути заліснені та засіяні багаторічними травами. Так, середня і сильна ступінь еродованості пасовищ і сінокосів становить для Куп'янського району – 42,2% від с.-г. угідь, Двурічанського – 45%, Борівського – 43%, для Ізюмського – 62%, а в цілому по області – 50%. Тому на схиліх землях балок доцільно фрагментарно (куртинами, біогрупами) створювати насадження із акації білої і чагарникових медоносів – бирючини, шипшини, глоду, абрикоси, аличі, ірги, войлочної вишні та інших порід.

Значні площі земель не доцільно використовувати в сільському господарстві через еколого-економічні причини. Тому лісова галузь Харківщини може отримати істотні переваги по лісистості. Але слід сказати, що сильного потепління цей регіон потерпає через брак вологи. Лісові фітоценози за період свого життя нагромаджують вуглець у вигляді фіто маси. Вважають, що за рахунок удосконалення лісо вирощування та оптимізації вікової структури насаджень можна сконцентрувати вуглець атмосфери у фітомасі.

Висновки. Факт зміни кліматичних умов в Україні у бік потепління є доведеним. Наведені дані по Харківщині свідчать, що лісорозведення є одним із головних напрямків боротьби зі змінами клімату. Заліснення деградованих земель Харківщини завжди необхідно пов'язувати з екологічним здоровим станом населення.

Список літератури: 1 Астанин Л.П. Охрана природы / Л.П. Астанин, К.Н. Благосклонов. –М.: Колос, 1978- С.22-24. 2 Букиша І. Роль лісового господарства у зменшенні ризику глобальних змін клімату/ В.Пастернак, В. Корнієнко //Лісовий і мисливський журнал-2002.-№1- С.28-29. 3 Гаташ В. На порозі кліматичної катастрофи?/ В.Гаташ //Джерело тижня-2002 №1-С.28-29. 4 Дюканов В. Супер бізнес,торгівля повітрям. Зміна клімату та міжнародний процес/ В.Дюканов, В.Дунаєв //Джерело тижня-2007-№36. 5 Крамер П. Физиология древесных растений/П.Крамер, Т.Козловский // М.: Гослесбумиздат, 1963-626 с. 6 Лавриненко Л.Д. Наукові основи підвищення продуктивності лісів Полісся/Л.Д. Лавриненко-К.: Вид-во УАСГН. 1960-196 с. 7 Н.П. Анучин. Лес в современном мире/ В.Т. Атрохин, Т.И. Воробьев. Н.А. Моисеев.: М.: Лесн.пром-сть. 1978-400 с. 8 Лакида П.И. Динамика запасов углерода в лесах Украины / Проблемы лесоведения и лесоводств// сб.науч.тр. И.И.Лакида- Гомель:-2001-вып.56.-С.86-90. 9 Уткин А.И. Углеродный цикл и лесоводство /Лесоведение-1995.№5.-с.3-20. 10 Report on Environmental Impact Analysis: Agrotee Consortiym/ 2006.

В.М.СТРЕЛЕЦ, канд. техн. наук, НУГЗУ

М.В.ВАСИЛЬЕВ, адъюнкт, НУГЗУ

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАБОТЫ СПАСАТЕЛЕЙ В КОМПЛЕКСЕ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ ПЕРВОГО ТИПА

Показано, що розподіли часів проведення типових операцій при роботі рятувальників в комплексі засобів індивідуального захисту першого характеризуються нормальним законом, якщо при розгляді технологічних процесів виключити результати, що істотно відрізняються від інших у вибірці. Відмічено, що час покриття в ізолюючий костюм залежно від кількості тренувальних спроб міняється за експоненціальним законом.

Показано, что распределения времен проведения типовых операций при работе спасателей в комплексе средств индивидуальной защиты первого характеризуются нормальным законом, если при рассмотрении технологических процессов исключить результаты, существенно отличающиеся от остальных в выборке. Отмечено, что время облачения в изолирующий костюм в зависимости от количества тренировочных попыток меняется по экспоненциальному закону.

It is shown that distributions of times of realization of model operations during work of rescuers in the complex of facilities of individual defiance first characterized by a normal law, if at consideration of technological processes to eliminate results, substantially different from other in a selection. It is marked that time of vestment in an insulating suit depending on the amount of training attempts changes on an exponential law.

Постановка проблемы. Проведение аварийно-спасательных работ в эпицентре чрезвычайных ситуаций с выбросами опасных химических веществ требует того, чтобы спасатели первой категории, входящие в состав специальных подразделений, использовали комплекс средств индивидуальной защиты (КСИЗ) первого типа [1]. При этом КСИЗ 1-го типа существенно [2] отличается от КСИЗ второго типа, в котором работает личный состав пожарно-спасательных подразделений в качестве газодымозащитников [3]. Вследствие этого закономерности выполнения работ в КСИЗ 1-го типа имеют ряд особенностей, которые надо учитывать как при планировании и оценке всего комплекса работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций, так и в процессе подготовки спасателей, например, для обоснования соответствующих нормативов оценки качества выполнения отдельных операций и процессов.

Анализ последних достижений и публикаций показал, что к настоящему времени разработан научно-методический аппарат имитационного моделирования экстремальной деятельности [4,5] и обоснования нормативов [6,7] для оценки уровня подготовленности спасателей при выполнении, как операций, так и процессов, которые составляют общий комплекс аварийно-спасательных работ. Он опирается на оценки распределения времен выполнения операций и процессов.

В частности, в [7,8] показано, что распределения времен выполнения, как операций, так и процессов оперативно-диспетчерским персоналом имеют нормальное распределение. Работа пожарных, а в наихудшем случае они работают в КСИЗ 2-го типа [3], рассматривалась в [6,8], где отмечено, что для описания распределения времени выполнения отдельных операций, а также простых процессов (которые содержат совокупность, не превышающую пяти отдельных операций) целесообразно использовать β -распределение, а для всех более сложных процессов – нормальное. В [9], где рассматриваются особенности проведения аварийно-спасательных работ в метрополитене, показано, что без потери точности вместо β -распределения времени выполнения отдельных операций можно использовать смещенное распределение Эрланга.

Однако при этом особенности выполнения отдельных операций и процессов, связанные с тем, что личный состав вынужден обеспечить свою безопасность для работы в условиях, которые существенно отличаются от наихудших условий пожара [2] (выполнение эмоционально насыщенных работ в изолирующих костюмах, которые достаточно сильно сковывают движение спасателей; использование изолирующих средств индивидуальной защиты органов дыхания с повышенными герметичными свойствами; более низкая подготовленность спасателей по сравнению с газодымозащитниками, связанная с тем, что рассматриваемые ситуации возникают значительно реже пожаров...), не рассматривались.

Постановка задачи и ее решение. Исходя из этого, основной задачей статьи является сравнительная оценка того, как отличаются распределения времен выполнения типовых операций и процессов, используемых спасателями в КСИЗ первого типа при проведении работ вблизи от очага чрезвычайной ситуации с выбросом опасных химических веществ, от тех, которые имеют место в случае работы личного состава газодымозащитной службы (работают в КСИЗ второго типа).

Результаты экспериментальных исследований, в которых принимали участие испытуемые из числа курсантов Национального университета гражданской защиты Украины и Учебного центра оперативно-спасательной службы гражданской защиты МЧС Украины, показали, что имеют место существенные отличия.

Так, закономерности выполнения типовых операций газодымозащитниками описываются с помощью β -распределения. Например, распределение времени присоединения рукава к пожарному крану в условиях ограниченной видимости (см.рис.1) имеет вид

$$\begin{aligned} \beta(x, \alpha, \beta) &= \frac{1}{B(\alpha; \beta)} \int_0^x x^{\alpha-1} (1-x)^{\beta-1} dy = \\ &= \frac{1}{B(2.89; 2.01)} \int_0^x x^{1.89} (1-x)^{1.01} dy \end{aligned} \quad (1)$$

Параметры распределения (1) $\alpha=2.89$ и $\beta=2.01$ в рамках статистической погрешности с уровнем значимости 0,05 можно считать равными тем, которые приведены в [9].

Аналогичная ситуация имеет место и в случае, когда рассматривается скорость движения газодымозащитников [9]. Например, на рис.2 приведены распределения скорости движения газодымозащитников при проведении аварийно-спасательных работ в метрополитене.

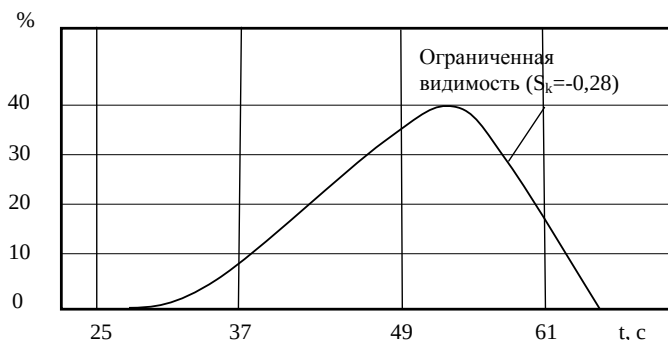


Рис.1 – Распределение времени присоединения рукава к пожарному крану

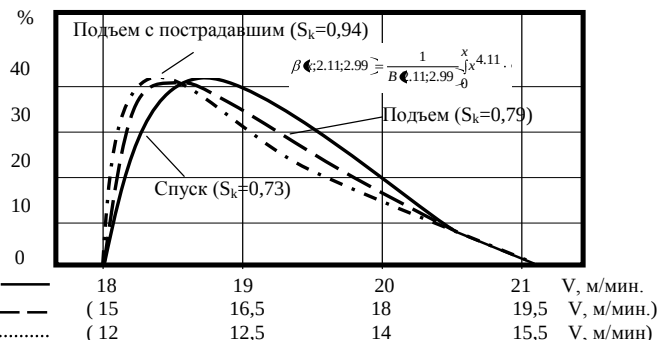


Рис.2 – Распределение скорости движения газодымозащитников в метрополитене

В то же время, исследования временных характеристик выполнения типовых операций применительно к работе в КСИЗ 1-го типа (см. рис.3, 4) показали, что с уровнем значимости $\alpha=0,05$ они могут описываться нормальным распределением. Это объясняется тем, что показатель скошенности распределений близок к нулю (распределения являются фактически симметричными, несмотря на то, что первоначальные гистограммы таковыми не казались), а время выполнения операции (скорости движения) является непрерывной случайной величиной. При этом необходимо обратить внимание на то, что могут иметь место (см.рис.4) случаи, когда появляются результаты, которые могут существенно отличаться в худшую сторону от общего массива. Свидетельством их разнородности является то, что эксцесс общего распределения $Ex \approx 2,3$ больше показателя «двух». Эти результаты, естественно, должны быть исключены при оценке параметров нормального распределения. В то же время, они должны учитываться в случае выработки прогнозных управленческих решений.

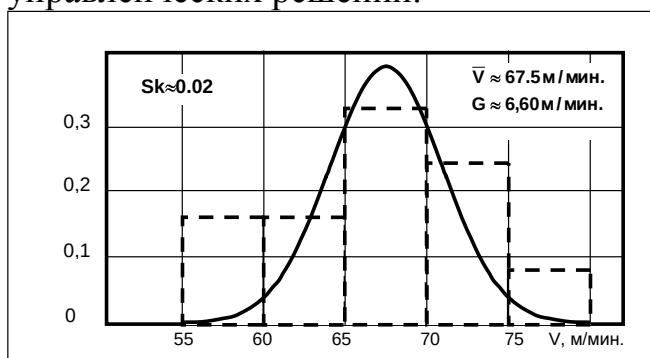


Рис.3 – Распределение скорости движения спасателей в КСИЗ 1 типа

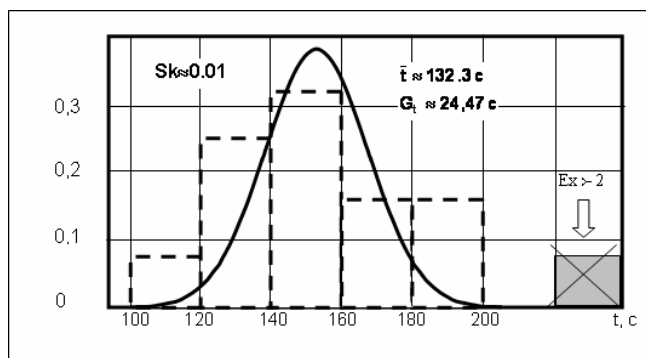


Рис.4 – Распределение времени присоединения рукава к пробойне

$$t = \bar{t}_{\text{гран}} + (\bar{t}_1 - \bar{t}_{\text{гран}}) \cdot e^{\lambda \cdot (n-1)}, \quad (2)$$

где оценка математического ожидания, к которому приближается время робинга КСИЗ,

$$\bar{t} = \begin{cases} 212 \text{ с} - \text{при использовании КСИЗ первого типа;} \\ 181 \text{ с} - \text{при использовании ИК с ФП;} \end{cases}$$

математическое ожидание времени робинга КСИЗ в первой попытке

$$\bar{t}_1 = \begin{cases} 657 \text{ с} - \text{при использовании КСИЗ первого типа;} \\ 545 \text{ с} - \text{при использовании ИК с ФП;} \end{cases}$$

параметр экспоненциального распределения

$$\lambda = \begin{cases} 0,76 - \text{при использовании КСИЗ первого типа;} \\ 0,85 - \text{при использовании ИК с ФП.} \end{cases}$$

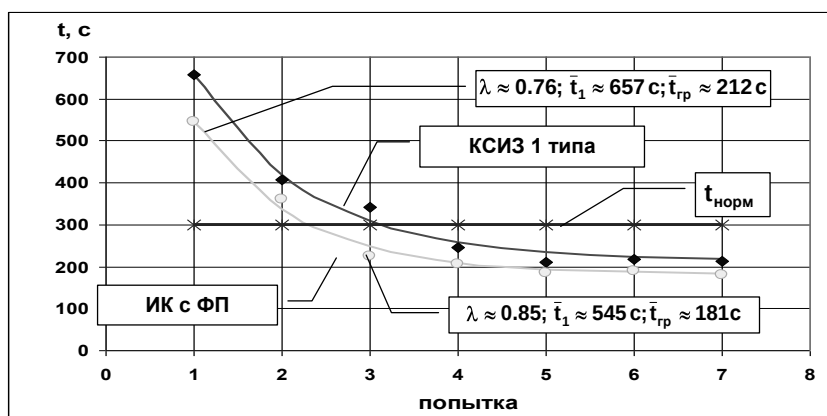


Рис.5 – Робинг комплексов средств индивидуальной защиты

Это позволяет, учитывая требования нормативных документов [10] о том, что время одевания изолирующего костюма не должно превышать некоторого конкретного значения $t_{норм}$, определить то количество тренировочных попыток, после которого можно оценивать качество выполнения этой операции личным составом

$$n = \text{integer} \left(1 + \frac{1}{\lambda} \cdot \ln \frac{\bar{t}_1 - \bar{t}_{cp}}{\bar{t}_{норм} - \bar{t}_{cp}} \right) = \begin{cases} 4 - \text{при робинге КСИЗ первого типа;} \\ 3 - \text{при робинге ИК с ФП;} \end{cases} \quad (3)$$

т.е. при робинге КСИЗ 1 типа оценивать спасателей можно после 4-х тренировочных попыток, а при робинге изолирующего костюма в комплекте с фильтрующим противогазом – трех.

