

**ВІСНИК
НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ "ХПІ"**

ISSN 2079-5459

Збірка наукових праць

17'2012

***Тематичний випуск "Нові рішення в сучасних
технологіях"***

Видання засноване Національним технічним університетом «ХПІ» в 2001 году

Держвидання

Свідоцтво Держкомітету з інформаційної політики

України КВ №5256 від 02.07.2001 р.

КООРДИНАЦІЙНА РАДА

Голова

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

Секретар координаційної ради

К.А. Горбунов, канд. техн. наук, доц.

Координаційна рада

А.П. Марченко, д-р техн. наук, проф.
Є.І. Сокіл, д-р техн. наук, проф.
Е.Е. Олександров, д-р техн. наук, проф.
А.В. Бойко, д-р техн. наук, проф.
М.Д. Годлевський, д-р техн. наук, проф.
А.І. Грабчєнко, д-р техн. наук, проф.
В.Г. Данько, д-р техн. наук, проф.
В.Д. Дмитрієнко, д-р техн. наук, проф.
І.Ф. Домнін, д-р техн. наук, проф.
В.В. Єпіфанов, канд. техн. наук, проф.
Ю.І. Зайцев, канд. техн. наук, проф.
П.А. Качанов, д-р техн. наук, проф.
В.Б. Клепиков, д-р техн. наук, проф.
С.І. Кондрашев, д-р техн. наук, проф.
В.М. Кошельник, д-р техн. наук, проф.
В.І. Кравченко, д-р техн. наук, проф.
Г.В. Лісачук, д-р техн. наук, проф.
В.С. Лупіков, д-р техн. наук, проф.
О.К. Морачковський, д-р техн. наук, проф.
В.І. Ніколаєнко, канд. іст. наук, проф.
В.А. Пуляев, д-р техн. наук, проф.
В.Б. Самородов, д-р техн. наук, проф.
Г.М. Сучков, д-р техн. наук, проф.
Ю.В. Тимофєєв, д-р техн. наук, проф.
Н.А. Ткачук, д-р техн. наук, проф.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Ответственный редактор

Е.І. Сокол, д-р техн. наук, проф.

Відповідальний секретар

Івахненко А.В. ст.викладач,
Коворотний Т.Л., асистент.,

Члени редколегії

Г.І. Львов, д-р техн. наук, проф.;
О.С. Куценко, д-р техн. наук, проф.;
Л.Г. Раскін, д-р техн. наук, проф.;
В.Я. Заруба, д-р техн. наук, проф.;
В.Я. Терзіян, д-р техн. наук, проф.;
М.Д. Узунян, д-р техн. наук, проф.;
Л.Л. Брагіна, д-р техн. наук, проф.;
В.І. Шустіков, д-р техн. наук, проф.;
В.І. Тошинський, д-р техн. наук, проф.;
Р.Д. Ситнік, д-р техн. наук, проф.;
В.Г. Данько, д-р техн. наук, проф.;
В.Б. Клепиков, д-р техн. наук, проф.;
Н.Н. Олександров, д-р техн. наук, проф.;
В.Т. Долбня, д-р техн. наук, проф.;
Б.В. Кліменко, д-р техн. наук, проф.;
П.Г. Перерва, д-р екон. наук, проф.;
М.І. Погорелов, канд. екон. наук, проф.

АДРЕСА РЕДКОЛЕГІЇ

61002, Харків, вул. Фрунзе, 21 НТУ
«ХПІ», РМУС Тел. (057) 707-60-40

Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Збірник наукових праць.
Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях.- Харків: НТУ „ХПІ» -
2012. - №17. - 156 с.

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

Для научных работников, преподавателей, аспирантов, специалистов

У збірнику представлені теоретичні та практичні результати наукових досліджень та розробок, що виконані викладачами вищої школи, аспірантами, науковими співробітниками, спеціалістами різних організацій та підприємств.

Для наукових співробітників, викладачів, аспірантів, спеціалістів

Друкується за рішенням Вченої ради НТУ „ХПІ", Протокол №4 від 17.04.2012

Національний технічний університет „ХПІ" 2012

УДК 621.74 + 338.4

А. Г. ЖУРИЛО, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ»

Д.Ю. ЖУРИЛО, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ»

МЕТАЛЛООБРАБОТКА У НАШИХ ПРЕДКОВ: ТЕХНОЛОГИЯ И ТОПОНИМИКА

Наведено історичні та технологічні дані щодо початку металообробки давніх слов'ян. Досліджено топоніміку деяких металургійних термінів

Приведены исторические и технологические данные о начале металлообработки древних славян, топонимики металлургических терминов

Are the historical and technological data on the early metal of ancient Slavic toponymy of metallurgical terms

Наши предки искусно владели искусством металлообработки. С древних пор железо они восстанавливали из болотных или озерных руд. Такая руда имела красноватый цвет, да и вид имела красноватой земли. Поэтому не случайно, что наши предки ее называли «*руда*», то есть так же как и «*кровь*», а прилагательное «*рудый*» было синонимом «*красного*», «*рыжего*». Чтобы выделить это железо из руды, нужно было его восстановить из соединений. Но вначале такую руду старались подвергнуть первичному обогащению — извлечь камни из руды.

Озерная руда залегает на дне озер, заливов или в отмелях слоями толщиной до 50 см, является зернистой (от мельчайших зерен крупностью 1...2 мм до зерен размером с куриное яйцо), либо состоит из сплюснутого кругляка. Содержание железа в руде составляет 30...35%. Болотная руда - бурый железняк органического происхождения (железистые отложения на корневищах болотных растений) значительно беднее - в ней содержится лишь до 25% железа. [1] Для определения содержания руды в болоте или озере наши предки опускали туда березовую кору: если по истечении некоторого времени наружная шелуха коры разъедалась ржавчиною, то в этом месте начинали добывать руду.

Сыродутный процесс основан на способности железных руд (точнее, окислов железа) реагировать с восстановителями при сравнительно низкой температуре (700—750°C), исключая стадию плавления: железо восстанавливалось в тестообразном состоянии. Для восстановления железа первоначально использовали ямы, вырытые на склонах гор, затем очень небольшие по размеру горны или печи, углубленные в землю. Постепенно размеры горна печи увеличивались, форма их изменялась; появились наземные шахтные печи. Восстановленное при 900-1000°C железо получалось в виде комочков (криц), запутавшихся в массе шлака. Напоминая икру, они получили от нее и название «(и)крица». Размягченную при нагреве пустую породу отделяли при проковке. От корня «крица» образовалось слово «кръч» - кузнец, ковач железа)

Все восточнославянские племена, все позднейшие русские княжества находились в зоне рудных месторождений; русские кузнецы почти повсеместно были обеспечены сырьем. Найти железную руду было не труднее, чем залежи гончарной глины [2].

Но специализация древних металлургов существовала уже в то время. Причин этому было несколько.

1. Для выплавки и обработки металла кроме руды и восстановителей нужны знания. Технических книг даже 1000 лет назад ни у славян, ни у европейцев не было, а знания передавались по наследству от отца к сыну (благо, по свидетельству историков и археологов, детей в семьях древних славян было много и было из кого выбирать и будущего металлурга, и будущего пахаря) и нередко бывало, что последний ремесленник в роду уносил свои знания и умения в могилу.

2. В одиночку производить металл сыродутным способом невозможно, так как такой процесс требует множества рабочих рук для добычи руды, выжигания древесного угля, восстановления руды до крицы и выжимания шлаков из крицы путем ее проковки.

3. Железо нельзя употреблять в пищу, поэтому древних металлургов надо было кому - то кормить, шить для них обувь и одежду.

4. Металлургов (вместе с пахарями и животноводами) надо было защищать от внешних врагов, которые в эти времена в основном занимались грабежом и набегами (а воинов тоже надо было кому - то кормить, шить для них обувь и одежду, изготавливать оружие).

5. Нужно кому-то было быть купцом, то есть заниматься обменом и торговлей, например, те же металлоизделия продавать кочевникам в обмен на скот, шкуры и шерсть, или быть посредником между племенами и родами, живущим вдали от основных торговых путей и менять железо и ткани на рыбу, шкурки, посуду.

6. В любом обществе всегда были старейшины, жрецы (волхвы, служители культов), их окружение и свита (и их тоже надо было кому - то кормить, обувать и одевать).

Из всего этого следует, что количество древних металлургов не могло превышать 5 – 7 % от общего количества населения и их продукция была дорогой. Например, находка археологами меча возрастом 800 и более лет всегда является сенсационной, так как это было княжеское оружие, а простолюдин в те времена позволить себе приобрести такое ценное оружие не мог.

В противоречие с этим вступает топонимика. Известно, что кузнецами в древности называли не только людей, занимающихся непосредственно ковкой металлов, но и всех, кто был связан с металлообработкой – металлургов, литейщиков, огнеупорщиков, оружейников и других. (Не забудем, что ювелиров еще 100 - 150 лет назад называли «златокузнецы».) Известно, что фамилии Кузнецов, Коваленко, Коваль, Ковач, Смит, Блэксмита и производные от них и сегодня являются наиболее распространенными в мире. Фамилии Гамарник, Руднев, Рудин, Рудич, Дымар, Дымер и производные от них более редки, но

также отражают профессиональную деятельность первых носителей этих фамилий – металлообработку.

Хотя, с другой стороны, в последние 150 лет (после отмены крепостного права) у славян часто образовывались фамилии по имени отца: Иванов – сын Ивана, Семенов – сын Семена, Гаврилов – сын Гаврилы и им аналогичные в русском языке. В украинском языке Иваненко – сын Ивана, Петренко – сын Петра и т.д. В белорусском языке Карпович – сын Карпа, Игнатович – сын Игната, Богданович – сын Богдана и т.д. Поэтому возможно, что фамилии, связанные с обработкой металла, вследствие их большей распространенности, более древние и зачастую принадлежали людям вольным, не крепостным или же мастерам своего дела.

В научном мире распространено мнение, что чугун в Европу принесли кочевые племена. По мнению авторов, это, по меньшей мере, сомнительно.

Печи или горны, в которых получали сыродутное железо, назывались плавильными горнами, а помещение, имеющее вид сарая, в котором находилось от одного до четырех горнов, называлось домницей. После перехода к двухстадийному процессу получения железа в документах по-прежнему встречается название плавильный горн, иногда плавильная печь и очень редко — домна. Все сооружение – один или два горна и специальное помещение вокруг горнов — получило еще в XVII в. название плавильни [1].

Важность дутья для выплавки железа из руды хорошо осознавалась очень давно. Недаром тот же Даниил Заточник (живший в XII – XIII вв.), сам себя называющий *«смысленым и крепким в замыслах»*, пишет, что *«не огонь творит разжение железу, но надмение мешное»*. «Надмение» — дутье; отсюда надменный — надутый; от этого же корня происходит и глагол «дмать» (очевидно, в форме «дъмать») и название горна — «домна» («дъмна»), «домница». С появлением дутья (*«надмения мешного»*) печь или горн превратились в «домницу», а с разрастанием производства термин «домница» охватил все печи с применением мехов [2].

Само название «дом» образовано от слова «домница». От этого же корня происходит и современное – домна (доменная печь), то есть печь неподвижная, сопоставимая с капитальным домом. Как кочевники возили на себе (или даже в обозах) печи, руду, топливо, меха и прочее – вопрос интересный. Тем более, что кочевники, в большинстве своем были степняками, а в степи деревья растут плохо (или вообще не растут), а в качестве топлива наиболее часто использовали кизяк. О различных видах топлива для плавильных печей писали многие ученые. Они упоминали древесный и каменный угли, антрацит, торф, различные горючие газы, кокс, даже дрова [2, 3, 5]. Но о плавильных печах, в которых использовался кизяк, ни один автор не упоминает.

Так же по принципу аналогии появился и термин «меха» – устройство для подачи воздуха в плавильное пространство печи, вначале изготавливаемое из шкур и меха животных. С тех пор все приспособления с растягивающимися складчатыми стенками для нагнетания воздуха мы и называем мехами.

Крупная кустарная промышленность издавна существовала на Киевщине и Волынщине. Ещё в XVIII веке там насчитывалось до 300 «руден», однако к

середине XIX века они почти совсем прекратили свое существование; хотя к этому времени для приведения в движение мехов уже использовали не мышечную силу людей, а мельничные колеса [3, стр. 76].

Добычей руды и восстановлением ее в печах в XVIII в. занимались не металлурги – одиночки, как в древности, а целые семьи, иногда и несколько семей, которые, объединившись, имели одну – две домницы. При этом они не были полностью оторваны от сельского хозяйства. Согласно писцовым книгам, домники платили оброк не только железом, но и продуктами сельского хозяйства. Отдельные виды работ вели строго по месяцам: в августе и сентябре добывали руду, которую складывали на высоких местах в кучах для обезвоживания; в конце октября — начале ноября железную руду обжигали на кострах, затем обогащенную руду в коробах перевозили в селения и складывали в специально подготовленные сусеки. С января по апрель домники занимались восстановлением руды в железо, из которой делали все орудия труда, от гвоздей до плугов и топоров [1].

Но все это было верно для примитивной металлургии, в которой получали крицу. С появлением промышленного производства металлурги стали заниматься только одним делом – выплавкой и обработкой металла, постепенно переходя на двуступенчатый процесс получения металла – вначале восстановление чугуна, а уже из него – производство стали.

Появление специфических слов и выражений, т.н. профессионализмов, продолжалось далее и не закончилось и сегодня, переходя из одного языка в другой. В качестве примеров можно вспомнить, что заготовка для дальнейшего переплава в русском и украинском языках называется «чушка», то есть «свинья». Аналогично, в английском языке она называется «Pig Iron», то есть дословно «свиное железо» [4]. Немецкие металлурги называют «свиньей» (Sau), а русские — «козлом», настыль, которая образуется на стенке или на поду печи при нарушениях хода процесса и которую трудно удалить [5].

Исследуя топонимику Европейской части России, Украины и Беларуси, особенно с маломасштабной картой, можно отметить, что поселения с названием Рудня, Руденка, Дымарка, Гамарня, Руда редкими не являются [6].

Кроме того, все южные заводы, появившиеся на нынешней территории Украины (кроме Сулинского завода Пастухова [7]), после отмены крепостного права, имели зарубежный капитал [8]. Стоит ли удивляться, что немалое количество технических терминов и сегодня в нашем языке имеет иностранные корни: чугун, штрек, орта, юберзихбрехен, маркшейдер, кокиль, каупер, скуп, нейзильбер, мельхиор, дюраль, пудлингование, рельс и многие другие.

Выводы:

1. У древних металлургов существовала специализация при получении железа кричным способом.

2. Мнение, что чугун в Европу принесли именно кочевые племена - сомнительно.

3. Наиболее древними в славянских языках являются фамилии, образованные от профессий металлообработки, а более молодые – образованные от имени отца.

4. Образование терминов в горном деле, металлургии и литейном деле производилось по аналогии с хорошо известными предметами и часто имело иностранные корни.

Список литературы: 1. *Стоскова Н.Н.* Первые металлургические заводы России. М.: АН СССР, 1962.-106 с. С. 3-16 2. История культуры древней Руси. Домонгольский период. Материальная культура. /Под ред. Н.Н. Воронина, М.К. Каргера, М.А. Тихановой. М.- Л.: АН СССР, 1948. – 383 с 3. *Струмилин С.Г.* История черной металлургии в СССР, т. I. М., 1954/ 4. *Журило А.Г.* Начало чугунолитейного производства // Сборник трудов VI международной научно-практической конференции «Наука: теория и практика». – Варшава (Польша), 2009.- Т. 6. 5. *Мезенин Н.А.* Повесть о мастерах железного дела М, Знание, 1973. - 223 с. 6. *Федоренко П.К.* Рудни Левобережной Украины в XVII – XVIII вв. М.: АН СССР, 1966. – 263 с. 7. *Журило А.Г.* Некоторые вопросы становления металлургии Юга России // Вестник НТУ «ХПИ» № 9. 2011. С. 52-61. 8. *Журило А.Г.* Первая мировая война как технологическая категория металлообработки. Металлургия Украины в начале XX века // Процессы литья. № 4. 2011 г. С. 67...73

Поступила в редколлегию 20.03.2012

УДК 656:681.518.5

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

СРЕДСТВА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ В ТРАНСПОРТНОЙ ДИАГНОСТИКЕ

Розглянуто питання використання засобів діагностування. Запропоновано види засобів діагностування в межах транспортної діагностики.

Ключові слова: засоби діагностування, діагностика, транспорт

Рассмотрены вопросы использования средств диагностирования. Предложены виды средств диагностирования в рамках транспортной диагностики.

Ключевые слова: средства диагностирования, диагностика, транспорт

Questions of diagnostics tools use are considered. Kinds of diagnostics tools within the limits of transport diagnostics are offered.

Keywords: diagnostics tools, diagnostics, transport

1. Введение

Поиск направлений оптимизации работы транспорта способствует развитию методологии диагностики. Формируется теоретическая база транспортной диагностики (например, [1, 2]).

Транспортную диагностику, с учетом современной интерпретации, следует рассматривать во взаимосвязи с технической и экономической диагностикой. Это подтверждается и появлением исследований в области экономической диагностики на транспорте (например, [3]).

Опираясь на методологию технической диагностики, как наиболее развитой составляющей в области диагностики на транспорте, можно констатировать, что существуют пробелы в знаниях по транспортной диагностике. К числу недостаточно изученных вопросов можно отнести описание средств диагностирования. Поэтому актуальным является проведение исследований в этом направлении.

2. Анализ публикаций

Обзор информационных источников свидетельствует о доминировании термина «средства диагностирования» в среде технической диагностики. Полным аналогом этого термина, согласно [4], является термин «средство технического диагностирования». В качестве примеров работ на транспорте можно отметить [5, 6]. Также используется термин «средства измерения» [6, с.146]. Среди немногих работ по транспортной диагностике следует отметить работу [7], в которой предложено использовать термин «технико-технологические средства диагностирования», что позволяет выделить специфику данного вида диагностики. В рамках экономической диагностики в явном виде не выделяют средства диагностирования. Подразумевается, что диагностический признак

объекта диагностирования обладает набором характеристик, которые следует оценить для составления диагноза. При этом основными методами получения таких характеристик являются статистические методы. Другими словами, в экономической диагностике акцент делается на аналитических средствах определения состояния объекта диагностирования, и не выстроена система понятий относительно средств диагностирования. Примером может служить работа [8].

Резюмируя, можно отметить, что существует определенная разрозненность в понимании места средств диагностирования в различных видах диагностики. Поэтому, при обобщении материалов по вопросам использования средств диагностирования в транспортной диагностике, следует это учитывать.

3. Цель и постановка задачи

Целью данной работы является определение средств диагностирования, которые могут быть использованы в рамках транспортной диагностики.

4. Результаты исследования

Рассматривая вопросы использования средств диагностирования в транспортной диагностике, отметим следующий материал, который характеризует техническую диагностику. Согласно [9, с. 129], «Техническое диагностирование является составной частью ТО и Р машин» (ТО и Р – техническое обслуживание и ремонт). Опираясь на эти данные и используя метод аналогий, можно предложить следующее: рассматривать транспортную диагностику как составную часть транспортного обслуживания. Другими словами можно говорить об устойчивой функциональной связи «транспортное обслуживание – транспортная диагностика» как логическое продолжение связи «техническое обслуживание – техническая диагностика», и более глобальной связи «обслуживание - диагностика» - рисунок

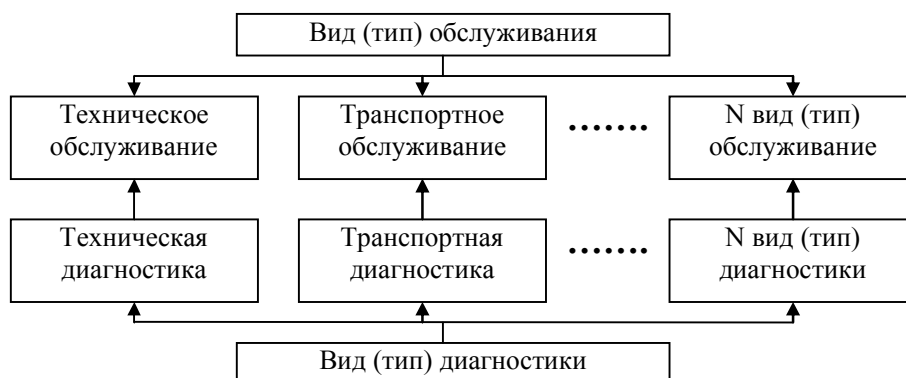


Рис. Взаимосвязь видов (типов) обслуживания с видами (типами) диагностики (предлагается с учетом [9, с. 129])

Предлагаемая функциональная связь «транспортное обслуживание – транспортная диагностика» будет способствовать более осознанному пониманию места и роли средств диагностирования в рамках транспортной диагностики.

Далее целесообразно определить существующие определения термина «средства диагностирования». В табл. 1 представлены примеры таких определений. Согласно определению стандарта [4], к средствам диагностирования наряду с аппаратурой относят и программы. В связи с этим

выделим следующую особенность – в существующих классификациях средств диагностирования не удалось встретить классификации, которые бы отражали особенности используемых программ. Рассмотренные классификации (например, [11, с. 27]) затрагивают, в основном, только аппаратуру, что свидетельствует о необходимости пересмотра существующих классификаций. Учитывая это обстоятельство, а также принимая во внимание виды диагностического обеспечения, которые представлены в работе [5, с. 42-43], предлагаются следующие виды средств диагностирования в рамках транспортной диагностики – информационные, технико-технологические, математические – табл. 2.

Таблица 1 - Примеры определений термина «средства диагностирования»

Название	Определение
Средство диагностирования (контроля) (средство технического диагностирования (контроля технического состояния)) [4]	Аппаратура и программы, с помощью которых осуществляется диагностирование (контроль)
Технические средства диагностирования [10, с. 174]	Совокупность средств, с помощью которых осуществляют оценку состояния объекта

Таблица 2 - Виды средств диагностирования в рамках транспортной диагностики (предлагается с учетом [5, с. 42-43])

Средства диагностирования	Характеристика
Информационные	Получение диагностической информации, ее хранение, систематизация. Сюда следует отнести программные средства
Технико-технологические	Различные устройства для получения и обработки информации (приборы, датчики, компьютерные средства и др.)
Математические	Диагностические модели, алгоритмы диагностирования

В свою очередь, каждый из предложенных видов средств диагностирования следует в дальнейшем представить в виде отдельных классификаций. В качестве примера можно привести следующее деление технических средств диагностирования на транспорте (согласно [12, с. 93]): автоматические, автоматизированные, ручные. В работе [13, с. 155-159] приводится такое деление средств диагностирования: встроенные, автономные и смешанные.