Выводы:

- несмотря на то, что распределения времен выполнения газодымозащитниками типовых операций, связанных с использованием пожарной техники, достаточно хорошо описывается β -распределением, для описания распределения времени выполнения спасателями простых операций, требующих работы в КСИЗ первого типа, целесообразно использовать нормальный закон;

- среди результатов, связанных с работой в КСИЗ первого типа, могут быть такие, которые существенно отличаются от остальных. Они должны учитываться в процессе планирования работ и прогнозирования результатов их выполнения;

- полученные после исключения «выбросов» параметры распределений целесообразно использовать для обоснования нормативов.

Список литературы: 1. ГОСТ Р 22.9.05-95. Комплексы средств индивидуальной защиты спасателей. Общие технические требования. 2. Стрелец В.М., Васильев М.В. Аналіз захисних

властивостей засобів індивідуального захисту, які призначені для роботи в умовах викиду небезпечних хімічних речовин / Збірник наукових праць Харківського університету повітряних сил. – 2010. – Вип. 1(23). – С.197-200 3. *Настанова по газодимозахисній службі пожежної охорони МВС України*. Наказ № 657 МВС України від 2 грудня 1994 р. – Київ, 1994. – 128 с. 4. *Стрелец В.М.* Имитационный анализ системы «человек-машина» как метод эргономической оценки функционирования аварийных служб./ Радиотехника и информатика: Научно-технический журнал. – 2001. – № 3(16) – Харьков, ХНУРЕ, 2001. – С.125-128 5. *Фокин Ю.Г.* Оператор – технические средства: обеспечение надежности. – М.: Воениздат, 1985. – 292 с. 6. *Стрелец В.М., Грицай Т.Б.* Статистический метод обоснования нормативов боевого развертывания пожарно-технического вооружения./ Право і безпека: Науковий журнал. – 2002. – Вип.1 – С. 165-171 7. *Ковалев П.А., Нередков Р.А., Стрелец В.М.* Особенности обоснования комплексных нормативов для практических занятий./ Проблемы надзвичайних ситуацій. – № 5 – Харків, Фоліо, 2006 – С. 129-133 8. *Чуковский В.Н.* Разработка методов обоснования штатной численности боевых расчетов пожарных автомобилей: Диссертация, канд. техн. наук/ ХИПБ; Науч. рук. д-р техн. наук, проф. Ю.А. Абрамом. – Харьков, 1998. – 155 с. 9. *Иванов В.Г., Стрелец В.М., Бородич П.Ю.* Особенности представления исходных данных для моделирования пожаротушения на станциях метрополитена с помощью аппарата Е-сетей./ Проблемы пожарной безопасности. Сб. науч. тр. – Харьков, АПБУ, 2003. – Вып. 14. – С. 177-182 10. *НПБ 162-97.* Специальная защитная одежда пожарных изолирующего типа. Общие технические требования. Методы испытаний.

Поступила в редколлегию 21.05.2011

УДК 574.2:57.03

В.В. БЕРЕЗУЦКИЙ, НТУ «ХПИ», Харьков

Б. БЛЮХЕР, университет штата Индиана, США

ТРАГЕДИЯ В МЕКСИКАНСКОМ ЗАЛИВЕ И ГОТОВНОСТЬ ЗАЩИТИТЬ ЛЮДЕЙ И ПРИРОДУ ОТ ПОСЛЕДСТВИЙ

У статті розглядається ситуація, яка склалася в Мексиканській затоці, у зв'язку з аварією на платформі Deepwater Horizon, приводиться аналіз технологій і устаткування ліквідації наслідків розливу нафти і пропонуються варіанти вирішення подібних наукових завдань на майбутнє.

В статье рассматривается ситуация, которая сложилась в Мексиканском заливе, в связи с аварией на платформе Deepwater Horizon, приводится анализ технологий и оборудования ликвидации последствий разлива нефти и предлагаются варианты решения подобных научных задач на будущее.

A situation which was folded in the Mexican bay is examined in the article, in connection with a failure on the platform of Deepwater Horizon, an analysis over of technologies and equipment of liquidation of consequences of overflow of oil is brought and the variants of decision of similar scientific tasks are offered on the future.

Введение

Трагедия в Мексиканском заливе, заставила людей всего мира по-новому взглянуть на проблему, которая называется – последствия от техногенной деятельности человечества. Желание получить, как можно большей прибыли предпринимателями с минимальными затратами на обеспечение безопасности

природы и человека, последнее время все чаще стали приводить к тяжелым экологическим катастрофам. Международные конвенции, соглашения и другие документы оказываются не эффективными, необходимо сделать упор на экологическое образование, воспитание нового поколения людей и активизировать работу международных судов, которые за подобные Мексиканской катастрофе, очень строго наказывали и не только финансово а и уголовно.

Трагедия в Мексиканском заливе

20 апреля 2010 года на нефтеплатформе Deepwater Horizon в Мексиканском заливе произошел взрыв и начался пожар. 11 человек погибли, еще 115 работников были эвакуированы. Разрушенная платформа вскоре затонула и, опустившись на дно, повредила колодец, из которого осуществлялась непосредственная добыча нефти, в результате чего нефть начала быстро поступать в воду. Работы по ликвидации последствий аварии начались 22 апреля. Разлив нефти в Мексиканском заливе уже обошелся ВР более чем в три миллиарда долларов. Тем временем, нефтяное пятно, несмотря на все усилия экологов, достигло американского побережья. Следы нефти были обнаружены на пляжах Луизианы, Флориды, Миссисипи, Алабамы и Техаса. Правительство США 2 августа заявило о том, что из 4,9 миллиона баррелей нефти [1-3].

Самой перспективной, и в то же время самой спорной, является идея использования для биологического разложения нефти специальных штаммов бактерий. Поначалу эти микроорганизмы воспринимались как некий курьез - бактерии, питающиеся не белками или сахарами, а свечным стеарином, парафином, минеральными маслами, отмечают ученые. То есть движущей силой самоочищения природы, ее регенерации являются бактерии. Значит, их можно целенаправленно разводить и использовать в нужное время в нужном месте. Несколько ученых даже выдвинули идею доставить в Мексиканский залив соответствующие бактериальные культуры цистернами. Однако эту идею все же отвергли. Во-первых - слишком дорого. А во-вторых - непонятно, какие именно бактерии оптимально подходят для решения поставленной задачи. Вместе с тем, многие эксперты считают, что оптимальный способ борьбы с нефтяной напастью - это не вмешиваться в естественные природные процессы, доказавшие свою эффективность на протяжении многих миллионов лет.

Спасение Мексиканского залива от экологической катастрофы с помощью высокотехнологичных методов не увенчалось успехом. Нефтяное пятно продолжает расти и приближается к побережью США. В таких ситуациях, когда прогресс становится бессильным против банальной трещины в трубе, на помощь приходят старые дедовские способы. Одним из них является сбор разлившейся нефти с помощью волосяного сырья [4].

Волосы и шерсть, набитые в нейлоновые колготки, используются в качестве промокашки для сбора густой нефти. Волосы – высокоэффективный и экологически чистый абсорбент в отличие от химических реагентов [5].

Бритиш Петролеум (БП) намерена приложить больше усилий для увеличения количества собираемой нефти до 28 000 баррелей при помощи повторного использования оборудования, которое применялось в предыдущих неудачных

попытках. Компания также работает над долгосрочным планом, который будет временно сдерживать утечку нефти в случае ураганов [6].

Неоднократные попытки перекрыть аварийную трубу, из которой в Мексиканский залив продолжает выливаться нефть, к сожалению, пока не принесли результатов. Однако наряду с поисками пути решения проблемы, необходимо заниматься и устранением ее последствий – очищать воду, прибрежные территории и восстанавливать, насколько это сейчас возможно, экосистему [7].

Недоброжелатели могут посчитать, что Костнер просто хочет нажиться на трагедии и поэтому предложил свои машины. На это актер заявил: "BP может обратиться к любой другой компании, которая обладает подобной технологией, я не буду против. Сейчас меня беспокоит только один момент - очистка вод Мексиканского залива от нефти. Облетая прибрежную зону загрязнения на вертолете, я не увидел ни одного судна, которое очищает воду столь же эффективно, как и центрифуги нашего производства. Если кто-либо другой предложит более действенный метод очистки - я буду счастлив" [8].

Испытания нефтесборщика «Кит» — огромного танкера, переоборудованного для сбора нефти с водной поверхности, начались в районе распространения нефтяного пятна в Мексиканском заливе. Как сообщается, судно способно всасывать воду с примесью нефти, отделять нефть и возвращать очищенную воду в океан.

Ранее у побережья Луизианы уже находились небольшие суда-нефтесборщики, но их работа была прервана тропическим ураганом «Алекс».

После аварии на буровой платформе компании BP из поврежденной скважины на дне Мексиканского залива ежедневно фонтанирует 35–60 тысяч баррелей нефти.

Нефтесборщик «Кит» способен ежедневно перерабатывать 21 млн. галлонов загрязненной нефтью воды. Гигантский нефтесборщик забирает воду в районе аварии через 12 отверстий. В специальных отсеках нефть отделяется от воды и откачивается на другое судно, а очищенная вода возвращается в океан.

Тем временем BP уже потратила \$3,12 млрд. на ликвидацию последствий утечки нефти в Мексиканском заливе. Эти затраты включают сбор разлившейся нефти, устранение экологических последствий, выплаты по искам, а также бурение двух вспомогательных скважин [9].

Нефтесборное оборудование и нефтесборщики

Нефтесборное оборудование условно можно условно разделить на три группы: нефтесборное оборудование для утилизации и ликвидации аварий, оборудование для хранения и собственно нефтесборщики.

Нефтесборное оборудование для утилизации отходов и устранения аварий занимает важное место в нефтяном бизнесе. Разделить его можно на две категории: оборудование для утилизации (центрифуги, сепараторы, камеры для сжигания) и нефтесборщики для ликвидации аварийных разливов. Первые необходимы для того, чтобы уменьшать негативное воздействие нефтешламов на экологию, вторые – чтобы вовремя устранить причины аварий на воде или почве, ведь последствия нефтяных разливов могут быть непредсказуемыми. Аварийные

нефтесборщики это и сборное оборудование, и боновые заграждения, и временные резервуары различного типа, и диспергирующие установки для аварийного распыления химикатов.

Пожалуй, центральное место среди нефтесборного оборудования занимают нефтесборщики, работающие в штатном режиме. По-другому их называют скиммерами. Скиммеры отличаются друг от друга по принципу работы. Качественный нефтесборщик помогает быстро и эффективно собирать нефть. Интересно, что выдающейся продукции на рынке не так уж и много, поэтому ни одна компания не откажется приобрести действительно качественный нефтесборщик. Существует несколько видов скиммеров, более подробную информацию об этих устройствах вы можете получить, ознакомившись с настоящей статьёй.

Разливы и поступление нефти и нефтепродуктов в водные объекты могут произойти в любое время и на всех стадиях нефтяного производства: при добыче, транспортировке, переработке, хранении, приеме, отпуске и непосредственном использовании. Никакой другой загрязнитель в настоящее время не может сравниться с нефтью по скорости распространения, масштабам и видам загрязнения окружающей среды. В то же время анализ оборудования для ликвидации аварийных разливов нефти (ЛАРН) показывает, что оснащение нефтяных компаний характеризуется недостаточным количеством специализированных средств, таких как скиммеры (нефтесборщики). При этом имеющиеся средства, в основном иностранного производства, не вполне подходят для проведения операций локализации и сбора нефти с поверхности рек, озер, болот и т.п.