5. Выводы

1. Средства диагностирования являются наиболее исследуемыми в рамках технической диагностики, что предопределяет целесообразность использования опыта указанного вида диагностики для целей транспортной диагностики. 2. Впервые предложена функциональная связь «транспортное обслуживание – транспортная диагностика», как результат аналогии со связью «техническое обслуживание – техническая диагностика». 3. Установлено, что отнесение

программных средств к средствам технического диагностирования является не совсем корректным и требует пересмотра. 4. Впервые предложены следующие виды средств диагностирования в рамках транспортной диагностики - информационные, технико-технологические, математические.

Список литературы: 1. *Горяинов, А.Н.* Выделение общих свойств диагностического подхода применительно к транспорту [Текст] / А.Н. Горяинов // Вісник НТУ «ХПІ». Зб.наук.пр. Тем.вип.: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ», 2011. – №2. – С.89-93. 2. *Горяинов, А.Н.* Использование методов технической и экономической диагностики в рамках транспортной диагностики [Текст] / А.Н. Горяинов // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – Харьков: Технологический центр, 2011. – Вып.2/3 (50). – С.61-64. 3. *Гавриленко, Н.Г.* Особенности циклического развития транспортного комплекса России [Текст]: монография / Н.Г. Гавриленко. – Омск: СибАДИ, 2011. – 212 с. 4. *ГОСТ 20911-89.* Техническая диагностика. Термины и определения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vsegost.com/> - 22.03.2012. 5. *Говорущенко, Н.Я.* Техническая кибернетика транспорта [Текст]: Учеб.пос. / Н.Я. Говорущенко, В.Н. Варфоломеев. – Харьков : ХГАДТУ, 2001. – 271 с. 6. *Мигаль, В.Д.* Технічна кібернетика транспорту [Текст] : навч.посіб. / В.Д. Мигаль, В.П. Волков. – Х.: ХНАДУ, 2007. – 308 с. 7. *Горяинов, А.Н.* Определение эффективности систем диагностирования в теории транспортной диагностики [Текст] / А.Н. Горяинов // Вісник НТУ «ХПІ». Зб.наук.пр. Тем.вип.: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ», 2012. – №1. – С.64-70. 8. *Елисеєва, О.К.* Диагностика и управление производственно-экономическими системами [Текст] : монография / О.К.Елисеєва, А.Н. Марюта, В.Н. Узунов. – Днепропетровск: Наука и образование, 2004. – 191 с. 9. *Ананьин, А.Д.* Диагностика и техническое обслуживание машин [Текст]: учебник / А.Д. Ананьин, В.М. Михлин, И.И. Габитов и др. – М.: Изд.центр «Академия», 2008. – 432 с. 10. *Надежность и эффективность в технике.* Т.9. Техническая диагностика [Текст] : справочник / под общ.ред. В.В.Клюева, П.П.Пархоменко. – М.:Машиностроение, 1987. – 352с. 11. *Диагностирование автомобилей.* Практикум: учеб.пособ. / под ред. А.Н. Карташевича. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2011. – 208 с. 12. *Далека, В.Ф.* Практикум по технической эксплуатации городского электрического транспорта [Текст] : учеб.пособ. / В.Ф. Далека, В.Б. Будниченко, В.И. Коваленко и др. - 2-е изд., испр. и перераб. – Харьков: ХНАГХ, 2007. – 222 с. 13. *Сырбаков, А.П.* Диагностика и техническое обслуживание [Текст]: учеб. пособ. / А.П. Сырбаков, М.А. Корчуганова. – Томск: Изд-во Томского политех. ун-та, 2009. – 220 с.

Поступила в редколлегию 22.03.2012

УДК: 537.3:621.371

А.Л. КОВОРотный, мл. научн. сотрудник, ИРЭ им. А.Я. Усикова НАН Украины, Харьков
В.Н. ГОРОБЕЦ, канд. физ.-мат. наук, ИРЭ им. А.Я. Усикова НАН Украины, Харьков
Ю.В. ГОНЧАРЕНКО, канд. физ.-мат. наук, ИРЭ им. А.Я. Усикова НАН Украины, Харьков
С.И. РЫМАРЬ, аспирант, НТУ "ХПИ", Харьков

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЕЦИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ УСЛОВИЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН В АТМОСФЕРЕ

Розроблено вимірювальний комплекс на базі приймального модуля Trimble Copernicus II. Комплекс працює на частоті 1575 МГц та має 12 каналів для безперервного стеження за

спутниками. Вимірювальний комплекс дозволяє приймати первинні данні, які характеризують канал зв'язку між супутником та GPS приймачем. Він відрізняється високими технічними показниками та має порівняно невелику вартість.

Разработан измерительный комплекс на базе приёмного модуля Trimble Copernicus II. Данный приемник работает на частоте 1575 МГц и имеет 12 каналов для непрерывного слежения за спутниками. Измерительный комплекс позволяет получать первичные данные, характеризующие канал связи спутник – GPS приёмник. Комплекс обладает высокими техническими характеристиками и имеет сравнительно небольшую стоимость.

The measuring system, based on the receiver module Trimble Copernicus II was developed. The operation frequency of GPS receiver is 1575 MHz. The presented receiver has 12 independent channels for continuous satellites tracking. The raw data, obtained by GPS receiver allows evaluation of physical properties of communications channel GPS satellite – Earth. The measuring complex is cost effective and has high technical characteristics.

Введение. Еще в 1960-х годах после запуска первого спутника Советский Союз и США приступили к созданию систем спутниковой навигации GNSS (Global Navigation Satellite System). В настоящее время существуют две действующие системы — GPS (США) и ГЛОНАСС (Россия) и две развёртываемые — GALILEO (Европейский союз) и COMPASS (Китай) [1].

Системы GNSS позволяют обеспечивать высокоточное определение координат и скорости объектов в любой точке земной поверхности [1]. Наиболее широкое распространение получили средства технической навигации, работающие в системе NAVSTAR GPS, так как Российская система ГЛОНАСС начала полноценно действовать только с 2009 года, когда спутниковое созвездие стало насчитывать необходимые 24 спутника для обеспечения навигации с достаточной точностью.

В последнее время система GNSS нашла широкое применение в научных исследованиях в области геодинамики, физики атмосферы, ионосферы, плазмосферы Земли и т.д. [2]. Подобные исследования представляют не только чисто научный интерес, но важны также и для совершенствования самой системы GPS [2, 3, 4].

В качестве научного инструмента, GPS приемники широко используются для радиозондирования атмосферы [5]. Отличие GPS приемников от известных ранее средств заключается в непрерывности наблюдений, высоком пространственно-временном разрешении и чувствительности, а также стандартизации и технологичности обработки данных.

Большинство используемых приёмников, в первую очередь это касается недорогих малогабаритных приёмников, не предоставляют доступ к «сырым» данным — таким как, доплеровское смещение, амплитуда и фаза принятого сигнала, псевдодальность и т.д., которые представляют большой интерес для научных исследований.

Целью настоящей работы является разработка измерительной системы на базе широкодоступных модулей приёмников, позволяющих получать «сырые» данные (координаты, доплеровское смещение, амплитуду и фазу принятого сигнала), необходимые для изучения канала связи спутник-Земля.

Измерительный комплекс. Работы, проводимые в ИРЭ НАН Украины по изучению трансатмосферного радиоканала распространения, в первую очередь направлены на выявление различных факторов, влияющих на распространение радиоволн, таких как солнечные вспышки, ионосферные неоднородности, атмосферные явления (гидрометеоры, литометеоры) и т.д. Для решения этих задач был разработан и изготовлен измерительный комплекс, состоящий из трёх измерительных пунктов (рис. 1).



Рис.1. Расположение приемных пунктов на карте.

Каждый пункт состоит из одночастотного приемника (рис. 2а и рис. 2б), работающего в системе GPS, мачты, на которой располагается данный приемник, (рис. 2в) и персонального компьютера для мониторинга работы системы и создания баз данных сигналов кодовой последовательности передаваемых со спутника.

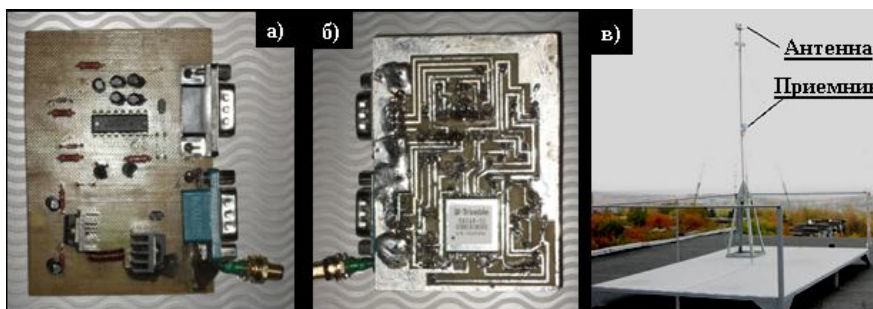


Рис.2. Монтажная плата приемника и его размещение на крыше здания. Блок-схема цифровой части измерительного пункта приведена на рис. 3.

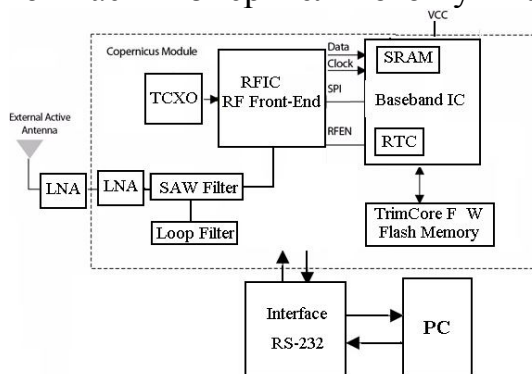


Рис. 3. Структурная схема приемного устройства.

Приёмник, используемый в измерительной системе, разработанный на базе GPS-модуля – Trimble Copernicus II [6], обладает высокими техническими характеристиками и сравнительно небольшой стоимостью. Приемник работает на частоте 1575 МГц, имеет 12 каналов для непрерывного слежения за спутниками, поддерживает протоколы: TSIP, TAIP и NMEA с частотой обновления информации 1с. Заявленная точность определения координат модуля – в горизонтальной плоскости < 3м (50%), по высоте < 10м (50%). Чувствительность приёмника – не менее -140 дБм.

Антенная система представляет собой выносную антенну (тип ant380), расположенную на металлической мачте (высота мачты 5м) на крыше дома. Основным требованием к антенной системе является минимизация отражений от местных предметов, которые существенно влияют на точность определения координат, поэтому антенна установлена в районе с максимально открытым участком неба (вплоть до горизонта). Для выполнения специальных исследований, а именно – слежения за заходом спутников за горизонт, антенная система имеет возможность регулировки по углу места.

Три измерительных пункта позволили кроме исследования параметров принятых сигналов проводить корреляционный анализ между сигналами с различных точек приёма.

Разработанный приемник по умолчанию работает с протоколом TSIP на последовательном порту 1, а на выход порта 2 подаются сообщения протокола NMEA. Протокол TSIP выдает данные в двоичном коде и не может быть отображен в удобном для понимания виде. Поэтому для обработки и анализа принятых сигналов было разработано специальное программное обеспечение, позволяющее регистрировать кроме координат такие параметры как доплеровское смещение, амплитуду и фазу принятого сигнала и представлять их в удобном для чтения виде.

Результаты измерений. Примеры, которые иллюстрируют результаты, полученные с помощью измерительного комплекса, приведены на рисунках 4 – 6.

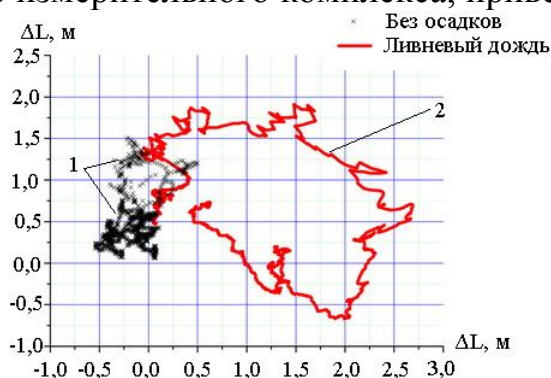


Рис.4. Изменение координат при различных метеоусловиях.

На рис. 4 приведены графики изменения координат неподвижного приёмника относительно исходной координаты (0, 0) в зависимости от метеоусловий в течении 120 мин. Как видно из графика, ошибка определения координат при стабильной солнечной, магнитной и метеорологической обстановке (кривая 1) не превышает один метр. При изменении метеорологической обстановки (ливневый дождь, кривая 2) точность

определения координат значительно ухудшилась. Время регистрации в обоих случаях составляет 120 мин.

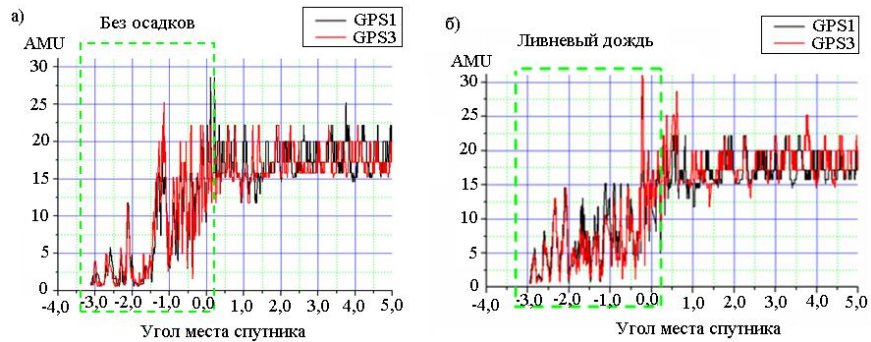


Рис.5. Структура сигнала спутника SV31 при малых углах места и при загоризонтном распространении радиоволн: а – влажность 85%, б – влажность 60%.

На рис. 5 приведены примеры радиозаходов спутника SV31 при различных метеорологических условиях. Из графика на рис. 2а видно увеличение флуктуаций на углах от $0,0^\circ$ до $-1,5^\circ$ что может свидетельствовать о повышенной рефракции в атмосфере Земли.

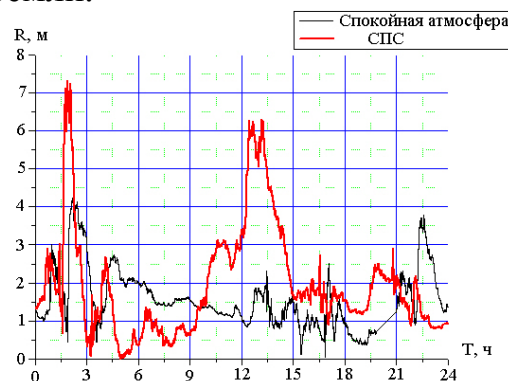


Рис. 6. Влияние солнечно-протонного события (СПС), проходящего 07 марта 2012г. ($\text{pfu}=1429\text{МэВ}$), на точность определения координат.

Влияние геомагнитной активности на точность определения координат местоположения проиллюстрировано на рис. 6. Из рисунка видно, что во время СПС выброс большого количества солнечных протонов приводит к увеличению ионизации в атмосфере, что приводит к увеличению погрешности в определении координат местоположения примерно на 80%.

Выводы. В работе представлен измерительный комплекс для приёма GPS сигналов, позволяющий получать не только стандартные данные (широта, долгота и соотношение сигнал-шум), но и данные (доплеровское смещение, амплитуду и фазу принятого сигнала), позволяющие судить об изменении параметров распространения радиоволн в атмосфере.

Приведены примеры результатов измерений, подтверждающие возможность использования разработанного измерительного комплекса для исследования канала спутник - GPS приемник в разных метеоусловиях и в периоды повышенной геомагнитной и солнечной активности.

Список литературы: 1. Шебшаевич В.С., Дмитриев П.П. и др. Сетевые спутниковые радионавигационные системы. Издательство: Радио и связь, 1993. 2. Чукин В.В. Исследование атмосферы методом электромагнитного просвечивания. Монография. – СПб, изд. РГГМУ, 2004. – 107 с. 3. Азизов А.А., Гайкович К.П., Кашкаров С.С., Черняева М.Б. Использование сигналов навигационных ИСЗ для определения параметров атмосферы //Изв. ВУЗов. Радиофизика. - 1998. - Т. 41. - N 9. - С. 1093 – 1116. 4. Э. Л. Афраймович, Ю. В. Ясюкевич. Адаптивная радиоастрономия – 1. Коррекция фазового запаздывания и поворота плоскости поляризации в ионосфере по данным GPS зондирования и ионосферного моделирования. Радиофизика и радиоастрономия, 2007, т. 12, №4, с. 357-374. 5. Горбачев О.А., Иванов В.Б., Рябков П.В. О диагностике ионосферы с использованием одночастотных приемников GPS. Труды БШФФ. Секция «Физика околоземного пространства». – Иркутск, 2006, с.159-163. 6. Copernicus™ GPS Receiver Reference Manual.

Поступила в редколлегию 30.03.2012

УДК 621.396

А.О. ПОДОРОЖНЯК, канд. техн. наук, с.н.с., доц., ХНАДУ, Харків
М.О.КОРНЄВА, магістр, ХНАДУ, Харків

МЕТОД БЧВ СИГНАЛІВ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ВІМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ МЕТРОПОЛІТЕНУ

В статті досліджено та обґрунтовано застосування модифікованого методу залежного рахунку при багатоканальних вимірюваннях частотних імпульсних сигналів. Отримані результати можуть бути використані при вимірюваннях в метрополітені.

Ключові слова: метрополітен, частота, вимірювання, датчик

В данной работе исследованы и обоснованы применение модифицированного метода зависимого счета при многоканальных измерениях частотных импульсных сигналов. Полученные результаты могут быть использованы при измерениях в метрополитене.

Ключевые слова: метрополитен, частота, измерение, датчик

The employment of the modified method of dependent computation for multi-channel frequency pulse signal measurements has been investigated and substantiated. The results obtained can be used in the measurements in the underground.

Key words: underground, frequency, measurement, sensor

Постановка проблеми

В інформаційно-вимірювальних системах може налічуватися декілька вимірювальних перетворювачів, які різним чином розміщені на візку для вимірювання положення контактної рейки, бальних відступів від норм утримання рейкової колії та контактної рейки метрополітену, що можуть розміщуватися на значній відстані від центрального диспетчерського пульта.[1] При реалізації таких систем пред'являються суперечливі вимоги до вимірювальних перетворювачів. З одного боку, висока точність, стабільність в часі та ідентичність вихідних характеристик, а з іншого боку, – простота конструкції, висока надійність, низька собівартість [2].

Метою статті є обґрунтування застосування методу багатоканальних вимірювань частотних імпульсних сигналів при розробці інформаційно-вимірювальних систем, які пропонується застосовувати в метрополітені.

Постановка задачі та її вирішення

Актуальним є завдання розробки універсальних високоточних швидкодіючих багатоканальних модулів введення частотних імпульсних сигналів, що розглядається в цій статті, в електроннообчислювальних машинах (ЕОМ), тобто модулів введення частоти (МВЧ), таких, що мають широкий діапазон вимірювань: від одиниць мілігерц до сотень кілогерц. У роботі [4] розглянутий восьмиканальний МВЧ, в якому виконуються послідовні в часі вимірювання частоти імпульсів. У відносно вузькому діапазоні частот, що вимірюються, від 4 Гц до 10 кГц довільна частота імпульсів вимірюється за 0,264 с з максимальною відносною похибкою 0,0004 %. Проте для багатьох практичних застосувань швидкодія цього МВЧ виявляється недостатньою. Проведений огляд свідчить про перспективність методу залежного рахунку для досягнення широкого діапазону вимірювань частот імпульсних сигналів і необхідності проведення подальших досліджень в цьому напрямі. [3] Частотомір має діапазон вимірювання 0,25 МГц...25 МГц; його максимальна похибка вимірювання вибирається з діапазону (0,1...0,00001) %, час вимірювання близький до оптимального та залежить від вимірюваної частоти f_x :

$$\begin{cases} T_x, & \text{при } f_x < f_{ip} \delta_m; \\ T_{ip}/\delta_m, & \text{при } f_{ip} \delta_m \leq f_x < f_{ip}; \\ T_x/\delta_m, & \text{при } f_x \geq f_{ip}, \end{cases}$$

де $T_x = 1/f_x$ – період частоти, що вимірюється; δ_m – максимальна відносна похибка вимірювань; f_{ip} і T_{ip} – частота та період імпульсів рахунку відповідно.

Проведений огляд свідчить про перспективність методу залежного рахунку для досягнення широкого діапазону вимірювань частот імпульсних сигналів і необхідності проведення подальших досліджень в цьому напрямі.

У статті пропонується модифікований для багато сигнальних вимірювань метод залежного рахунку та структурна схема багатоканального широкодіапазонного МВЧ імпульсних сигналів в ЕОМ; метод аналізу досяжної точності та швидкодії вимірювань.[5]

Модифікований метод залежного рахунку полягає:

- у використанні єдиної шкали часу для всіх вимірюваних сигналів;
- у виконанні непрямих вимірювань за допомогою вимірювання інтервалу часу, рівного цілому числу періодів вимірюваного сигналу, з подальшим визначенням вимірюваної частоти;
- у виборі величини цього інтервалу не меншої тривалості мінімального інтервалу, що гарантує необхідну точність;
- у вирішенні конфліктів, що виникають між вимірюваними сигналами, за допомогою системи пріоритетів;
- у конвеєрній паралельній організації вимірювань і передачі результатів в ЕОМ.

Структурна схема що реалізовує цей метод вимірювань n-канального модуля введення частотних імпульсних сигналів в ЕОМ наведена на рис. 1. На

входи n -канального МВЧ поступають імпульсні послідовності $S_1(t), \dots, S_n(t)$ частоти слідування імпульсів, які підлягають вимірюванню.[1,2]

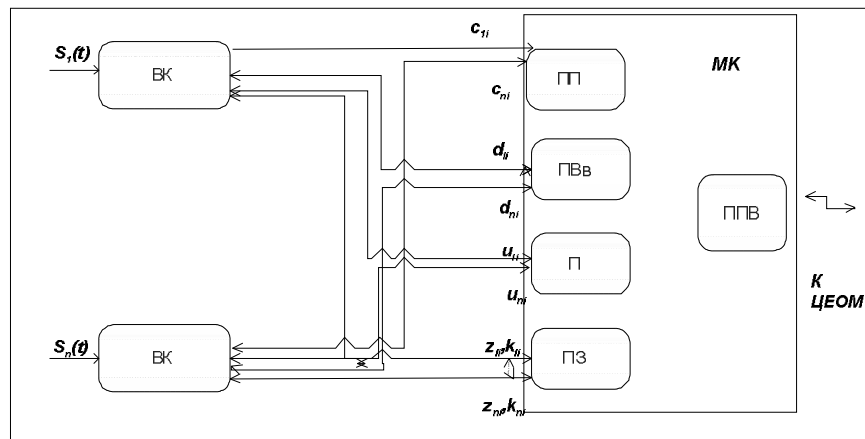


Рис. 1. Структурна схема n -канального модуля вводу частотних імпульсних сигналів в ЦЕОМ

До складу МВЧ входять n ідентичних вимірювальних каналів $ВК_1, \dots, ВК_j, \dots, ВК_n$ та мікроконтролер МК з п'ятьма портами введення-виводу: ПСС – портом сигналів статусу $\{c_{ji}\}$; ПВВД – портом вводу даних $\{d_{ji}\}$; ПУ – портом управляючих сигналів $\{u_{ji}\}$; ПЗП – процесором зовнішніх подій, який приймає сигнали $\{z_{ji}\}$ та формує команди $\{k_{ji}\}$; ППВ – портом послідовного вводу-виводу, який дозволяє проводити обмін командами та результатами вимірювань з центральною ЕОМ (ЦЕОМ), де j -й i -й означають, відповідно, номери вимірювального каналу та вимірювання, що проводиться, при цьому $j = \overline{1, n}$.