Для этих условий разрабатываются как боновые заграждения, так и малогабаритные скиммеры. Последние, так называемые механические устройства для сбора нефти и нефтепродуктов, или скиммеры базируются на использовании разницы в плотностях воды и нефти. Для удаления нефтепродуктов с поверхности воды можно использовать следующие методы:

1.Адгезию: нефтепродукты хорошо прилипают к олеофильным поверхностям. Олеофильные скиммеры с вращающимися дисками, щетками или непрерывными лентами, с которых налипшие нефтепродукты удаляют механическим способом. Скиммер такого типа отличается незначительным количеством собираемой совместно с нефтью воды, малой чувствительностью к сорту нефти и возможностью сбора нефти на мелководье, в затонах, прудах при наличии густых водорослей.

2. Порог: тонкий поверхностный слой воды и нефтепродукта протекает через порог, после чего нефтепродукты отделяются от воды и откачиваются из емкости. Пороговые скиммеры отличаются простотой и эксплуатационной надежностью. Скиммер порогового типа способен служить долгие годы без поломок.

3. Циклоны: создается водоворот с понижением уровня в центре, откуда и выкачивается нефть. Скиммер – циклон предназначен для сбора нефти с поверхности воды при авариях на подводных переходах магистральных нефтепроводов через судоходные реки. Скиммеры, основанные на эффекте

циклона, должны быть собраны особенно тщательно, ведь от качества их работы зависит быстрота сбора нефти в сложнейших ситуациях, когда дорога каждая минута.

4. Вакуум: поверхностный слой воды всасывается, после чего нефть отделяют от воды. Принцип работы вакуумного скиммера заключается в следующем. Вакуумным насосом создается разрежение в отстойно-вакуумном резервуаре. Под воздействием вакуума происходит засасывание пленки нефти вместе с водой с помощью нефтесборного устройства. Поступающая в резервуар смесь нефти с водой отстаивается и откачивается насосом, если это вода, обратно в реку, если нефть - в специально подготовленную емкость. Разновидностью вакуумного нефтесборщика является ручной щеточный скиммер, предназначенный для удаления с твердых поверхностей тяжёлых и вязких нефтей, для очистки береговой полосы и работы в труднодоступных местах.

По способу передвижения (крепления), скиммеры подразделяются на:

Самоходные скиммеры

Скиммеры, устанавливаемые стационарно

Буксируемые и переносимые скиммеры на различных плавательных средствах.

Ликвидация аварийных разливов на любых поверхностях чрезвычайно ответственное дело, ведь масляная пленка на воде не позволяет дышать рыбе или морским млекопитающим, которые массово выбрасываются на берег. Что касается суши, то загрязненная почва «упаривается» и теряет способность к плодородию [11].

Барьерный нефтесборщик "Лидер-Т70" предназначен для сбора и перекачки любых высоковязких субстратов, таких как тяжелая нефть, мазут, а также нефтешламы. Толщина собираемого нефтепродукта регулируется автоматическим сливным порогом от 1,5 до 150 мм и более. Применение в нефтесборщике шнекового насоса ОДН-290МО с межлопаточным каналом 80 мм позволяет собирать нефтепродукты с большим содержанием мехпримесей, волокнистых включений, веток, листьев, водорослей и т.д. Привод насоса осуществляется при помощи аксиально-поршневого гидромотора отечественного производства 210.12.01. В качестве энергетической установки используется двухпоточная дизельная гидростанция российского производства [12].

Область использования боновых заграждений для локализации нефтеразливов (нефтяных пятен) – ликвидация разливов нефти и нефтепродуктов на реках и озерах, оперативная установка локализирующих ограждений на подводных нефтепроводных переходах, нефтеналивных терминалах, нефтепромыслах и везде, где могут произойти разливы нефти и нефтепродуктов [13].

Унитарное предприятие «СОТЕХ-М», г. Минск производит и предлагает к рассмотрению: нефтесборщики серии АСН (ТУ РБ 190270925.001-2003), предназначенные для сбора нефтепродуктов. Область применения: промышленные предприятия, нефтебазы, автопредприятия, вагонные и локомотивные депо, ТЭЦ, НПЗ. Нефтесборщики собирают нефтепродукты всех типов. В дальнейшем собранный продукт используется в качестве вторичного

топлива, либо добавок к смазкам, а также для дальнейшей переработки. В настоящее время нефтесборщики различных моделей успешно функционируют на более чем 200 предприятиях РБ, РФ, ОАЭ.

В случае необходимости на нефтесборщики АСН-4 устанавливается более мощный насос для повышения производительности до 35 л/мин. Нефтесборщик устраняет поверхностную пленку нефтепродуктов и доводит ее до 0,1мм, если она не распадается на фрагменты. На все изделия распространяется гарантия сроком один год, а также послегарантийное обслуживание. Срок отгрузки— до 40 дней. АСН-2,4 представляют собой плавающие на поплавках агрегаты, АСН-1 опускается на лебедке на необходимую глубину [14].

Скиммеры предназначены для эффективной работы на нефтяных разливах для сбора тяжёлых, вязких нефтей в прибрежных водах, внутренних водах и портах.

Принцип действия нефтесборщиков олеофильный, то есть налипание нефти на поверхность рабочих органов при прохождении через слой нефти и последующего его удаления скребком или гребенкой. Вода стекает с поверхности рабочих органов и только незначительная ее часть попадает в нефтесборщик. Собранный продукт удаляется откачивающей головкой на базе оседиагонального шнекового насоса ОДН.

Комплект поставки: плавающий нефтесборщик, гидростанция ГС-42/2 (двухпоточная), ручной катушки для шлангов, руководство по эксплуатации (паспорт) на нефтесборщик и гидростанцию, паспорт на ДВС. Собранная нефть может успешно использоваться.

В проекте Валерия Руденко могут быть заинтересованы фирмы, обеспечивающие добычу нефти на шельфе, ее транспортировку водным путем, а также компании занимающиеся очисткой акваторий портов и пляжей от мусора и нефтепродуктов. Валерия Руденко приглашает солидного партнера для финансирования проекта, совместного участия в Конкурсе и дальнейшей совместной коммерциализации проекта – совместного патентования и серийного производства [16].

Испытания нефтесборщика "Кит" - огромного танкера, переоборудованного для сбора нефти с водной поверхности, начались в районе распространения нефтяного пятна в Мексиканском заливе, передает ИТАР-ТАСС. Как сообщает сегодня ВВС, судно способно всасывать воду с примесью нефти, отделять нефть и возвращать очищенную воду в океан. Ранее у побережья Луизианы уже находились небольшие суда-нефтесборщики, но их работа была прервана тропическим ураганом "Алекс". После аварии на буровой платформе компании ВР из поврежденной скважины на дне Мексиканского залива ежедневно фонтанирует 35-60 тысяч баррелей нефти. Тем временем ВР уже потратила 3,12 миллиарда долларов на ликвидацию последствий утечки нефти в Мексиканском заливе. Эти затраты включают сбор разлившейся нефти, устранение экологических последствий, выплаты по искам, а также бурение двух вспомогательных скважин [17].

Отличительной особенностью конструкции НСП 2 является возможность очень точного регулирования, с помощью специальных механизмов, глубины

погружения дисков в среду нефтепродукты-вода, в зависимости от толщины пленки нефтепродуктов (от миллиметра – до десятков миллиметров), за счет чего достигается низкая обводненность (2-5%) собираемых нефтепродуктов. Нефтесборщик является полностью мобильным и автономным устройством не требующим жесткого крепления [18].

Показатели сорбционной емкости (в единицах грамм поглощенной жидкости на грамм массы сорбента) при поглощении некоторых жидкостей представлены в литературе [19].

Устройство представляет собой поплавковую конструкцию скиммера барьерного (порогового) типа в состав которого входят два поплавка (пороговое кольцо и понтонная часть), соединенные между собой резиновым сильфоном. Верхний слой жидкости, минуя пороговое кольцо, поступает в объем, заключенный между резиновым сильфоном и понтонной частью, откуда откачивается через отводной патрубок. Система спроектирована таким образом, что высота порога (разность уровней жидкости) устанавливается автоматически, пропорционально объема жидкости, забираемой из отводного патрубка. Устройство изготовлено из высококачественных, коррозионностойких материалов (нержавеющая сталь, стеклопластик и масло–бензостойкая резина) [20].

Морское аварийно-спасательное формирование с успехом использует в работе скиммер Lamor "Minimax 10", представляющий собой свободно плавающий, миниатюрный, щеточный нефтесборщик, который может быть присоединен к небольшому источнику питания, совмещенному с нефтеперекачивающим насосом. Эта миниатюрная модель собрала в январе 2002г. в течение 5 дней с поверхности моря 250 м.куб. легкого дизельного топлива в арктических условиях. Производительность нефтесборщика составляет 10 м.куб./час, при эффективности сбора 95-97%. Вес составляет 22 кг и его может легко переносить один человек, а для работы и обслуживания требуются лишь минимальные навыки оператора. В комплект входят: дизельный двигатель Hatz, нефтеперекачивающий насос Spate 75с, гидронасос, емкость для гидравлического масла, встроенные гидравлические шланги, топливный бак, рама на колесах [21].

Безопасность человека - основная цель следующего проекта.

Робот «ТАИР» - автономный, дистанционно управляемый нефтесборщик, предназначенный для ликвидации аварийных разливов нефти как с водной поверхности так и с береговой линии. Вездепроходность и амфибийность робота обеспечивается запатентованной системой шнековых движителей. Основной рабочий орган – скиммер. Скиммер представляет собой систему вращающихся щеток, который собирает и сепарирует нефть различной вязкости и нефтезагрязненный мусор. Слив собранной нефти осуществляется в мобильные танкеры. Производительность робота не менее 10м³/час. Управление роботом дистанционное по радиоканалу. Простая и прочная конструкция робота рассчитана на экстремальный и непредсказуемый характер возможных условий работы. Бортовой интеллект обеспечит готовность робота к нештатным ситуациям.

В состав комплекса быстрого реагирования входит система авиационной доставки робота в зону аварийных разливов нефти. Конструкция робота «ТАИР» защищена патентом RU №29857. Разработчик –Марийский государственный технический университет (г. Йошкар-Ола) [22].

Данный вариант комплектации прекрасно подходит для организаций, которые имеют в своем распоряжении различные силовые агрегаты. При поставке в такой комплектации производится адаптация скиммера к имеющимся у заказчика силовым агрегатам с поставкой комплекта необходимых переходников. Также в данной комплектации существует возможность производить сбор без силового агрегата, посредством ручного привода.

В поставку входит: корпус нефтесборщика из алюминия, нефтесборная лента, устройство отжима, направляющий ролик с регулятором натяжения, крепление для установки на лодку, крепления для работы с причала/необорудованного берега (изменяемые по высоте), разъем для отливного шланга, запасные нефтесборные ленты (2 шт.), гидромотор OMP 200 [23].

ПРОЕКТ – SOS (stop oil sea), разработан в НТУ «ХПИ», Украина. Устройство для сбора разлитой нефти с поверхности водоема, должно обеспечить удаление слоя из расчета того, что часть ее эмульгировалась и находится около поверхностного слое. Таким образом, удаление разлитой нефти просто «снятием» разлитой пленки, будет полумерой. Необходимо обработать слой воды на глубине 0,5 – 1,0 метра от поверхности.

Предлагается технология, которая включает в себя следующие стадии:

- определение площади разлитой нефти;
- выделение зоны обработки, с учетом площади занимаемой разлитой нефти, с помощью специального ограждения;
- обработка собранного поверхностного слоя, с привлечением специально оборудованного танкера;
- утилизация собранной нефти.

Процесс обработки поверхностного слоя, который состоит из следующих этапов:

1. Сбор нефтяного слоя жидкости, выполняется специальным устройством в виде трала;
2. Прием и обработка собранного слоя;
3. Выпуск очищенной собранной воды в водоем.

Трал имеет специальную конструкцию, которая выполнена в виде троса закрепленного на буйках, который снизу поддерживает в воде сетчатую конструкцию, опущенную на требуемую глубину (0,5 – 1,0, м). Трал приводится в движение с помощью электрического привода. Трос наматывается на, установленную на корабле лебедку.

Прием и обработка собранного слоя выполняется в приемном очистном устройстве, размещенном в танкере, и имеющем специальную конструкцию, выполненную в виде:

1. приемного кармана, принимающего воду;
2. очистного устройства, отделяющего воду от нефти, вертикальный отстойник, с разделенной пополам камерой, в одной из которых находится

сорбент для нефти, выполненный в виде древесной стружки (стружка хорошо сорбирует нефть на своей поверхности и впитывает ее).

Очищенная вода переливом (или насосами) откачивается обратно в водоем.

Сорбент (деревянная стружка) помещенный в контейнер, извлекается из очистного устройства, после завершения процесса очистки и высушивается. После высушивания брикетируется и используется для обогрева. Принимая во внимание, то, что степень очистки воды должна быть достаточно высокой, предусматривается доочистка, с помощью электрохимических методов, которые позволяют более глубоко очистить воду от нефтяных фракций. Отдельные нефтяные пятна, на поверхности водоема, площадью в несколько десятков метров, могут очищаться с помощью скиннеров.

Выводы

1. Проблема безопасности эксплуатации нефтеперегонных, нефтедобывающих и прочих производств, является приоритетной в настоящее время, учитывая масштабы проводимых работ и возможные негативные последствия;

2. Существующие и разрабатываемые технологии, требуют доработки, совершенствования и создания единого информационного банка данных, для оперативного решения возникающих проблем ЛАРН и других;

3. Необходимо разрабатывать новые высокоэффективные технологии и оборудование для сбора, разделения и утилизации собранного нефть-содержащего материала. С этой целью необходимо стимулировать работу инженеров организацией конкурсов научных работ, а для этого необходимо создание различных фондов.

Список литературы. 1. <http://operativno.com.ua/World/11162> Мексиканский залив: собрали 16% вытекшей нефти. 2. http://smi.crimeainfo.com.ua/John_Ramires/c337944 /Мексиканский залив: угроза огненного торнадо. 3. <http://donbass.ua/news/world/2010/10/06/v-meksikanskom-zalive-obnaruzhena-mertvaja-zona.html> В Мексиканском заливе обнаружена "мертвая зона". 4. <http://news.finance.ua/ru/~1/0/all/2010/06/21/201068> Очистить Мексиканский залив от разлившейся нефти помогут бактерии, считают ученые. 5. http://paparazi.com.ua/index.php?nma=news&fla=stat&cat_id=5&page=1&nums=126 Мексиканский залив будут спасать «дедовскими» методами. 6. <http://www.blik.ua/content/view/32133/> Как спасают Мексиканский залив. 7. <http://newsme.com.ua/politics/510594/> Обама пообещал почистить Мексиканский залив. 8. http://prezident.com.ua/news/it_technologies/dbcf4105480-centrifugi_kevina_kostnera_ochistyat_meksikanskiy_zaliv_ot_nef.html Центрифуги Кевина Костнера очистят Мексиканский залив от нефти (видео). 9. <http://www.ukroil.com.ua/news/print/25313.html> В Мексиканском заливе начались испытания сборщика «Кит» 10. <http://www.nefteshlamiy.ru/stat.php?id=19> Нефтьесборное оборудование и нефтьесборщики. 11. <http://www.nefteshlamiy.ru/stat.php?id=20> ларн и ликвидация аварийных разливов. 12. http://www.bep-tibet.ru/production_01/04.html Барьерный нефтьесборщик "Лидер-т70". 13. http://www.bep-tibet.ru/production_01/01.html Боны изолирующие постоянной плавучести "БИПП". 14. <http://deal.by/p7365-neftesborschiki-serii-asn.html> Нефтьесборщики серии АСН, Минск. 15. <http://www.kompozit.ru/info/oil/13/> Олеофильные нефтьесборщики. 16. <http://m-kalashnikov.livejournal.com/567283.html> Скиммеры-нефтьесборщики: предложение Валерия Руденко. 17. <http://www.vesti.ru/doc.html?id=374542&cid=7> В Мексиканский залив приплыл нефтьесборщик "Кит". 18. http://prona.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=8&Itemid=37 Описание нефтьесборщика. 19. http://www.montem.ru/catalog_5082.html Сорбент для сбора нефтьепродуктов, фильтровальные

нетканые материалы, нефтесборщик. 20. <http://www.sorboil.ru/content/neftesborshhik-barernyj-nb-011600> Нефтесборщик барьерный НБ-01.1.600 21. <http://www.kipenergy.ru/equipments/7/> Нефтесборщик Lamor Minimax 10.22. <http://science.marstu.net/page168.html#tair> Робот нефтесборщик « Т А И Р ». 23 http://www.northsea.ru/products/bones_complect/spn_eksh3/variant2.phtml Скиммер - нефтесборщик ЭКШ-3. Вариант комплектации: С гидравлическим приводом и гидромотором.

Поступила в редколлегию 21.05.2011

УДК 504.75.05:53

Б.В. ДЗЮНДЗЮК, д-р.техн.наук, проф., ХНУРЕ, Харків

І.І. ХОНДАК, канд. техн. наук, ХНУРЕ, Харків

Н. Л. БЕРЕЗУЦЬКА, канд.техн.наук, доц., ХНУРЕ, Харків

ВПЛИВ ШКІДЛИВИХ ФАКТОРІВ НА ПСИХОЛОГІЮ ТА ФІЗІОЛОГІЮ ПРАЦІ

Робота присвячена впливу візуального навантаження на людину в процесі відпочинку та праці. Показано широку розповсюдженість окремих факторів візуального оточення і їх потенційно – шкідливий вплив на здоров'я людини. Надаються рекомендації щодо зменшення зорового навантаження на людину в процесі праці.

Работа посвящена влиянию визуальной нагрузки на человека в процессе отдыха и труда. Показана широкая распространенность отдельных факторов визуального окружения и их потенциально – вредное влияние на здоровье человека. Предоставляются рекомендации относительно уменьшения зрительной нагрузки на человека в процессе труда.

Work is devoted influence of the visual loading on a man in the process of rest and labour. Wide prevalence of separate factors of visual surroundings is rotined and them potentially is harmful influence on a health of man. Recommendations are given in relation to diminishing of the visual loading on a man in the process of labour.

У сучасному виробництві на людину діє велика кількість психофізіологічних чинників, зумовлених фізичними та нервово-психічними перевантаженнями працівника, його індивідуальними якостями та психічним станом. Різке зростання швидкості та об'ємів виробничих, інформаційних та соціальних взаємодій в сучасному виробництві збільшили навантаження на центральну нервову систему працівника, і психофізіологічні фактори стали належати до ряду найважливіших небезпечних і шкідливих виробничих чинників (НШВЧ). Крім того на сучасних підприємствах і в організаціях і установах невиробничої сфери переважає розумова праця, під час якої домінують психофізіологічні навантаження. Тому, вивчення комплексу психофізіологічних небезпечних і шкідливих факторів трудової діяльності та захисту від їх дії в наш час є актуальним і важливим питанням.

В процесі праці людина сприймає і переробляє інформацію, в тому числі інформацію про наявність шкідливих і небезпечних чинників; приймає і реалізує рішення, осмислює різні варіанти дій, використовує засвоєнні знання, навички і вміння; аналізує відповідність умов, знарядь та предметів праці правилам і

нормам; прогнозує можливі ситуації, оптимально мобілізує свої резервні можливості; концентрує вольові зусилля на досягненні поставленої мети і в цілях підвищення безпеки праці. Також в процесі праці реалізується комунікативна функція психіки, яка виявляється у спілкуванні працівників, є основою між особистих відносин, способом організації спільної діяльності та методом пізнання людини людиною.

Важливою ознакою розумової праці є те, що результатами діяльності працівників є не матеріальні речі, а плани, програми, ідеї, проекти, управлінські рішення, інформація, послуги, тощо.

На відміну від фізичної, розумова праця супроводжується меншими витратами енергетичних запасів, але це не свідчить про її легкість. Основним працюючим органом під час такого виду праці виступає мозок. При інтенсивній інтелектуальній діяльності потреба мозку в енергії підвищується і становить 15-20% від загального об'єму енергії, яка витрачається в організмі.

Під час розумової праці значно активізуються аналітичні та синтетичні функції центральної нервової системи, прийом і переробка інформації, зростає роль функції уваги і пам'яті, зростає навантаження на зорові та слухові аналізатори. Для розумової праці характерні:

1. велика кількість стресів;
2. мала рухливість;
3. вимушена статична поза;
4. погіршується робота органів зору: стійкість ясного бачення, гострота зору, адаптаційна можливість очей.

Велика кількість стресів, мала рухливість та вимушена статична поза зумовлюють застійні явища у м'язах ніг, органах черевної порожнини і малого тазу, погіршення постачання мозку киснем, зростання потреби в глюкозі.

Розумовій праці властивий найбільший ступінь зосередження уваги – в середньому у 5 – 10 разів вище, ніж при фізичній праці. Завершення робочого дня зовсім не перериває процеси розумової діяльності. Розвивається особливий стан організму – втома, що з часом може перетворитися на перевтому. Все це призводить до порушення нормального фізіологічного функціонування організму. При розумовій праці мають місце зсуви в вегетативних функціях людини: підвищення кров'яного тиску, зміни електрокардіограми, вентиляції легень і вживання кисню, підвищення температури тіла. Після закінчення розумової праці втома залишається довше, ніж після фізичної праці, однак навіть в стані перевтоми працівники здатні довгий час виконувати свої обов'язки без особливого зниження рівня працездатності і продуктивності.

Як правило, під час розумової праці важко вимкнути механізм переробки інформації навіть під час відпочинку; люди працюють не лише 8 – 12 годин на добу, а майже постійно з короткими переключеннями.

Це і є підтвердженням так званої інформативної теорії, згідно з якою людина під час сну переробляє інформацію, отриману в період активної бадьорості.

В наш час проблема збереження і зміцнення здоров'я населення є дуже важливою медично-соціальною проблемою. Діюча програма Всесвітньої

організації охорони здоров'я «Здоров'я для всіх в ХХІ столітті» визначає захист і зміцнення здоров'я найбільш вразливих груп населення як пріоритетне завдання. До їх числа, перш за все, відносяться діти, підлітки і молодь, які через 10 – 15 років будуть визначати культурний, економічний і політичний потенціал різних країн і регіонів.

Особливий статус молоді, яка навчається, як соціальної групи, обумовлений особливостями стилю життя, що визначається в Декларації з охорони здоров'я студентів у Європі. (Тампере, 2007). Студентські роки - це період життєвого циклу, протягом якого моделюється здорова поведінка і формування здорового організму на все подальше життя. В той самий час саме в цей період суттєво зростає ступінь впливу на організм людини психосоціальних факторів ризику, підвищується ймовірність хронічних неінфекційних захворювань, підвищується мотивація до формування здорового образу життя.

В зв'язку з оцінкою сучасних технологій навчання, зростає наукове і практичне значення такого напрямлення, як «інформаційна екологія». (Еремін А.Л. 1998).

Комп'ютерна революція, яка відбувається в наш час, зумовила широке проникнення прогресивних технологій не тільки в учбово-виховний процес, але і в сферу відпочинку і розваг. Інтенсивний розвиток інформаційних технологій сприяє постійній якійсній і кількісній інтенсифікації навчання.

Розвиток прогресивних технологій призводить до того, що з'являються нові фактори (мультимедійні продукти, електронні посібники і навчальні програми) при практично повній відсутності спеціалістів з оцінки можливого ефекту їх впливу на функціональний стан людини.

Виходячи з вищесказаного і в зв'язку з недостатньою кількістю таких спеціалістів **метою** даної статті є необхідність попередження користувачів про негативний вплив дії цих факторів і навчання методам та засобам захисту від них.

При розумовій праці погіршується робота органів зору: стійкість ясного бачення, гострота зору, адаптаційна можливість ока.

В структурі факторів оточуючого середовища окремо виділяють фактори візуального оточення, і, виходячи з цих позицій в останні роки було сформовано наукове напрямлення «відеоекологія», яке дозволяє вивчати вплив факторів візуального оточення на здоров'я людини. (Филин В.А., 1999, 2002).

Розглянемо детально фактори візуального оточення, до яких відносяться:

- 1) Друкована продукція;
- 2) Електронні розваги (телебачення, відеоігри, комп'ютерні ігри, мультимедіа);
- 3) Відеокомп'ютерні системи, віртуальна реальність, джойстринг, окуляри – телемонітори;
- 4) Візуальна агресія в архітектурі.

Додаткову увагу слід приділити організації вільного часу, з точки зору візуального навантаження. Вільний час є одним з найбільш важливих факторів всебічного розвитку людини, не менш важливою умовою формування виробничих сил, ніж час, який безпосередньо витрачається на працю.

Результати досліджень виділяють широку розповсюдженість окремих факторів візуального оточення, а соціологи та психологи відмічають їх потенційно – шкідливий вплив на здоров'я людини. Наведені в [2] дані підкреслюють, що телебачення є найбільш популярним видом візуальної розваги, його дивляться більш 97% як в міській, так і сільській місцевості. Приблизно 60% респондентів відмітили, що дивляться телепередачі рідко; приблизно чверть – заявили про регулярний перегляд і більш 10% відмітили щоденний перегляд.

Окрім телебачення, до розповсюджених візуальних чинників відносяться електронні розваги, до числа яких відносять персональні комп'ютери, відеоігри, приставки до телевізора і портативні ігрові пристрої.

Більш 53% опитуваних відмітили наявність електронних розваг в їх житті: на першому місці за популярністю знаходився персональний комп'ютер – 30% респондентів, 10% опитуваних віддавали перевагу відеоіграм і по 6% респондентів відмітили захоплення приставками до телевізору і ігровими приставками PSP.

Проводилось дослідження впливу читання, як візуального навантаження на людину. Треба відмітити, що, на жаль, читання друкованої літератури поступово знижується. Приблизно 34,5% молоді відмітили це заняття, як рідке. Однак, в останні роки набули розповсюдження електронні книжки, якими користується більша частина молоді.

Навіть Міністерство освіти та науки України рекомендує замість друкованої літератури користуватись електронними книжками, обґрунтовуючи це тим, що в бібліотеках шкіл та університетів недостатня кількість примірників різноманітної літератури, не замислюючись над тим, до яких негативних наслідків це може призвести.

За проведеними дослідженнями [2] щоденне середнє візуальне навантаження молоді становить 3-6 годин. З них 1,5 години приходить на телебачення, 1,5 години – на електронні розваги, до 1 години – на самостійне читання і до 2 годин на самостійне навчання. Таким чином, візуальне навантаження займає суттєве місце в балансі вільного часу молоді. Якщо до цього присовокупити професійне візуальне навантаження (програмісти, системні адміністратори, оператори ПК, бухгалтери та інші) стає очевидним, що візуальне навантаження на людину за добу перевищує гранично - допустимі норми. («Гігієнічна класифікація за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», затверджена Міністерством охорони здоров'я України наказ № 528, від 27.12.2001.

Результати, які були отримані в рамках аналізу впливу візуального навантаження доводять зв'язок між особливостями візуального середовища і станом здоров'я людини. Отримані результати дозволяють стверджувати, що тенденція до погіршення функціонального стану зорової сенсорної системи має місце як у молоді, так і у дітей шкільного віку.