Процесор зовнішніх подій ПЗП включає в свій склад n блоків захоплення $БЗ_1, \dots, БЗ_n$ і блоків порівняння $БП_1, \dots, БП_n$ [7]. У момент початку вимірювань в j -му каналі ПЗП переводиться в режим захоплення першого імпульсу z_{ji} . Після захопту імпульсу в мікроконтролері визначається момент закінчення мінімального інтервалу вимірювання в j -ому каналі, який передається в блок порівняння $БП_j$, і процесор зовнішніх подій переводиться в режим порівняння. Після закінчення мінімального інтервалу вимірювання процесор зовнішніх подій повертається в режим очікування та захоплення останнього імпульсу z_{ji} , який завершує i -е вимірювання сигналу $S_j(t)$.

Для вирішення конфліктів, що виникають між вимірювальними каналами, використовується вкладена система переривань з наступними абсолютними пріоритетами, починаючи з вищого: ЦЕОМ; таймер; $БЗ_1, \dots, БЗ_n$; $БП_1, \dots, БП_n$. [4]

Склад довільного вимірювального каналу МВЧ представлений на рис. 2. По аналогових лініях зв'язку з виходів частотних датчиків або інших джерел сигналів на входи МВЧ поступають вимірювані імпульсні сигнали $S_1(t), \dots, S_n(t)$.

У мікроконтролері аналізується статусний сигнал c_{ji} , що є ознакою переповнювання лічильника імпульсів ЛІ за час i -го вимірювання; наявність

переповнювання ЛП свідчить про вихід вимірюваної частоти за верхню межу діапазону вимірювань.

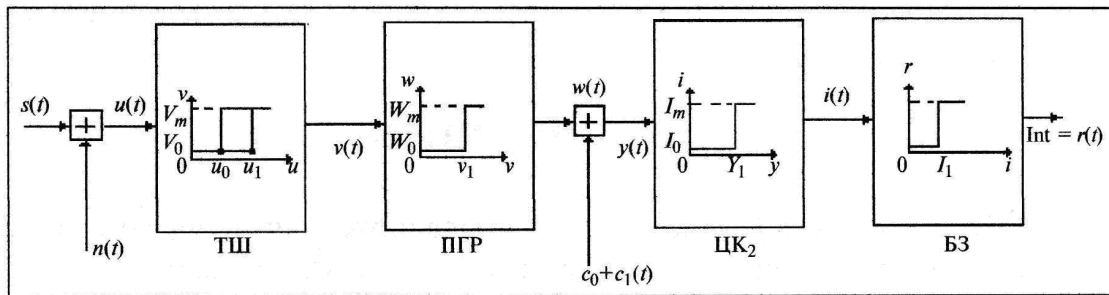


Рис. 2. Схема вимірювального каналу модуля вводу даних

За відсутності переповнювання в мікроконтролері визначається значення вимірюваної частоти $f_{xji} = N_{ji}/t_{vji}$, і супроводжуваний адресою вимірювального каналу результат вимірювання f_{xji} поступає в порт ППВ мікроконтролера для передачі в ЦЕОМ. На цьому i -е вимірювання закінчується, і j -й вимірювальний канал чекає команду початку наступного $(i + 1)$ -го вимірювання [5].

Висновки

Комп'ютерне моделювання запропонованого методу дозволяє зробити наступні висновки:

- модуль вводу даних забезпечує широкий динамічний діапазон вимірювань, який збільшується з ростом амплітуди імпульсів, що вимірюються;
- в широкому діапазоні частот модуль вводу даних забезпечує високу точність вимірювань. Похибки вимірювань суттєво залежать від параметрів імпульсів, що вимірюються, рівній похибок блоків і завад;
- час вимірювання любого вихідного сигналу приблизно дорівнює двом періодам імпульсної послідовності.

Звернемо увагу на те, що запропоновані структура та модифікований для багатоканальних вимірювань метод залежного рахунку забезпечує вирішення задачі розробки універсальних високоточних швидкодіючих модулів вводу частотних імпульсних сигналів в ЦЕОМ для інформаційно-вимірювальних систем, вимірювальних і телевимірювальних систем, програмованих контролерів автоматичного управління, контролю та попередження. За допомогою цього методу спрощується обробка одночасно декількох вимірювань та перетворення сигналу в частоту, що спрощує обробку інформації, яка подається на комп'ютер.

Список літератури: 1. Техническая эксплуатация автомобилей [Текст] / Под ред. Е.С. Кузнецова. – М.: Транспорт, 2009. – 453 с. 2. Бишард Е.Г. Аналоговые электроизмерительные приборы [Текст]/ Е.Г. Бишард, Е.А. Киселева, Г.П. Лебедев. – М.: Высшая школа, 1991. – 415 с. 3. Мирский Г.Я. Микропроцессоры в измерительных приборах [Текст]/ Г.Я. Мирский. – М.: Радио и связь, 1984. – 345 с. 4. Козаченко В.Ф. Микроконтроллеры: руководство по применению 16-разрядных микроконтроллеров Intel MCS-196/296 во встроенных системах управления [Текст]/ В.Ф. Козаченко. – М.: ЭКОМ, 1997. – 124 с. 5. Шабатура Ю.В. Комп'ютерне моделювання електронних систем[Текст]/: Навч. посіб. / Ю.В. Шабатура, В.В. Присяжнюк. – Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2005. – 142 с.

Поступила в редколлегию 20.03.2012

О.А. ЛЯШЕНКО, канд. техн. наук, доц., ДВУЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», Дніпропетровськ

І. В. КУЗЬМЕНКО, студ., ДВУЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», Дніпропетровськ

ПОБУДОВА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ МОДЕЛІ РОЗРАХУНКУ НАВАНТАЖЕННЯ ПРОФЕСОРСЬКО-ВИКЛАДАЦЬКОГО СКЛАДУ КАФЕДРИ

Виконано проектування програмного забезпечення розрахунку навантаження професорсько-викладацького складу кафедри у вигляді функціональної моделі із застосуванням засобів структурного аналізу.

Ключові слова: функціональна модель, структурний аналіз, розрахунок навантаження

Выполнено проектирование программного обеспечения расчета нагрузки профессорско-преподавательского состава кафедры в виде функциональной модели с применением средств структурного анализа.

Ключевые слова: функциональная модель, структурный анализ, расчет нагрузки

The software, calculating the department's staff teaching load, has been developed in a form of functional model using structural analysis tools.

Key words: functional model, structural analysis, calculation of teaching load

1. Вступ

Дослідження, про які йде мова в статті, належать до галузі проектування інформаційних систем. Одним із актуальних питань організації роботи будь-якого сучасного вищого навчального закладу (ВНЗ), а також ефективного управління ним є задача автоматизації системи документообігу ВНЗ, базовим структурним підрозділом якого є кафедра. Адже постійне оформлення великої кількості документів приводить до значних витрат часу на розгляд однотипної інформації та виконання рутинних процесів [1].

2. Постановка проблеми

Одним із відповідальних, складних і досить трудомістким завданням, яке вирішується на етапі підготовки навчального процесу і стоїть перед кафедрами ВНЗ, є розрахунок навантаження кафедри і розподіл його між її викладачами за всіма формами навчання студентів з автоматичним підрахунком кількості розподілених годин. Саме тому постає необхідність створення моделі процесу розподілу навантаження. Тема проектування автоматизованої інформаційної системи є особливо актуальною, оскільки впровадження даної підсистеми дозволить зменшити навантаження персоналу кафедри за рахунок автоматизації монотонної і рутинної праці.

В умовах науково-технічного прогресу проектуванню повинно приділятися все більше уваги з метою вдосконалення методів і засобів цієї галузі. Щоб зробити процес проектування більш ефективним та зручним існує спеціальний

інструмент моделювання – BPwin, який використовується для аналізу, документування та реорганізації складних бізнес-процесів. Для проектування було обрано методологію IDEF0 – методологію функціонального моделювання [2]. Складена на основі BPWin функціональна модель дозволить детально і послідовно представити компоненти досліджуваної системи і саму її структуру.

3. Побудова функціональної моделі

Побудова моделі системи повинна починатись з детального вивчення предметної області. Необхідно виділити мету проектування, основний напрямок функціонування об'єкту дослідження, а також головні задачі, які мають вирішуватися під час його функціонування. Це допоможе визначитися з вимогами до системи, що проектується.

Автоматизована система розрахунку навантаження професорсько-викладацького складу кафедри повинна реалізувати наступні функції: облік викладачів кафедри; облік контингенту студентів ВНЗ; автоматизація комп'ютерного представлення навчальних планів; автоматизація розрахунку навчальних планів; автоматизація розподілу дисциплін між викладачами з урахуванням номеру тетрамestру та потоку.

Перший етап створення BPwin-моделі – це проектування контекстної діаграми, тобто діаграми, яка відображає узагальнену мету функціонування системи, враховуючи її комунікацію із зовнішнім середовищем (рис.1).

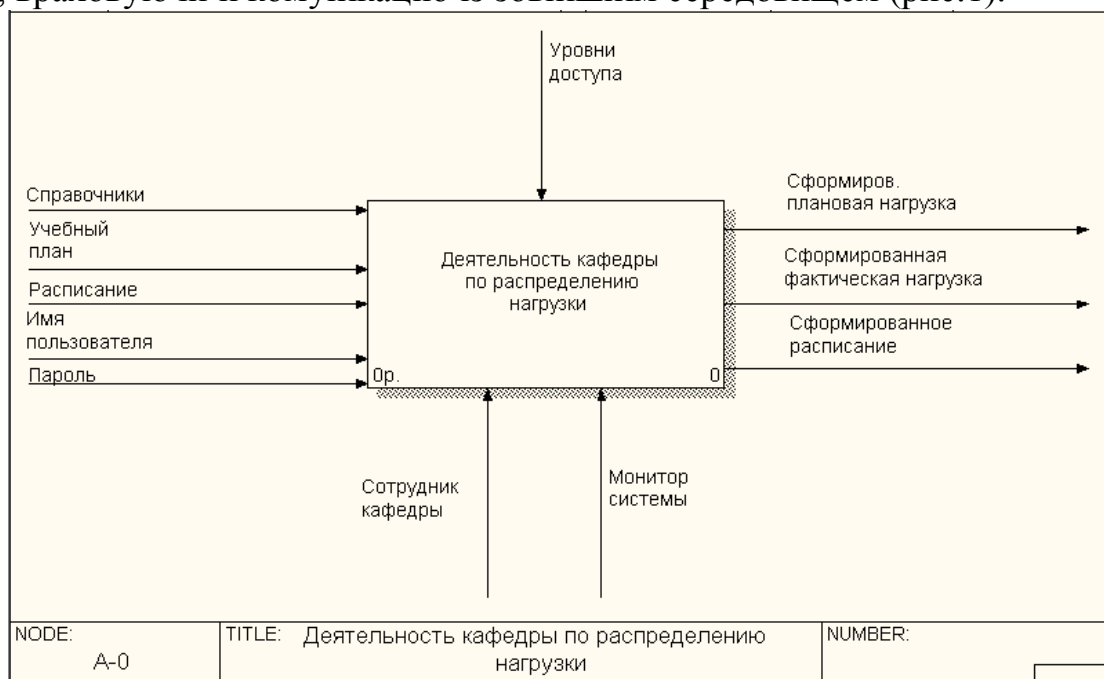


Рис.1. Контекстна діаграма

Вхідними даними для здійснення діяльності кафедри з розподілу навантаження є: довідники, навчальний план, розклад, ім'я користувача, пароль. Результат діяльності кафедри, тобто вихідні дані – це сформоване планове, фактичне навантаження, а також розклад занять. В якості механізму, завдяки якому здійснюється процес розподілу навантаження, виступає співробітник кафедри – саме він керує роботою системи, а також монітор – відображає як проміжні та допоміжні, так і кінцеві результати. Рівні доступу виконують роль управління системою, адже в залежності від повноважень певного користувача

змінюються доступні для виконання дії системи. Отже можна виділити основні задачі автоматизованої системи:

- проектування інформаційної бази, яка б відображала структуру вхідних даних (навчальний план, контингент студентів, структура навчальних підрозділів вищого навчального закладу, нормативи навантаження та інше);
- розробка методів і засобів наповнення інформаційної бази;
- розробка методів і засобів розрахунку навчального навантаження;
- проектування ефективної системи управління процесом формування навчального навантаження викладачів.