В результаті медичних, психологічних та соціальних досліджень можна зробити висновок щодо основних негативних впливів візуального навантаження на стан здоров'я молоді:

- 1) зменшення функціональних резервів зорової сенсорної системи;

- 2) погіршення функціонального стану зорової сенсорної системи;
- 3) зростання ступеню напруги адаптаційних механізмів організму;
- 4) зниження параметрів функціональних можливостей організму в порівнянні з віковими нормативами;
- 5) зменшення з віком питомої ваги практично здорових учнів;
- 6) неблагоприємні зміни особливостей людини;
- 7) залежність змін у функціональному стані зорової сенсорної системи від візуальних звичок;
- 8) погіршення самооцінки здоров'я.

Висновки

Велике значення мають порушення рекомендованого режиму роботи за комп'ютером і неправильна організація робочого місця. Доведено, що людина, яка невідривно дивиться на монітор комп'ютера рідше моргає. Якщо монітор розташований навпроти обличчя або, що набагато гірше, вище – вимушений погляд прямо або догори підвищує випаровуваність слізотної плівки. Такі дрібниці, на які зазвичай не звертають уваги, приводять до тяжкого стану, який порушує працездатність людини.

«Комп'ютерний синдром» легше попередити, чим лікувати. В першу чергу необхідно розташувати монітор таким чином, щоб погляд на екран був спрямований зверху донизу. При цьому напівприкриті вії будуть запобігати надлишковому випаровуванню слюзи. Необхідно активно моргати, так як рефлекторне моргання при погляді на екран буває рідким. Через кожну годину роботи на комп'ютері необхідно робити п'ятихвилинні перерви, під час яких слід піднятися, походити, порухати головою та очима, поморгати, декілька раз зажмуритись. І слідкувати за складом повітря в приміщенні: частіше провітрювати, заборонити паління в робочому приміщенні, не заносити в приміщення летучі речовини, які можуть подразнювати кон'юнктиву (лаки, фарби, неякісні парфуми, рідину для зняття лаку з нігтів). Корисно тримати в офісі ємність з водою, яка буде підвищувати вологість повітря: акваріум з рибками, або з різними композиціями, які імітують морське дно та сприяють релаксації співробітників.

З метою попередження пошкодження роговиці і зменшення зорового дискомфорту рекомендується: збільшення слюзопродукції і зменшення негативного впливу факторів оточуючого середовища. З цією метою застосовують препараті штучної слюзи, які в усьому світі використовуються для лікування синдрому «сухого ока». Ці препарати, в першу чергу, необхідні користувачам КІТ, які носять окуляри і контактні лінзи, не викликають звикання і підходять до постійного застосування.

Для підтримки зорового аналізатору необхідно вживати полівітамінні комплекси з додатковим вмістом вітамінів А, С, Е.

Таким чином, необхідно розробити комплексні системи профілактичних заходів, які б забезпечували багаторівневий захист здоров'я людини з високим зоровим навантаженням. Система профілактичних заходів повинна включати в свою структуру законодавчо-державний рівень, технолого-гігієнічний рівень і рівень індивідуальної профілактики.

На кожному з цих рівнів заходи, які проводяться, повинні поділятися на первинні та вторинні. Первинні заходи сприяють переводу факторів візуального походження в оптимальний інтервал впливу, а вторинні спрямовані на максимальне зниження можливого негативного ефекту.

Список літератури: 1. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: Підручник. 3-є вид./За ред. М.П. Гандзюка.- К.: Каравела, 2005.- 392 с. 2. Сергета И.В., Подригало Л.В., Малачкова Н.В. Офтальмо-гигиенические аспекты современного визуального окружения детей, подростков и молодежи. Монография. –Винница: Издательство-типография «Діло». ФЛП Данилюк В.Г., 2009.- 176 с.

Поступила в редколлегию 21.05.2011

УДК 662.987:541.13:628.33

І. В. УРЯДНІКОВА, канд. техн. наук, доц., ОНПУ, Одеса

В. М. ЗАПЛАТИНСЬКИЙ, канд. с.-г. наук, доц., НАУ, Київ

ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ МІНІМІЗАЦІЇ РИЗИКІВ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ З МЕТОЮ ЗАГАЛЬНОГО ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ДОВКІЛЛЯ

Виконано економічне обґрунтування мінімізації ризиків в системах водопідготовки і водоочистки ТЕС і ТЕЦ з метою загального підвищення екологічної безпеки довкілля. Встановлено, що система водоочищення є досить чутливою до зміни ймовірності роботи її елементів і достатня ефективність може бути отримана з порівняно малими витратами. Розрахунки показали, що мінімізацію ризику в системах водопідготовки і водоочищення ТЕС і ТЕЦ варто проводити до рівня 0,018 – 0,019. У цьому випадку можна одержати рівновагу між втратами внаслідок погіршення екологічного стану, у разі високого рівня ризику, і витратами на зменшення цього рівня.

Ключові слова: екологічна безпека, ризики, економічне обґрунтування, теплоенергетичні системи.

Выполнено экономическое обоснование минимизации рисков в системах водоподготовки и водоочистки ТЭС и ТЭЦ с целью общего повышения экологической безопасности окружающей среды. Установлено, что система водоочистки является достаточно чувствительной к изменению вероятности работы ее элементов и достаточная эффективность может быть получена из сравнительно малыми расходами. Расчеты показали, что минимизацию риска в системах водоподготовки и водоочистки ТЭС и ТЭЦ стоит проводить до уровня 0,018 – 0,019. В этом случае можно получить равновесие между потерями в результате ухудшения экологического состояния, в случае высокого уровня риска, и расходами на уменьшение этого уровня.

Ключевые слова: экологическая безопасность, риски, экономическое обоснование, теплоэнергетические системы

Presented feasibility of minimizing risk in water treatment and purification systems with the aim to the total increase of ecological safety of the environment. The system of water purification is very sensitive to changes in the probability of its elements and sufficient performance may be obtained with relatively low cost, but it takes quite a bit of calculations, which can be made according to the methodology of this work. Shown that the risk in water treatment systems and water treatment plants should be minimize to the level of 0.018 - 0.019. In this case, one can get a balance between losses

due to the worsening ecological situation, where a high level of risk exists and the costs of reducing this level.

Key words: environmental security, risk, feasibility, heat power system.

Сучасна теплоенергетика використовує велику кількість води, яка є теплоносієм в енергетичних установках і після виробничого циклу регенерується та скидається у водне середовище.

На жаль, сучасні методи очищення вод у теплоенергетиці не позбавлені ризиків порушення забезпечення нормативних показників якості води, що обумовлено різноманітністю забруднюючих речовин, а також специфічністю методів очищення води, які відрізняються за фізико-хімічними принципами й конструктивними рішеннями очисного обладнання. У разі недотримання нормативів якості води відбувається безпосереднє забруднення водного середовища внаслідок скидання забрудненої води, погіршуються показники роботи котлів, знижується їх ККД, і як наслідок для одержання потрібної кількості енергії необхідно витратити додаткове паливо, що теж збільшує забруднення повітряного басейну, ґрунту, створює додаткову екологічну загрозу флорі, фауні та людині. Таким чином, вищезгадані ризики одержання недоброякісної води при роботі систем водоочищення й водопідготовки (СВіВ) у теплоенергетиці, за своєю суттю є екологічними ризиками.

Зменшення шкідливих впливів на довкілля й підтримка екологічної безпеки може бути забезпечена в першу чергу за рахунок удосконалення процесів водоочищення й водопідготовки в теплоенергетиці. Проте, сьогодні відсутні методи обґрунтування теоретичних основ оцінок техногенного ризику від неякісного очищення води, не розроблені підходи щодо пошуку оптимальних форм управління екологічною безпекою енергетичних об'єктів.

Тому для вирішення цих проблем представляємо алгоритм оптимального управління екологічними ризиками в теплоенергетиці при водоочищенні та техніко-економічне обґрунтування на прикладі роботи блока установки електрокоагуляційної очистки, характеристики якої досить досконально вивчені автором у роботах [1, 2].

Алгоритм складається із наступних розділів, які перераховані нижче.

Ризик у системі водоочищення в теплоенергетиці варто розглядати як імовірність одержання неочищеної чи недоочищеної води на виході цієї системи при її експлуатації.

2. Як правило, системи водоочищення в теплоенергетиці складаються з трьох ланцюгів (ліній).

- а) лінія очищення води для подачі її в енергогенеруючі установки;
- б) лінія очищення підживлюючої води;
- в) лінія очищення скидної води.

Відмови в цих лініях, що викликають відповідні ризики при роботі, є спільними ймовірнісними подіями, тобто відмовлення в одній з ліній не виключає появу відмовлень в інших лініях. Тому ризик при роботі системи водоочистки буде дорівнювати ймовірнісній сумі ризиків у всіх трьох лініях.

3. Ризики в лініях *a* і *б* можуть реалізовуватися, як економічні ризики, оскільки неочищена вода приводить до зменшення терміну служби енергогенеруючих установок і погіршенню їхніх експлуатаційних характеристик.

Ризик у лінії *в* буде реалізовуватися як соціально – екологічний ризик, тому, що неочищена вода, потрапляючи в навколишнє середовище, завдає шкоди довкіллю, а також життю і здоров'ю людей.

4. Для визначення ступеня ризику, ранжирування ризиків у загальному випадку доцільно проводити по станах у яких знаходиться система під час експлуатації, тобто ризики повинні розглядатися для:

- а) стану системи коли є випадки відмовлень одного чи декількох елементів,
- б) стану позаштатної роботи через часткові відмовлення її елементів чи при несприятливих зовнішніх впливах на систему;
- в) стану штатної роботи системи водоочищення, коли ризики можуть бути результатом природної інерційності робочих процесів.

Для техніко-економічного обґрунтування розглянемо блок установки електрокоагуляційної очистки, який у середньому складається з трьох електрокоагуляторів кожен з яких працює за схемою, яка показана на рис.1.

Загальна продуктивність становить 30 м³/год. Тривалість міжремонтного циклу складає 25920 годин.

Ймовірності штатної працездатності елементів за літературними даними [1, 3] і за даними досліджень складуть:

$$P_1 = 0,95; P_2 = 0,95; P_3 = 0,95; P_4 = 0,95; P_5 = 0,98; P_6 = 0,98; P_7 = 0,98; P_8 = 0,95.$$

Це означає, що ймовірність відмов блоків системи становить:

$$P_{в1} = 0,05; P_{в2} = 0,05; P_{в3} = 0,05; P_{в4} = 0,05; P_{в5} = 0,02; P_{в6} = 0,02; P_{в7} = 0,02;$$

$$P_{в8} = 0,05$$

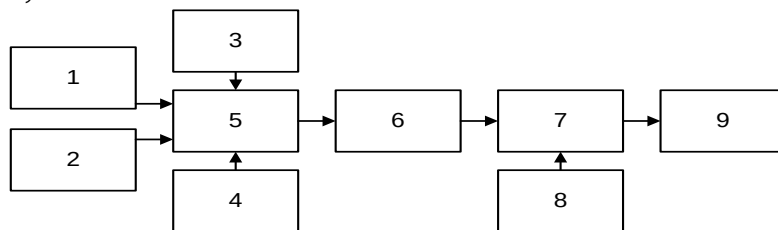


Рис.1. Структурна схема електрокоагуляційної установки.

1 - блок електрогенерованого коагулянту, 2 - електроблок генерування окислювача, 3 - джерело лугу, 4 - джерело водо-повітряної суміші, 5 - блок електрокоагуляції, 6 - блок осадження, 7 - блок нейтралізації, 8 - блок генерування O₂, 9 - очищена вода

Застосуємо програму матриці поєднань, яка має вигляд, показаний на рис. 2. Якщо ми заповнимо її ймовірностями працездатності блоків зробимо відповідні розрахунки, то отримаємо

результати показані на рис. 3.

Розрахунки ймовірності відмов поєднань елементів займають дуже багато місця і тому, як приклад, показано перший кадр розрахунків подвійних поєднань.

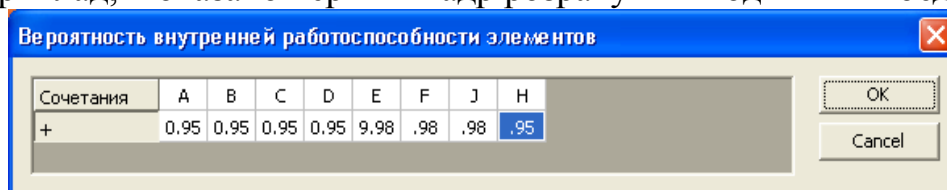


Рис.2. Вихідний стан матриці поєднань для аналізу досліджуваної системи

Рис.3. Результати розрахунку подвійних поєднань блоків системи електрокоагуляції.

Дослідження ймовірності відмов системи, як повних так і часткових за допомогою матриці поєднань показують, що найбільш “слабкі” поєднання, це поєднання куди входять блоки 2 (електроблок генерування окислювача) і 8 (блок генерування O_2).

Якщо підвищити ймовірність працездатності блоку 2 і блоку 8, наприклад до значення до 0,98, то це дозволило б оптимізувати роботу цього поєднання таким чином, що міжремонтний цикл збільшився би на 20 %, тобто на 5184 години. Це, в свою чергу, дало б можливість додатково очистити 155,5 тис. m^3 води, тобто враховуючи ціну 1 m^3 очищеної води, додатково одержати продукції на 1492992 грн. В перерахунку на рік це складе 492480 грн/рік, або 1,565 грн/ m^3 .

З технічного боку це можливо зробити, але треба враховувати той факт, що підвищення надійності роботи блоку 2 і 8 потребує збільшення витрат, причому кожен наступний відсоток підвищення працездатності, як правило коштує на порядок більше ніж попередній. Опираючись на дослідження [4-6] можна одержати результати, які дані у таблиці 1.

Таблиця 1.Результати розрахунку ймовірності відмов та економічної ефективності на прикладі електрокоагуляційної системи водоочищення

Варіанти	P_2 , %	P_8 , %	$P_2 \times P_8$, %	Загальні витрати, грн	Збільшення міжремонтного циклу, %	Додаткова продукція, m^3	Прибуток, грн	Чистий прибуток, грн
1	95	95	90,25	0	0	0	0	0
2	95	96	91,20	500	3,28	25505	244844	244344
3	95	97	92,15	5000	6,56	51010	489696	484696
4	95	98	93,10	50000	9,84	76516	734553	684553
5	96	96	92,16	1000	6,597	51298	492461	491461
6	97	97	94,09	10000	13,26	77060	739776	729776
7	98	98	96,04	100000	20	103109	1492992	1392992

У графічній формі більшість з цих даних може бути показана на рис. 4.

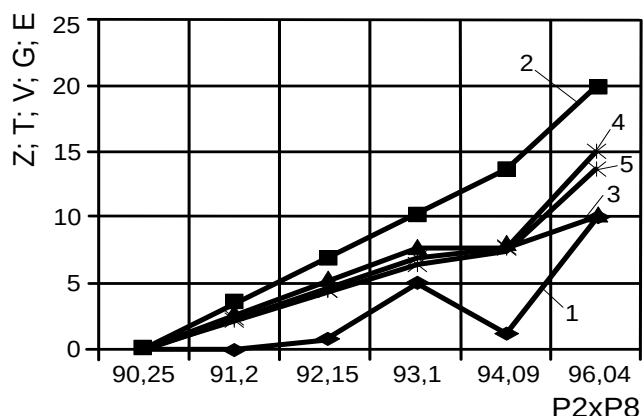


Рис. 4. Результати підвищення надійності блоків, які мають найбільший ризик за розрахунками по матриці поєднань. 1. Z - загальні витрати на підвищення працездатності елементів, грн x 10⁴; 2. T- збільшення міжремонтного циклу, %; 3. V - додаткова кількість продукції, м³ x 10⁴; 4. G - вартість додаткової кількості продукції, грн x 10⁵; 5. E- чистий прибуток, грн x 10⁵;

Аналізуючи одержані результати у даному конкретному прикладі, можна говорити, що найбільш продуктивний варіант це варіант 7 за таблицею, який надає найвищий прибуток. Цьому варіанту відповідає крапка 96,04 на рис. 4.

Обравши даний найкращий варіант проведемо детальні розрахунки, які показали, що: при застосування таких умов існує можливість додатково очистити 152332 м³ води, тобто враховуючи ціну 1 м³ очищеної води, додатково одержати продукції на 1392992 грн. Перераховуючи на рік це складає 444979 грн/рік, або 1,414 грн/м³. Таким самис чином, можна розрахувати за допомогою матриці поєднань будь-яку технічну систему, яка працює на будь-яких технічних принципах.

Збитки від викидів забруднюючих речовин теплоенергетичних об'єктів в повітряний і в водний басейни України підраховані згідно методик, введених наказами Міністерства охорони навколишнього природного середовища України № 37 від 18.05.95, № 48 від 31.01.2002, а також № 48/16064 від 21 січня 2009 р. [7, 8].

Зважаючи на результати цих розрахунків можна стверджувати наступне - ймовірність ризиків, що дорівнює 0,03 в системах водопідготовки і водоочистки ТЕС і ТЕЦ, дає збитки 6,252·10⁹ грн/рік, або 864·10⁶ \$ (шість мільярдів двісті п'ятдесят два мільйони грн/рік, або вісімсот шістдесят чотири мільйона доларів/рік).

Таким чином, треба відповісти на питання до якої межі мінімізувати ризики і яка буде при цьому економічна доцільність.

Звертаючи увагу на данні таблиці 1 можна побудувати таблицю витрат на мінімізацію ризиків, віднесених на 1 м³, а також витрат, які необхідні для мінімізації ризиків у межах всієї України, ураховуючи кількість води, що вживається ТЕС і ТЕЦ.

Зіставляючи витрати на мінімізацію ризиків зі шкодою, якої завдають ці ризики, при умові, що величина шкоди зменшується пропорційно зменшенню ймовірності ризику, можна одержати данні, які подані на рис. 5. Як видно з рис.6 мінімізацію ризику економічно доцільно проводити до крапки пересічення кривих 1 і 2, тобто до величини ймовірності 0,018 – 0,019.

Таблиця 2. Витрати для мінімізації ризиків

Величина ризику %	Витрати за рік грн./ т	Витрати за рік у межах України грн.	Витрати за рік у межах України \$
3	$3,8 \cdot 10^{-3}$	$0,195 \cdot 10^9$	$0,04063 \cdot 10^9$
2	$38 \cdot 10^{-3}$	$1,95 \cdot 10^9$	$0,4063 \cdot 10^9$
1	$380 \cdot 10^{-3}$	$19,5 \cdot 10^9$	$4,063 \cdot 10^9$

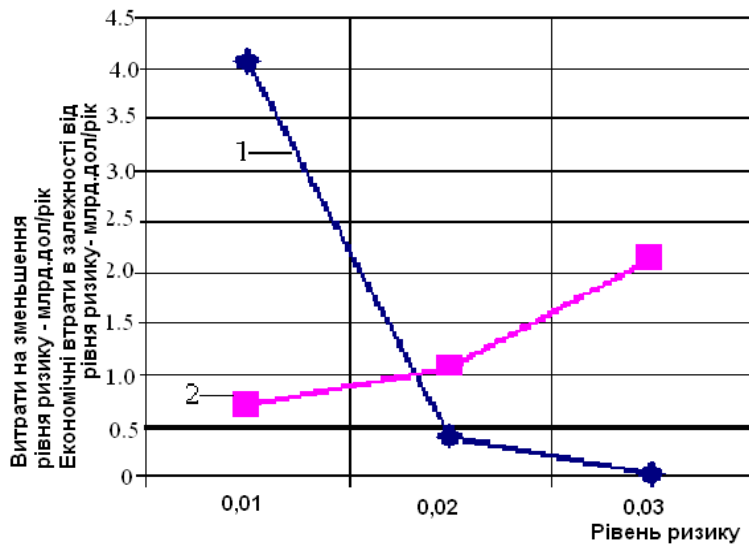


Рис. 5. 1 - Зростання витрат для зменшення ризику.
2 - Зростання витрат при зростанні ризику.

У цьому разі можна одержати рівновагу між втратами внаслідок погіршення екологічного становища у разі високого рівня ризику і витратами на зменшення цього рівню. Практичні результати безумовно потребують уточнення шляхом моніторингу, який необхідно проводити у масштабі всієї держави. Але треба прийняти до уваги, що у масштабі України це зменшує

шкоду від екологічного забруднення до рівня $3,75 \cdot 10^9$ грн/рік, тобто зменшує витрати держави на 25 млрд. грн/рік, або на 500 млн. дол. (у цінах 2008 року).

Висновки

1. Дослідження економічної ефективності дає підставу зробити висновок, що система водоочищення є досить чутливою до зміни ймовірності роботи її елементів і достатня ефективність може бути отримана з порівняно малими витратами, але потрібен досить великий обсяг розрахунків, який може бути виконаний за методологією цієї роботи.

2. Отримані дані показують, що є можливість додатково очистити 152332 м^3 води, тобто враховуючи ціну 1 м^3 очищеної води, додатково одержати продукції на 1392992 грн. Перераховуючи на рік це складає 444979 грн/рік, або 1,414 грн/ м^3 .

3. Орієнтовні розрахунки, які проведені для масштабу всієї країни, показують, що мінімізацію ризику в системах водопідготовки і водоочищення ТЕС і ТЕЦ варто проводити до рівня 0,018 – 0,019. У цьому разі можна одержати рівновагу між втратами з-за погіршення екологічного становища, у разі високого рівня ризику, і витратами на зменшення цього рівня.

Список літератури: 1. Разработка комплексной безотходной технологии утилизации сточных вод ТЭЦ БКХЗ: Отчет о НИР / Северодонецкий технологический институт ВУГУ; № 83936937. – Северодонецк, 1993. – 200 с. 2. Уряднікова І.В. Ресурсозберігаюча технологія підготовки теплоносія для теплових енергоустановок: Дис... канд. техн. наук: 05.14.14 / Уряднікова Інґа

Вікторівна. – Одеса., 2001. – 200 с. 3. Хенли Э.Дж.. Надежность технических систем и оценка риска: пер.с англ./ Хенли Э.Дж., Кумамото Х. — М.: Машиностроение, 1984.—528 с. 4. Уряднікова І.В. Методологія визначення ризиків при проектуванні і експлуатації систем водоочистки : матеріали науково-технічної конференції [«Новые и нетрадиционные технологии в ресурсо- и энергосбережении»], (Одеса, 28-29 сентября 2006 г.)/ Министерство образования и науки Украины. – Одесса. – 2006.- с. 109 – 112. 5. Уряднікова І.В. Расчет вероятностей возникновения рисков в результате отказов различных блоков системы водоочистки ТЭЦ / И.В. Уряднікова, В.Г. Лебедев // Холодильна техніка і технологія. - Одеса, 2005. - № 2 (94). - С. 53 - 55. 6. Уряднікова І.В., Лебедев В.Г. Визначення ймовірностей ризиків при роботі системи водоочищення в перехідному і усталеному режимах / І.В. Уряднікова, В.Г. Лебедев // Наукові вісті НТУУ "КПІ". - Київ, 2005. - № 3 (41). - С. 96 - 99. 7. Методики розрахунку розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів: Наказ Міністерства охорони навколишнього середовища та ядерної безпеки України № 37 від 18.05.95. - Зареєстровано в Міністерстві юстиції України, м. Київ 1 червня 1995 року за № 162/698, (Із змінами, внесеними згідно з Наказами Мінекобезпеки № 116 (z0477-95) від 26.10.95, № 8 (z0043-96) від 30.01.96, Наказом Мінекоресурсів № 48 (z0155-02) від 31.01.2002). 8. Методики розрахунку розмірів відшкодування збитків, які заподіяні державі в результаті наднормативних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря: Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України від 10 грудня 2008 року № 639. - Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 січня 2009 р. за № 48/16064.

Поступила в редколлегию 12.05.2011

УДК 538.69:331.45

А.В.ПИСАРЭВ, канд. військ.наук, НЮАУ ім.Я. Мудрого, Харків
В.А.МОЛОДЦОВ, канд.військ.наук, НЮАУ Мудрого, Харків
А.Ф.ЛАЗУТСЬКИЙ, канд. військ.наук, НЮАУ ім.Я. Мудрого, Харків
В.О.ТАБУНЕНКО, канд.. техн. наук, Академія Внутрішніх Військ МВС України, Харків
П.Д.БУРЯК, ст. викл., Академія Внутрішніх Військ МВС України, Харків

ХАРАКТЕРИСТИКА І НАСЛІДКИ ВТОРИННИХ РАДІОАКТИВНИХ ЗАБРУДНЕНЬ

В статті розглянуті коефіцієнти диспергування і перенесення, які визначаються експериментальним і розрахунковим шляхами та дозволяють прогнозувати вторинне радіоактивне забруднення при контакті із забрудненими поверхнями різних об'єктів.

В статье рассматриваются коэффициенты диспергирования и перенесения, которые определяются экспериментальным и расчетным путями и позволяют прогнозировать вторичное радиоактивное загрязнение при контакте с загрязненными поверхностями разных объектов.

In the article the considered coefficients of dispergating and transference, which are determined experimental and calculation ways and allow to forecast the second radiocontamant at a contact with the muddy surfaces of different objects.

Постановка проблеми: Вторинним радіоактивним (РА) забрудненням вважається перехід РА речовин з раніше забрудненого об'єкту на чистий

(незабруднений) або забруднений у меншій мірі. Досвід Чорнобиля показав, що один і той же об'єкт може за рахунок вторинних процесів забруднюватися кілька разів. У цих умовах вторинне забруднення становиться багатократним. Так, РА речовини можуть з місцевості, споруд, транспорту і особливо доріг, в протилежність первинному РА забрудненню, знову переходити у повітряне середовище, а потім осаджуватися, забруднюючи не лише джерело самого забруднення, але і раніше незабруднені об'єкти.

Не виключені, проте, й інші можливості вторинного РА забруднення, наприклад, забруднений нескошений трав'яний покрив переходить у ґрунт, забруднюючи землю. При пожежі в лісі РН перетворюються у дим і золу, забруднюючи повітря і поверхню землі. Деревина уловлює РА частинки, а дощ змиває їх на землю, потім вони проникають углиб ґрунту, а сприяють цьому процесу хробаки, які переносять РА забруднення на глибину до 30 см. Окрім того РА забруднення, що знаходяться на поверхні землі, розповсюджуються комахами-мурашками, мухами, метеликами тощо. Перенесення РН по харчовому ланцюгу (рис.1) складний і неоднозначний процес, він залежить від форми РН, дисперсного складу, особливостей біомаси та інших умов.