Декомпозуючи контекстну діаграму отримаємо більш детальний перелік основних дій, які у сукупності складають процес діяльності кафедри з розподілу навантаження (рис.2).

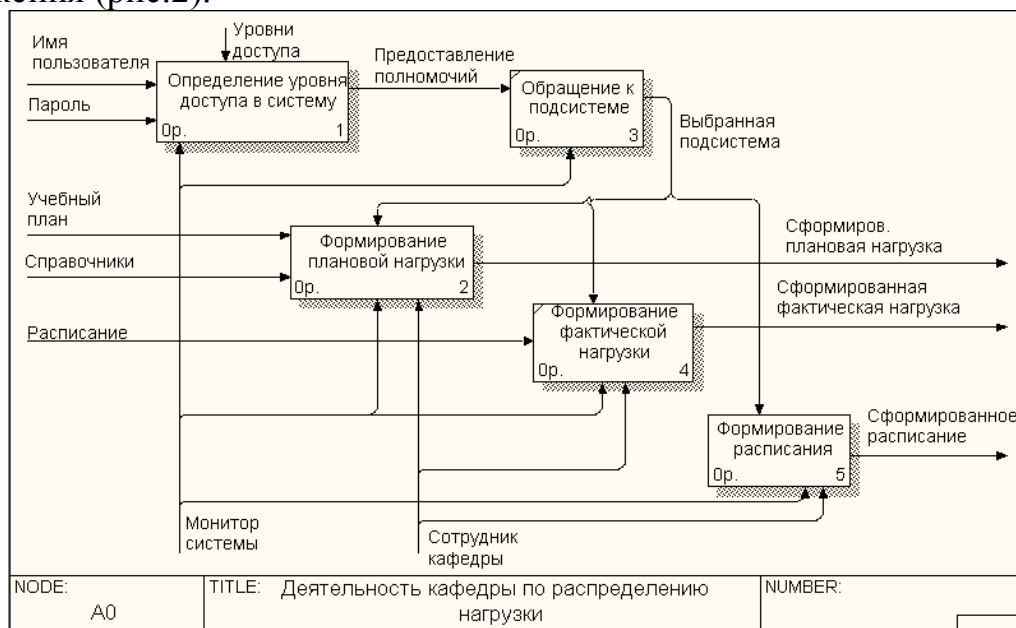


Рис. 2. Декомпозиція роботи „Деятельность кафедры по распределению нагрузки”

Відповідно до проведеної декомпозиції очевидно, що діяльність кафедри з розподілу навантаження забезпечується завдяки виконанню наступних процесів: визначення рівня доступу до системи, звернення до відповідної підсистеми, формування планового, фактичного навантаження, а також розкладу. Більшість перелічених дій є досить трудомісткими, тому потребують подальшої деталізації.

Перший крок при використанні інформаційної системи вимагає знання ім'я користувача та відповідного пароля, щоб забезпечити необхідний рівень повноважень. Декомпозиція роботи „Определение уровня доступа в систему” приведена на рис.3.

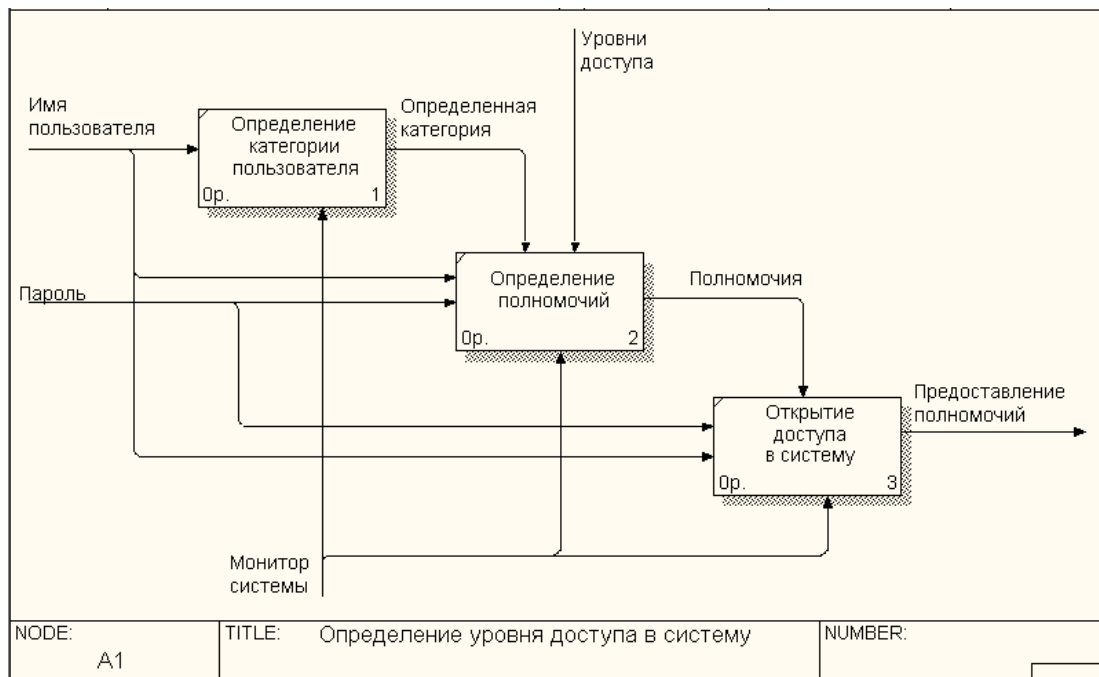


Рис.3. Декомпозиция работы „Определение уровня доступа в систему”.

У разі вірного введення вхідних даних для визначення категорії користувача і відповідних повноважень система відкриває доступ.

Наступним кроком необхідно провести деталізацію процесу формування планового навантаження та його розподіл між викладачами (рис.4). В рамках даної інформаційної системи він виглядає наступним чином: існують спеціальні довідники, які містять допоміжну інформацію стосовно спеціальних звань, посад і вчених звань викладачів, видів навчального навантаження, розрахункових коефіцієнтів, дисциплін, що викладаються на кафедрі, тощо. За допомогою спеціальних запитів система встановлює зв'язок з цими довідниками. Користувачеві пропонується вказати декілька параметрів з цих довідників, які впливатимуть на подальші розрахунки. Після того, як параметри вказані, буде проводитися математичний розрахунок годин навантаження за спеціальними формулами. В результаті система підрахує усі показники та відсортує їх за певним порядком, після чого у відповідну таблицю бази даних буде додано запис про щойно сформоване навантаження для обраного викладача з урахуванням виду зайняття, коду групи або потоку, номера тетрамтра, а також дисципліни.

Декомпозиція роботи „Обращение к справочникам” (рис.5) необхідна для того, щоб користувач мав більш чітке уявлення про те, яким чином виконується взаємодія системи із таблицями бази даних, а також, у якому вигляді буде відображатись інформація з довідників.

Робота „Выбор параметров для расчета нагрузки” є дуже важливою, адже саме від вибору того чи іншого параметру залежатиме кінцевий результат. Під час проведення декомпозиції цієї роботи слід приділити увагу з'єднувальним стрілкам, а саме стрілкам входу і виходу, адже вони наочно демонструють не тільки зв'язок певного параметру із довідником з бази даних, а ще і пояснюють які значення взяті з окремої таблиці на виході будуть братися до уваги при подальших розрахунках (рис.6).

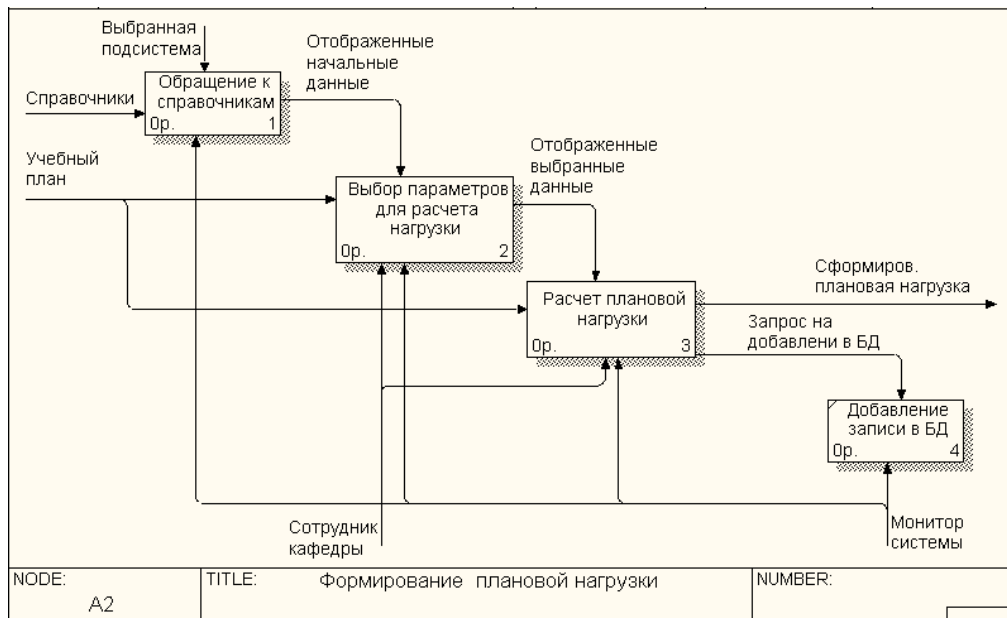


Рис.4. Декомпозиція роботи „Формирование плановой нагрузки”.