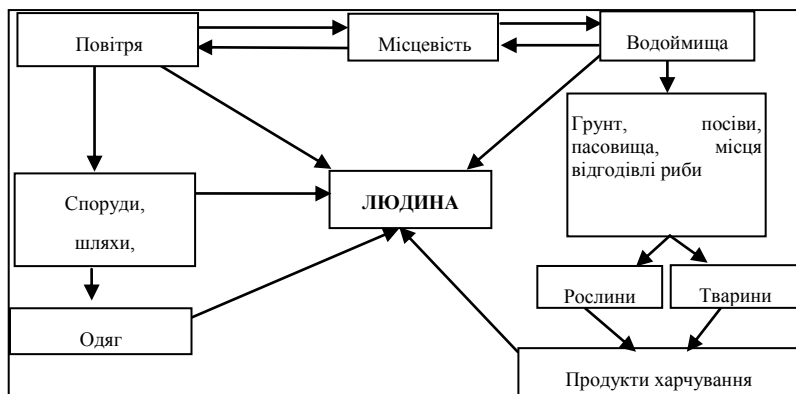


Рис. 1. Можливі шляхи вторинного РА забруднення

У свою чергу, перехід РА речовин з поверхні землі у повітря може бути викликаний різними причинами: вітром, рухом наземного транспорту, зняттям шару забрудненого ґрунту і його транспортуванням, посадкою і зльотом гелікоптерів та іншими

причинами. Підняті у повітря РА частинки розбавляються неактивними частками ґрунту. З цієї причини концентрація РА частинок у повітрі або активність за рахунок пилоутворення буде меншою у порівнянні з об'ємною активністю в процесі осідання РА частинок з РА хмари. Концентрація РА речовин або об'ємна активність приземного повітря після вторинного РА забруднення значно менша у порівнянні з тими ж параметрами первинного забруднення, тому що активні частинки в процесі вторинного забруднення розбавляються принаймні у сотні-тисячі разів частинками ґрунту. У повітрі м. Прип'ять об'ємна активність складала 10^{-13} Ки/м³, а за межами 5-ти км зони навколо ЧАЕС концентрація продуктів знизилася до 10^{-14} Ки/м³, а на території ЧАЕС вона складала $10^{-11} \dots 10^{-12}$ Ки/м³. Подібна об'ємна активність в приземному шарі повітря представляє небезпеку для людей [1].

З метою вивчення вторинного РА забруднення приземного шару повітря проводилося уловлювання РА частинок і аналіз аерозольних проб [2], узятих в липні-вересні 1986 р. в межах 30-км зони. Аналіз показав, що розподіл РА частинок підпорядковується нормально-логарифмічному закону. Процес переходу частинок, у тому числі і РА, з поверхні землі у повітря зазвичай

називають пилоутворенням. Елементарний акт цього процесу можна представити за допомогою рис.2.

Пилоутворення визначається, з одного боку, швидкістю повітряного потоку, а з іншого - станом верхнього шару ґрунту, що містить РА частинки. Окрім швидкості повітряного потоку над поверхнею землі слід розрізняти, так звані, критичні швидкості пилоутворення: перша критична швидкість $v'_{кр}$ визначається подоланням ваги і аутогезії частинок, тобто сили взаємодії між частинками, а друга критична швидкість $v''_{кр}$ - підйом частинок на висоту H .

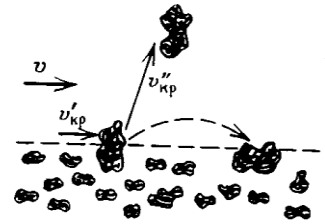


Рис.2. Пилоутворення під дією повітряного потоку

Перша стадія процесу є необхідною, але недостатньою. Якщо не буде реалізована друга критична швидкість, то станеться переміщення частинок (це переміщення на рис. 2 показано пунктирною стрілкою), а не перехід частинок у зважений стан. В цілому процес пилоутворення під дією повітряного потоку залежить від багатьох чинників, серед них найважливішими являються: структура пограничного шару повітряного потоку у поверхні землі, розмір і форма пилових частинок, нерівності місцевості тощо.

Окрім вітру пилоутворення в суху погоду викликане рухом транспорту по ґрунтовому шляху у результаті дії скатів автомобілів на верхній пилоподібний шар ґрунту і утворення вихрових потоків за рухомим транспортом. Пилоутворення відбувається при русі транспорту по магістралях, покритих асфальтом або бетоном.

Так, при інтенсивності руху в середньому за добу 3000 автомобілів верхній шар асфальтово-бетонного покриття завтовшки в 1 мм впродовж року зношується і переходить в повітря у вигляді аерозолів. Для цементно-бетонних покриттів знос за рік значно менший і складає 0,1 мм. До кінця доби масова концентрація дорожнього пилу може досягти 130 міліграм/м³ [3].

Рівень вторинного РА забруднення приземного шару повітря може бути зафіксований різним шляхом.

Інтенсивність пилоутворення можна оцінити вмістом пилу в одиниці об'єму повітря і залежно від маси повітря, що пройшло через джерело пилоутворення в

одиницю часу і наступну розмірність, що має, таку розмірність: $|G| = \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = \frac{\text{кг}}{\text{с}}$.

Загальна інтенсивність пилоутворення від РА забрудненої місцевості дорівнює:

$$G = G_1 + G_2 + G_3 + G_4, \quad (1)$$

де: G_1, G_2, G_3, G_4 - відповідно інтенсивність пилоутворення за рахунок руху транспорту, під дією вітру, робіт, що проводяться на забрудненій місцевості та інших причин. Кількісно інтенсивність пилоутворення на щебенево-гравійових шляхах досягала $1,2 \cdot 10^{-3}$ кг/с, а на ґрунтових - 0,33 кг/с [4].

Інтенсивність пилоутворення можна віднести до одиниці площі, з якою має місце це пилоутворення, і характеризувати за допомогою приведенного параметра G' , що має розмірність, кг/м²·с.

Інтенсивність пилоутворення і значення параметрів G і G_1 , що характеризують цей процес, визначають перехід в приземний шар повітря пилу в сукупності його активної і інертної компоненти. Тому параметри G і G' не повною мірою відзначають РА забруднення повітряного середовища.

Забруднення повітря за рахунок переходу РА речовин із забруднених об'єктів, у тому числі і місцевості, кількісно можна оцінити за допомогою коефіцієнту диспергування.

Коефіцієнт диспергування дорівнює відношенню концентрації РА речовин в одиниці об'єму повітря n_A до забруднення поверхні з розрахунку на одиницю площі S_1 тобто

$$K_{\text{дис}} = \frac{V_A}{S_1}, \quad (2)$$

Якщо n_A і S_1 вимірюються в одиницях, що характеризують активність, наприклад Кі/м^3 і Кі/м^2 відповідно, то коефіцієнт диспергування вимірюється у м^{-1} .

У разі забруднення поверхні РА частинками, як це мало місце в Чорнобилі, значення коефіцієнту диспергування можна представити таким чином:

$$K_{\text{дис}} = \frac{V_A}{N_s}, \quad (3)$$

де: n_A - рахункова концентрація РА частинок у повітрі - число частинок в одиниці об'єму; N_s - число активних частинок на одиниці поверхні, що генерує в повітрі РА частинки.

У разі, коли забруднення повітря в приміщенні походить від забруднених стін, коефіцієнт диспергування дорівнює:

$$K_{\text{дис}} = \frac{\xi}{e} \cdot \frac{S}{w}, \quad (4)$$

де: ξ - ймовірність переведення РА речовин із забрудненої поверхні у повітря; e - кратність обміну повітря в приміщенні за наявності вентиляції; S - поверхня, забруднена РА речовинами; w - об'єм приміщення.

На основі приведених узагальнень [1] коефіцієнт диспергування при дії повітряного потоку на відкритій місцевості складає $3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^{-1}$, при швидкості вітру 5 м/с і висоти від поверхні землі $0,3 \dots 0,6 \text{ м}$, а на закритій місцевості він знижується до $1 \cdot 10^{-5} \text{ м}^{-1}$. При видаленні РА забруднень з одягу в процесі діяльності людини або її імітації коефіцієнт диспергування може досягати 10^{-4} м^{-1} . У закритих приміщеннях, коли виключена дія повітряного потоку, а рух повітря здійснюється за рахунок конвективних струмів коефіцієнт диспергування стає мінімальним і рівним $10^{-7} \dots 10^{-10} \text{ м}^{-1}$.

При розрахуванні коефіцієнта диспергування за формулами (2) - (4) не врахований час, що характеризує процес переходу РА речовин із забрудненого об'єкту в повітря. З урахуванням цього приведений коефіцієнт диспергування можна виразити таким чином:

$$K' = \frac{K_{\text{дис}}}{\tau}, \quad (5)$$

Звичайний час диспергування обчислюють в годинах, тоді розмірність коефіцієнта диспергування рівна $\text{м}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$.

У звичайних умовах він коливається від $1,0 \cdot 10^{11}$ до $3,35 \cdot 10^{11}$ Бк/рік у даному випадку йдеться про величину пропорційну наведеному коефіцієнтові диспергування).

В процесі різноманітної діяльності люди можуть стикатися із забрудненими поверхнями транспортних засобів, споруд та інших об'єктів. В результаті відбувається перенесення РА речовин. Кількісно цей процес характеризується долею перенесеної активності при контакті із забрудненими поверхнями і виражається за допомогою коефіцієнту перенесення, який дорівнює

$$K_n = \frac{A_z}{A_g}, \quad (6)$$

де: A_z , A_g - активність із розрахунку на одиницю поверхні, Ки/м^2 або Бк/м^2 , що забруднюється і вихідної поверхні.

Іноді коефіцієнт перенесення виражається у відсотках. Переносима кількість РА речовин, що визначає вторинне забруднення, залежить від рельєфу і стану контактуючих поверхонь, природи РА забруднень, тиску, з яким прижимаються один до одного контактуючі тіла тощо.

Середні значення коефіцієнту перенесення РА частинок, діаметр яких не перевищував 50 мкм, залежно від тиску контакту характеризуються наступними даними:

Навантаження, кПа	15	100	260
Коефіцієнт перенесення:			
на одяг	0,05	0,30	0,50
на шкіру незахищену	0,20	0,70	0,85

Висновки: Навантаження 15, 100 і 260 кПа відповідають різній мірі притиску контактуючих поверхонь, а саме контакт без помітного зусилля, зіткнення під час роботи і навантаження під дією маси людини. При контакті із замасленою, забрудненою і такою, що має поглиблення поверхнями коефіцієнта перенесення може знижуватися приблизно на 15% у порівнянні з приведеними даними.

При збільшенні часу контакту, при зсуві стичних поверхонь значення коефіцієнта перенесення можуть збільшуватися.

Спостерігається зростання коефіцієнту перенесення із збільшенням розмірів частинок - при контакті легше переносяться відносно великі частки, які є носіями відносно більшої активності.

Таким чином, значення коефіцієнтів диспергування і перенесення, які визначаються експериментальним і розрахунковим шляхами, дозволяють прогнозувати вторинне РА забруднення при контакті із забрудненими поверхнями різних об'єктів.

Список літератури :1.Зимон А Д.,Пикалов В.К. Дезактивация. М., Издат, 1994. – 336с. 2.Чернобыль – пять трудных лет. Обзор под ред.Ю.В. Сивинчева, В.А. Качалова. Издат, 1992. 3.Пригода Ю Г.,Гордия Н.П., Бословска Л.Г. Гигиена и санитария. 1987, №7. с. 13...16 4. Berezhnof V.I., Valetova N.R., Dunaec G.E. // J. Radional and Nucl. Chem. Art. 1991. Vol 50, №2. P. 445...454.

Поступила в редколлегию 12.05.2011

УДК 664.48:613.292

Л.В. КРИЧКОВСЬКА , докт. біол. наук., проф., НТУ «ХП»
О.В. ЖУЛІНСЬКА, аспі., НТУ «ХП»

РАЦІОНАЛЬНІ УМОВИ ВИКОРИСТАННЯ СМАКОВИХ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЗБАГАЧУВАЧІВ В НАПОЯХ

Робота присвячена проблемі обґрунтування застосування різних нутріцевтиків у функціональних напоях. Розглядається питання введення до складу рецептури напою мікробіологічного каротину, лимонної кислоти та гідратованих фулеренів для продукту з профілактичними властивостями.

Работа посвящена проблеме обоснования применения разных нутрицевтиков в функциональных напитках. Рассматривается вопрос ввода в состав рецептуры напитка микробиологического каротина, лимонной кислоты и гидратированных фуллеренов для создания продукта с профилактическими свойствами.

The work is dedicated to the problem of grounding the usage different nutriceutics in functional drinks. The problem of the introducing the microbiological carotene and hydrated fullerenes in the drinks formulation has been reviewed in order to create the product with prophylactic features.

В раціоні харчування сучасної людини напої розглядаються як источник водорозчинних макро- та мікроелементів. Останніми роками в Україні різко знизилася середня тривалість життя населення, яка є критерієм рівня здоров'я населення в цілому. Так середня тривалість життя на сьогодні у чоловіків становить 59 років, а у жінок – 72 роки. За цими показниками Україна стійко посідає одне з останніх місць серед індустріально розвинутих країн [1,2]. Такий стан обумовлен як економічними так і екологічними чинниками

Стан харчування населення – один із найважливіших факторів, що визначає здоров'я і збереження генофонду нації. Правильне харчування сприяє профілактиці захворювань, подовженню життя, створенню умов для підвищення здатності організму протидіяти несприятливому впливу навколишнього середовища. Здоров'я сучасної людини в значній мірі визначається характером, рівнем і структурою харчування, яка має ряд серйозних порушень: надмірне споживання тваринних жирів і дефіцит поліненасичених жирних кислот, повноцінних білків, вітамінів (С, Р, групи В, Е, фолієвої кислоти, ретинолу, β -каротину). Порушення структури харчування – головний чинник, що є не менш важливим, ніж екологічна забрудненість [3].