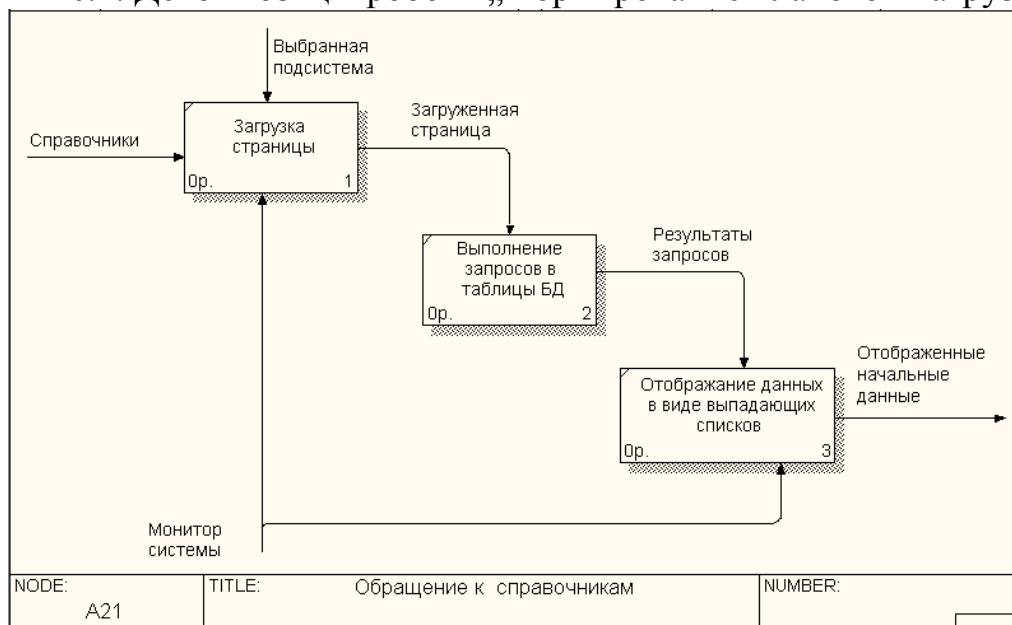


Рис.5. Декомпозиція роботи „Обращение к справочникам”

Зі схеми видно, що, наприклад, для роботи „Выбор преподавателя” вхідними даними є ПІБ викладача. Це означає, що користувачеві буде запропоновано зробити вибір того викладача, для якого буде розраховуватись навантаження. Коли вибір зроблено, система звертається до необхідної таблиці бази даних, в якій зберігаються такі параметри, як частина ставки викладача, навантаження, передбачене посадою, відмітки про кураторство і кількість студентів-дипломників. З таблиці вилучається потрібний рядок і надалі інформаційна система може використовувати ці дані для розрахунків. Аналогічно відбувається процес вибору інших параметрів.

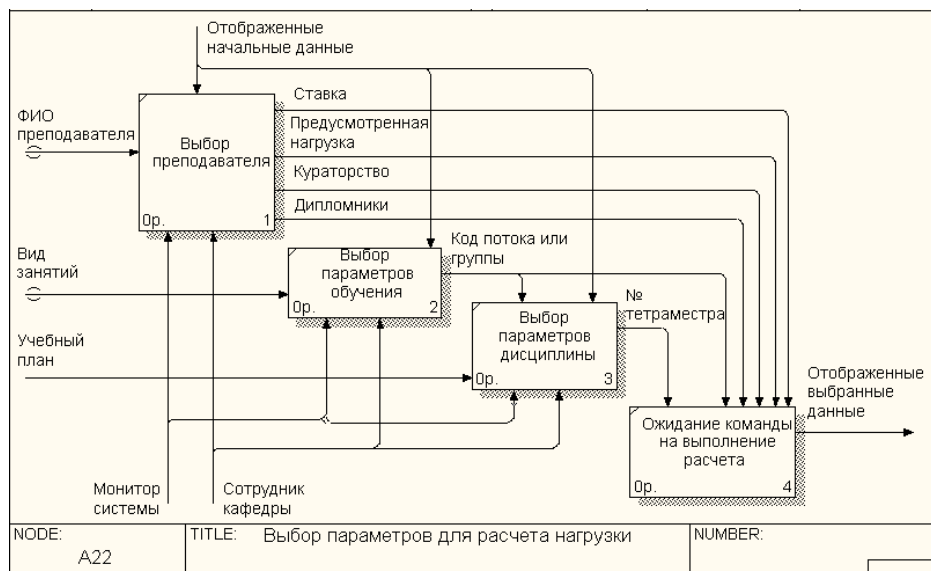


Рис.6. Декомпозиция работы „Выбор параметров для расчета нагрузки”.

Коли усі параметри обрано, інформаційна система чекатиме подальшої команди від користувача (рис.7).

Сформоване планове навантаження викладача являє собою запис, який згодом потрапляє до відповідної таблиці бази даних. Цей запис складається з багатьох підпунктів, які, взаємодіючи між собою, врешті-решт дають змогу отримати кінцевий результат – кількість годин навантаження. У розрахунках також приймають участь такі допоміжні дані, як кількість студентів однієї групи чи потоку, вид зайняття (практичне, лекція чи лабораторна робота). Основні дані для розрахунку система отримує із навчального плану. В цьому документі надається погодинний розподіл обсягу дисципліни, тобто вказується кількість годин, відведених на лекційні заняття, практичні або лабораторні роботи. Також вказується загальна кількість годин, тетраметри, в яких викладатиметься дисципліна та інші допоміжні параметри. Всі ці дані приймаються до уваги і обробляються за допомогою спеціальних формул. Таким чином виконується підрахунок годин навантаження.

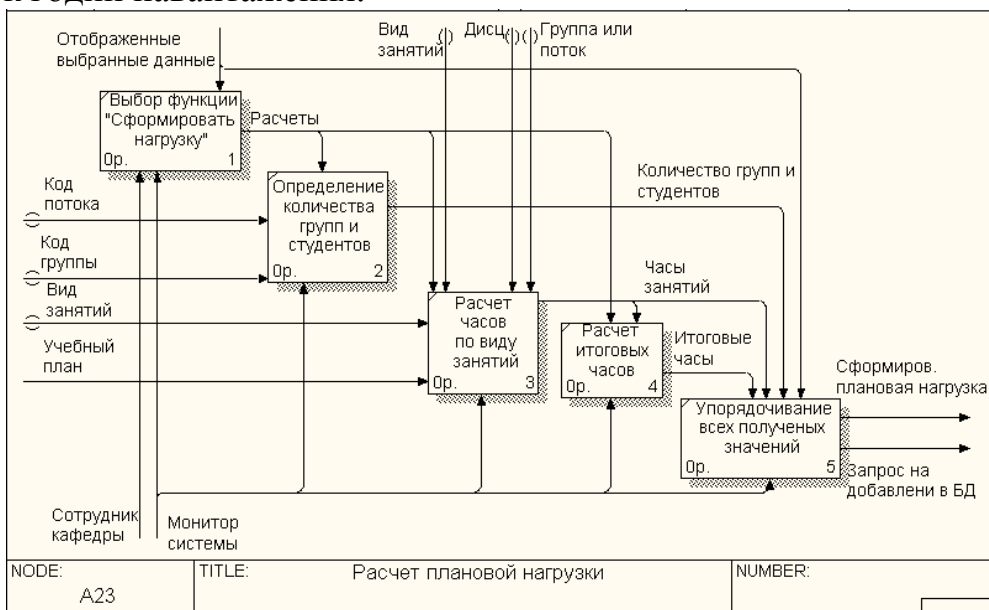


Рис.7. Декомпозиция работы „Расчет плановой нагрузки”.

Для формування розкладу занять на тетраметр для кожного з викладачів необхідно обрати відповідні параметрів та заповнити поля розкладу на тиждень, що продемонстровано на рис.8.

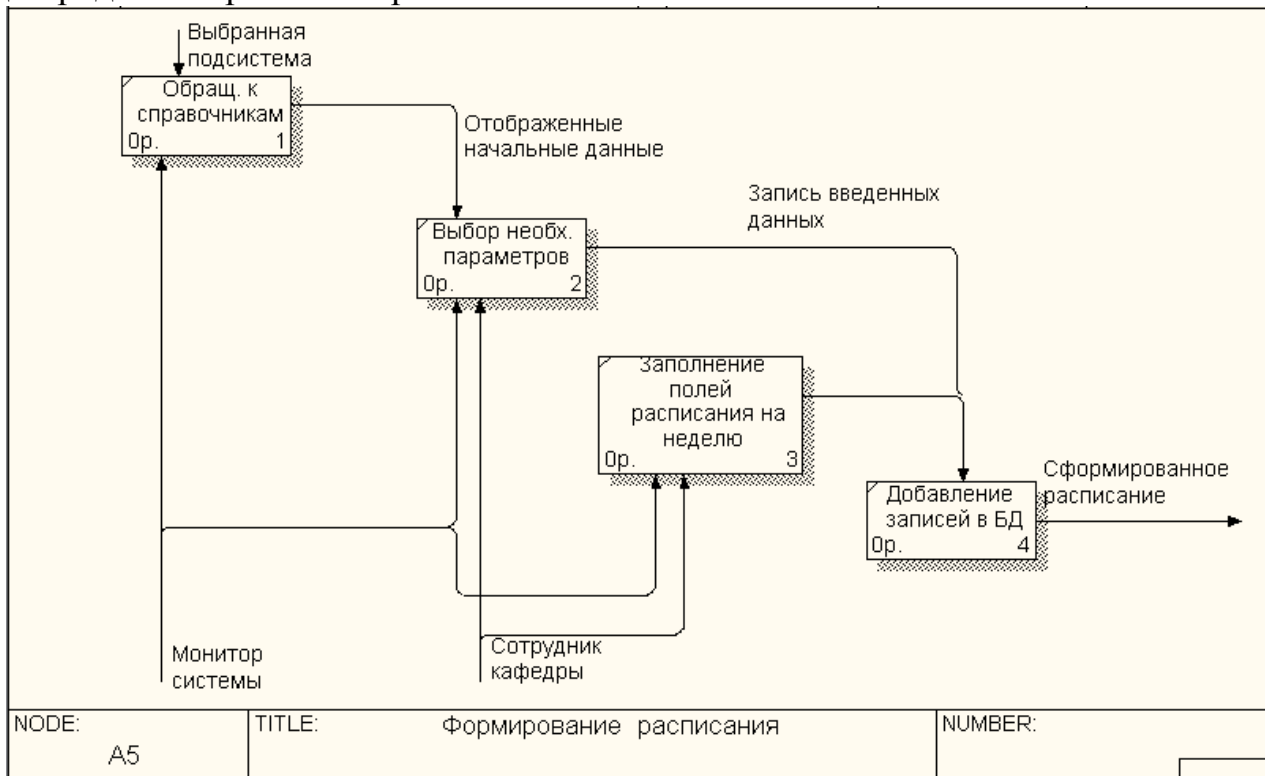


Рис.8. Декомпозиція роботи „Формирование расписания”.

4. Висновки

Побудована із застосуванням засобів структурного аналізу функціональна модель є складовою технічного завдання для створення програмного забезпечення розрахунку навантаження професорсько-викладацького складу кафедри, а результати проектування є основою для його розробки. В результаті такого моделювання конкретизується завдання, зменшується обсяг інформації, яку необхідно опрацювати, з'являється можливість структуризації та формалізації задачі. Наведені діаграми процесу розподілу навчального навантаження дають можливість з високим ступенем точності описати процедури і функції, які виконуються системою, а також простежити за їх послідовністю, виключити можливі помилки у визначенні фактів, що призводять до неякісного і нераціонального розподілу навчального навантаження.

Навчальний процес – це ключовий процес діяльності кожного вищого навчального закладу. Саме тому автоматизація цього процесу за допомогою спеціалізованих сучасних інформаційних технологій є пріоритетним напрямком в управлінні вищими навчальними закладами.