Одним з основних шляхів виходу з такої кризової ситуації є використання в раціоні харчування концентратів природних або ідентичних природним з'єднань, необхідних організму. Вони можуть бути в будь-якій формі, зручній для споживання – у вигляді капсул, таблеток, драже, рідини (напоїв).

Стійкий і зростаючий дисбаланс мікронутрієнтів в раціонах вітчизняних споживачів викликаний рядом об'єктивних причин: напруженим ритмом життя,

викликаним вторгненням в життєдіяльність людини нових технологій, автоматизації і комп'ютеризації основних виробничих процесів, гігантських інформаційних потоків, дефіцит часу зі зміною характеру (збільшенням консервованої, дефіцитом вітамінізованої їжі при зниженні багатих мінеральними речовинами продуктів), зменшення кількості їжі, що приймається, зниження енерговитрат, порушення екології і забруднення навколишнього середовища надають колосальні навантаження на адаптаційні системи організму [4-5].

Особлива роль у раціональному харчуванні населення надається створенню принципово нових, збалансованих за складом продуктів, збагачених функціональними інгредієнтами. Науковою основою концепції збалансованого харчування є теорія збалансованості харчових раціонів щодо основних найважливіших компонентів для людей різних вікових груп, рівнів фізичного та розумового навантаження [2].

Один з біологічно активних інгредієнтів - β -каротин є провітаміном А і має властивості антиоксиданту, які дозволяють нейтралізувати вільні радикали - реактивні активовані молекули, що утворюються у ході певних нормальних біохімічних реакцій або з екзогенних джерел, - наприклад, таких, як забруднене повітря або сигаретний дим. β -каротин захищає макромолекули та біомембрани клітин від пошкодження і тим самим забезпечує підвищення резистентності організму до дії вільних радикалів та різноманітних патогенних вірусів. Вільні радикали можуть пошкоджувати ліпіди в клітинних мембранах так само, як і генетичний матеріал у клітинах, що можуть привести до розвитку онкологічних захворювань. Також β -каротин може блокувати атомарний кисень, який утворюється, зокрема, у шкірі під впливом ультрафіолетового опромінення і який може викликати передонкологічні зміни в клітинах [6,7]. β -каротин бере участь у процесі нормального оновлення епітеліальних тканин, має антиксерофтальмічну дію, нормалізуючі впливає на формування та функції епітеліальних тканин і підвищує їхню стійкість до інфекцій, підвищує протипухлинну резистентність організму. Попередні результати подвійного контрольного випробування з використанням плацебо, а також результати вивчення методом «випадок-контроль» показали, що β -каротин може знижувати ризик розвитку ішемічної хвороби серця. Також вважається, що β -каротин підсилює дію статевих гормонів. В ряді досліджень на тваринах та на людях наголошувалося, що додавання β -каротину в їжу підсилює імунні реакції [8]. Помірне та регулярне вживання каротинмістивних продуктів можна рекомендувати як чинник, що знижує ризик розвитку передчасного старіння та пухлин. [8-9].

Розумінню важливості ролі, яку β -каротин відіграє у харчуванні людини та, можливо, його терапевтичного потенціалу, сприяють дані епідеміологічних досліджень, які показують, що частота ряду патологічних процесів (пухлини, фотодерматози та інші захворювання) знаходяться в зворотній залежності від рівня β -каротину в плазмі крові. Про важливість у харчуванні вітаміну А і β -каротину також говорять наступні факти. По даним ВОЗ, від ГРВІ, нежиті, отитів, ангін, бронхітів, пневмонії, що виникають зокрема з-за браку вітаміну А, понад 1 мільйон чоловіків 40-60-річного віку стають інвалідами.

Треба сказати, що особливістю об'єктів розробки напоїв функціонального призначення є наявність в його складі інгредієнтів (солей заліза), що впливають на зовнішній вид, зокрема на прозорість. В цьому випадку критерій «зовнішній вид» не відноситься до числа пріоритетних. Але важливим для споживача є смак та колір напоїв, стабільність цих показників при збереженні.

В якості антиоксиданту, що обумовлював стабільність водорозчинного каротину в напої добавляли лимонну кислоту. Вищим балом по критерію «колір» отримали оцінку напої, з концентрацією лимонної кислоти від 0,2 до 0,3%. Колір напоїв був золотистим і був таким на протязі восьми - десяти діб (рис. 1)



Рис.1. Динаміка змін показника «колір» напою з кількістю лимонної кислоти 0,3%)

При розробці технології функціональних напоїв на модельній системі, що включає воду з гідратованими фулеренами, каротином та лимонну кислоту, вирішували наступні задачі:
-обирали оптимальну

кількість (концентрацію) лимонної кислоти для стабілізації каротину в напої.

Для визначення оптимальних умов отримання функціональних напоїв з задовільними характеристиками смаку та кольору ми проводили експериментальні дослідження модельних систем по введенню різних кількостей сиропу.

Предварительно було показано, що внесення в напій каротину мікробіологічного в кількості 1, 2, 3, или 4% дозволяє отримати напій з задовільними органолептичними характеристиками. Для цього було проведено по дві серії експериментів з зразками сумішей: сок яблучний, мікробіологічний каротин, гідратовані фулерени і лимонна кислота 0,2, 0,3 и 0,4%, Яблучний сік та лимонну кислоту вносили в колби з гідратованими фулеренами та каротином. Розчини перемішували і через 15 хвилин проводили органолептичний аналіз. Показники смаку оцінювали по п'ятибальній шкалі. Результати оцінок представлено в таблиці 2.

При використанні метода найменших квадратів в програмному пакеті Micro-Call ORIGIN 5,0 проведена апроксимація поліномами третьої ступені функції балів по смаковому показнику від двох перемінних (концентрації каротину мікробіологічного та концентрації лимонної кислоти). Графік залежності балів смаку модельної системи з мікробіологічним каротином мав ярко виражений мінімум в діапазоні значень при концентрації лимонної кислоти 0,20 - 0,22% та концентрації каротину 2,4%.

Таким чином, експериментально обґрунтовано співвідношення каротину мікробіологічного та лимонної кислоти, що стабілізує його від окислення у складі функціонального напою.

Таблиця. Оцінка смаку модельної системи з каротином і лимонною кислотою

№ зразка	Концентрація каротину%	Концентрація лимонної кислоти, %	Бали по смаковому показнику
1	1	0,2	2
2	1	0,3	2
3	1	0,4	3
4	2	0,2	5
5	2	0,3	5
6	2	0,4	4
7	3	0,2	5
8	3	0,3	5
9	3	0,4	4
10	4	0,2	3
11	4	0,3	4
12	4	0,4	5

Список літератури: 1. *Ахмедов А.У.* Безалкогольные напитки, богатые йодом и биологически активными веществами // Пиво и напитки. - 2003. - № 2.-С. 76. 2. *Базыкина Н.И., Филиппенко Т.А.* Оптимизация условий экстрагирования природных антиоксидантов из растительного сырья //Химико-фармацевтический журнал. - 2002. - № 2. - С. 46-49. 3. *Бакулина О.Н., Лейн Т.Е.* Обогащение сокосодержащих напитков // Пищевая промышленность. - 2005. - № 3. - С. 82. 4. *Дымова А.* Здоровые функциональные напитки // Food and Drinks. - 2003. -№3.- С. 10-13. 5. *Еганян А.Г.* Исследование потребительских предпочтений при выборе и покупке напитков // Пищевая промышленность. - 2005. - № 2. - С. 60-61. 6. *Кочеткова А.А.* Функциональные продукты в концепции здорового питания // Пищевая промышленность. - 2002. - № 3.- С. 4-5. 7. *Кулаковская, Л.А.* Рынок напитков в настоящее время // Пиво и напитки. - 2007. - № 2. - С. 87. 8. Functional drinks : the taste of the future // Drink Technology and Marketing. - 2004. - № 9-10. - P. 8 - 10. 9. Functional drinks with proven functionality // Wellness Foods Europe. - 2005. - № 5. - P. 20-22.

Поступила в редколлегию 21.05.2011

СОДЕРЖАНИЕ

С.А. Петров, В.Б. Дистанов, А.Г. Белобров	3
Компьютерный прогноз биологической активности органических люминофоров производных БИС-2-Фенил-4-Циннамоилиден-Оксазол-5-ОНА	
Ф.Ф.Гладкий, Л.А Данилова, Т.О.Березка, О.М. Півень, В.А. Домарецький	6
Про механізм реакції окиснення ІЗО-Альфа-кислот хмелю киснем повітря	
А.П. Мельник, Т.В. Матвеева, С.О. Крамарев, О.І. Ткач	12
Щодо інтенсифікації видалення рідин з свердловин	
А.П. Мельник, Т.І. Марценюк, С.Г. Малік	16
Кінетика амідування соєвої олії моноетаноламіном	
С.А. Паненко, А.Г Белобров, И.В. Лысова	19
Источники сырья и получение моноалкилнафталинов	
А.П. Мельник, В.Ю. Папченко	23
Отримання піноміючої композиції	
В.О. Занора, А.І. Боркун	27
Визначення надлишкових витрат технологічного процесу обробки деталей з нежорсткими елементами	
В.Е.Спицын, А.П. Попов, А.И.Мироненко, С.А.Дзятко	30
Результаты первых испытаний зубчатых передач с первоначально точечным контактом зубьев	
Г.Ю. Концевич, К.В. Цой, В.В. Нерубасский	37
Сопровождение эксплуатации и сервисное обслуживание газотурбинных двигателей ГП НПКГ «Зоря» - «Машпроект» с использованием удаленного мониторинга и системы технической диагностики	
М.Ю. Шелковский	42
Метод математического моделирования геометрических параметров лопаточных венцов ступени компрессора	
А.Н. Горяинов	48
Информационное обеспечение реализации диагностических процедур на транспорте	
О.Я. Ніконов, О.О. Подоляка, В.Ю. Улько	53
Побудова областей стійкості і функціоналу якості інформаційно-керуючої підсистеми електрогідравлічних слідкуючих приводів багатопільових транспортних засобів	
І. В. Свид	60
Аналіз завадостійкості способу передавання польотної інформації у запитальних системах спостереження	
Мохаммед Хасан Хессейн Али	64
Объективная оценка качества передачи изображений в видеотракте системы цифрового телевидения	
П.С. Носов, Ю.И. Косенко, М.С. Сафонов	68
Модель нахождения оптимума знаний-умений студента в условиях индивидуализации обучения	

А.В.Яцишин	72
Екологічна безпека техногенно-навантажених регіонів: аспекти управління	
О.Я. Карпович, О.А. Онищенко	77
Верификация математической модели вентиляльно-индукторного электродвигателя микрокомпрессора	
М. Н. Наказненко, Т.Ю. Федоренко	83
Использование элементов пельтье в качестве теплового насоса	
Н.И. Слипченко, В.А. Письменецкий, А.В. Фролов,	86
Н.В. Герасименко, А.А. Кирилюк, А.Н. Дзюба, И.В. Звершховский	
Экспериментальные исследования характеристик солнечной панели KV 150/24(12) в зимних условиях	
А.И. Зубков, Ю.В. Панова	93
Структура и прочность нанофазных конденсатов CU-MO	
І.О. Мезенцева, І.М. Любченко, Н.Є. Мовмига	99
Стан виробничого травматизму в Україні	
В.Д. Губенко, В.А.Голендер, Л.А. Артемьева	102
Анализ возмущающих факторов рельсового пути, влияющих на вибрацию и шум при движении вагонов метрополитена	
Н.Б. Волненко, О.И.Богатов, В.Н. Литвиненко , В.Г. Покотило	107
О некоторых нерешенных вопросах преподавания дисциплины «безопасность жизнедеятельности» в высших учебных заведениях Украины	
Н.Є. Твердохлебова , О.В. Бордзиловський	112
Тенденції розвитку єдиної системи навчання охороні праці	
В.І. Д'яконов, В.П. Богомолова, О.В. Дьяконов, Л.П. Присяжна , Є.С. Крамаренко	117
Щодо стратегії реагування на зміни клімату лісогосподарського комплексу Харківщини	
В.М.Стрелец, М.В.Васильев	121
Закономерности работы спасателей в комплексе средств индивидуальной защиты органов дыхания первого типа	
В.В. Березуцкий, Б. Блюхер	125
Трагедия в мексиканском заливе и готовность защитит людей и природу от последствий	
Б.В. Дзюндзюк, І.І. Хондак, Н. Л. Березуцька	134
Вплив шкідливих факторів на психологію та фізіологію праці	
І. В. Уряднікова , В. М. Заплатинський	139
Економічне обґрунтування мінімізації ризиків в теплоенергетичних системах з метою загального підвищення екологічної безпеки довкілля	
А.В..Писарэв, В.А. Молодцов, А.Ф. Лазутський, В.О. Табуненко, П.Д. Буряк	145
Характеристика і наслідки вторинних радіоактивних забруднень	
Л.В. Кричковська , О.В. Жулінська	150
Рациональні умови використання смакових та функціональних збагачувачів в напоях	

Наукове видання

**ВІСНИК НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ "ХПІ"**

Збірник наукових праць

Тематичний випуск

"Нові рішення в сучасних технологіях"

Випуск №24

Науковий редактор докт. техн. наук, проф. Є. І. Сокол

Технічний редактор Т.Л. Коворотний

Відповідальний за випуск канд. техн. наук І. Б. Обухова

Обл.-вид. № 87-11

Підписано до друку 17.06.2011 . Формат 60х84/16 Папір офсетний.

Друк різнографічний. Ум.-друк. арк. 8. Зам. №24

Надруковано у видавництві "Технологічний центр"

вул. Новгородська, 3а, м. Харків, 61145

Тел./факс (057) 750-89-90