Список літератури: 1. Мокін В.Б. Розробка та впровадження систем документообігу і менеджменту навчального процесу магістерської підготовки / В.Б. Мокін, С.В. Бевз, С.М. Бурбело // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2006. – № 2. – С. 5-12. 2. Маклаков С.В. BPWin и ERWin. CASE-средства разработки информационных систем / С.В.Маклаков // М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 1999. – 256 с.

Поступила в редколлегию 03.04.2012

О.А. ОНИЩЕНКО, докт. техн. наук, проф., ОГАХ, Одесса

ОЦЕНКА СВОЙСТВ БЫТОВОГО ХОЛОДИЛЬНОГО ПРИБОРА, КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

Показані особливості процесів стабілізації температур в камерах побутового холодильного приладу. Пояснена необхідність застосування принципу плавного керування холодопродуктивністю компресора. Виведено основні вирази, що необхідні для синтезу сучасних систем керування компресором.

Показаны особенности процессов стабилизации температур в камерах бытового холодильного прибора. Пояснена необходимость применения принципа плавного управления холодопроизводительностью компрессора. Выведены основные выражения, необходимые для синтеза современных систем управления компрессором.

The features of the processes stabilization temperatures in the chambers of household refrigeration appliance. Clarified the need for a smooth application of the cooling capacity management of the compressor. We derive the basic expressions needed for the synthesis of modern control systems compressor.

Введение. Основная тенденция развития современной холодильной техники – создание энергетически эффективных систем охлаждения на основе плавно управляемых компрессоров [1-3]. Для малых холодильных установок (МХУ), в том числе и бытовых холодильных приборов (БХП), задача плавного управления их холодопроизводительностью практически не решена. Это связано с тем, что в МХУ обычно применяются герметичные компрессоры с асинхронным электродвигателем, функционирующем в “релейном” режиме и поэтому необходимости в создании системы управления, детально учитывающей динамические и статические свойства объекта управления, например – БХП, нет. Однако применение управляемого по частоте вращения электропривода компрессора позволяет получение требуемого диапазона ($D = 1/4 \dots 1/5$) изменения холодопроизводительности МХУ и обеспечивает ее высокую энергетическую эффективность [3-5]. Такое применение возможно лишь в том случае, если детально учитываются не только особенности работы механизма нагнетания компрессора, но и динамические свойства всех теплообменных аппаратов и камер БХП. Решению указанной задачи до настоящего времени уделено крайне мало внимания. Ясно, что достоверная оценка основных свойств БХП (коэффициентов передачи, постоянных времени и др.) с позиций плавного управления холодопроизводительностью средствами электропривода, позволит синтезировать современную, энергетически совершенную систему управления, обеспечивающую требуемый диапазон D и высокое качество процессов стабилизации температур в камерах БХП.

Создание системы управления холодопроизводительностью МХУ в заданном диапазоне невозможно без оценки (экспериментальной или аналитической идентификации) основных свойств установки, как объекта управления. Учитывая

распространенность и массовость применений БХП, решение такой актуальной задачи в масштабах государства позволит получить существенную экономию энергетических ресурсов и обеспечить заметные конкурентные преимущества отечественному производителю.

Основной материал. Управление холодильными установками малой производительности (до 1 кВт) предполагает решение основной задачи – стабилизации температуры охлаждаемой среды в заданных технологией хранения пределах при воздействии внешних возмущающих факторов. На рис. 1 приведена обобщенная функциональная схема МХУ установки, где показано, что в охлаждаемый объем холодильной камеры поступает теплоприток Q_n . Для поддержания технологически заданной температуры внутри камеры $t_{в.к.}$, с помощью испарителя холодильной машины (ХМ), отводится тепло Q_0 . Выполняя работу по отводу тепла Q_k с теплопередающей поверхности конденсатора в теплоотводящую среду, ХМ потребляет электрическую энергию E . Из схемы следует, что для стабилизации технологически заданной температуры внутри камеры необходимо обеспечить равенство тепловых потоков $Q_0 = Q_n$. Равенство может быть достигнуто путем воздействия на поток Q_n , либо на поток Q_0 , либо одновременным воздействием на эти потоки.

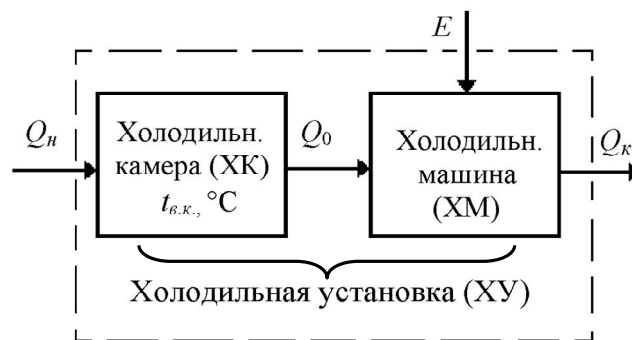


Рис. 1. Обобщенная функциональная схема холодильной установки

Управление потоком Q_n , или одновременное воздействие на Q_0 и Q_n , производится в испытательных холодильных установках, когда в камерах уже обеспечена избыточно низкая температура и ее следует повышать с помощью тепловыделяющих элементов. Этот метод энергетически невыгоден. Самый распространенный метод снижения и стабилизации температуры в холодильной камере осуществляется за счет отвода из нее тепла Q_0 .

Считая, что тепло проникает в камеру через теплоизоляцию, можно определить Q_0 – количество тепла, отнимаемое от воздуха в охлаждаемом объеме камеры,

$$Q_0 = k_u \cdot F_{\text{и}} \cdot (t_{\text{в.к.}} - t_0), \text{ Вт.} \quad (1)$$

Количество тепла, которое может быть отведено холодильным агентом в теплообменном аппарате (испарителе):

$$Q_{\text{т.а.}} = (h_{\text{вых}} - h_{\text{вх}}) \cdot M_{\text{х.а.}}, \text{ Вт,} \quad (2)$$

где $h_{\text{вых}}$, $h_{\text{вх}}$ – энтальпии холодильного агента на выходе и входе из теплообменного аппарата, Дж/кг; $M_{\text{х.а.}}$ – массовый расход хладагента, кг/с.

Если ХМ обеспечивает полное равенство холодопроизводительностей $Q_0 = Q_n$, то температура охлаждаемой среды в охлаждаемом объеме будет:

$$t_{\text{с.к.}} = t_0 + (h_{\text{вых}} - h_{\text{вх}}) \cdot \frac{M_{\text{х.а.}}}{k_{\text{и}} \cdot F_{\text{и}}}, \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (3)$$

Следовательно, температура охлаждаемой среды в охлаждаемом объеме камеры будет зависеть от: температуры t_0 кипения хладагента, $^\circ\text{C}$; площади $F_{\text{и}}$ теплопередающей поверхности испарителя, м^2 ; коэффициента $k_{\text{и}}$ теплопередачи испарителя, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$; расхода $M_{\text{х.а.}}$ хладагента, $\text{кг}/\text{с}$.

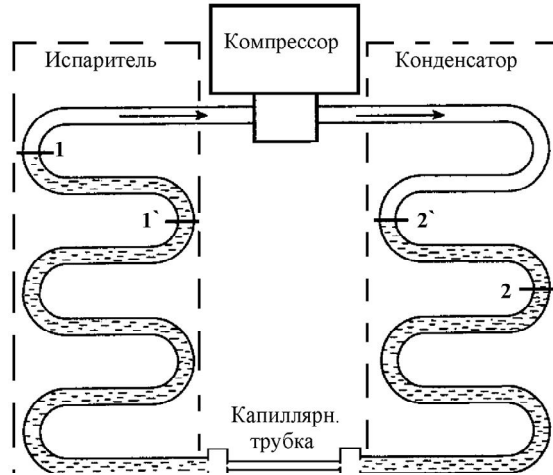


Рис. 2. Изменение уровня жидкого хладагента в БХП при изменении тепловой нагрузки

В БХП регулирование температуры охлаждаемой среды осуществляется изменением среднего значения расхода хладагента. При этом высока степень самовыравнивания тепловых процессов, оказывающих заметное влияние на работу компрессора, когда с его помощью производится регулирование расхода хладагента.

Пусть (рис. 2), при увеличении тепловой нагрузки, произошло снижение уровня жидкого хладагента в испарителе от т. 1 до т. 1'. Это приводит к увеличению уровня хладагента в конденсаторе от т. 2 до т. 2'. Бóльшая степень заполнения жидким хладагентом конденсатора увеличивает давление конденсации и, соответственно, нагнетания. Поэтому подача хладагента через капиллярную трубку возрастает, и уровень жидкости в испарителе начнет увеличиваться — система стремится к самовыравниванию.

Холодопроизводительность компрессора выражается формулой [5-7]:

$$Q_{\text{км}} = \lambda \cdot V_h \cdot q_v, \text{ Вт}, \quad (4)$$

где λ — коэффициент подачи компрессора; V_h — теоретическая объемная производительность поршневого компрессора, $\text{м}^3/\text{с}$; q_v — удельная объемная холодопроизводительность поршневого компрессора, $\text{Дж}/\text{м}^3$.

Выражение (4), описывающее холодопроизводительность компрессора, нелинейно, так как, коэффициент подачи компрессора λ зависит от величины отношения давления конденсации к давлению кипения (ориентировочно, для МХУ при $p_k / p_0 \in (3 \dots 8)$, $\lambda \in (0,85 \dots 0,5)$), а объемная холодопроизводительность q_v , в свою очередь, зависит от температур кипения t_0 и конденсации $t_{\text{к}}$. Поскольку и холодопроизводительность испарителя (1), и холодопроизводительность компрессора (4) зависят от температуры кипения, то

обе зависимости можно представить графически, в функции температуры (рис. 3).

На рис. 3, (линии a и b), показаны характеристики холодопроизводительности компрессора для двух температур конденсации t_k хладагента, причем $t_{k2} > t_{k1}$, а построенная по (1) линия e – характеристика холодопроизводительности испарителя [6, 7]. Угол α характеризует “качество” работы испарителя и определяется отношением холодопроизводительности испарителя к разности температур охлаждаемого объема и кипения:

$$\operatorname{tg} \alpha = Q_0 / (t_{\text{ж.к.}} - t_0). \quad (5)$$

Рабочие точки 1 и 2 установившегося режима определяют равенство холодопроизводительностей компрессора и испарителя. Так, при увеличении температуры конденсации от t_{k1} до t_{k2} , температура кипения в рабочей точке 2 возрастет до t_{02} и холодопроизводительность снизится до значения Q_{02} .

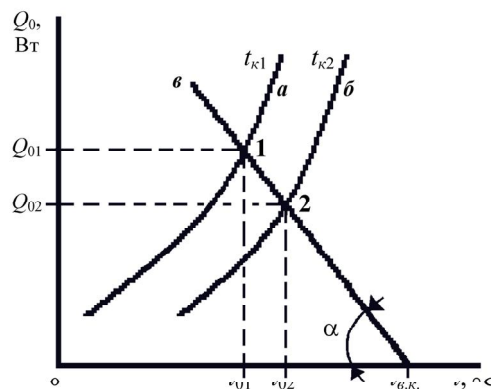


Рис. 3. Изменение положения рабочих точек БХП

Считая, что в камеру поступает тепло Q_n только через теплоизоляцию наружных ограждений холодильной камеры, то величина теплопритока определится выражением:

$$Q_n = k_n \cdot F_n \cdot (t_{\text{н.в.}} - t_{\text{в.к.}}), \text{ Вт} \quad (6)$$

где F_n , k_n – площадь поверхности ограждений, м^2 и коэффициент теплопередачи ограждений, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$; $t_{\text{н.в.}}$ – температура наружного воздуха, $^\circ\text{C}$.

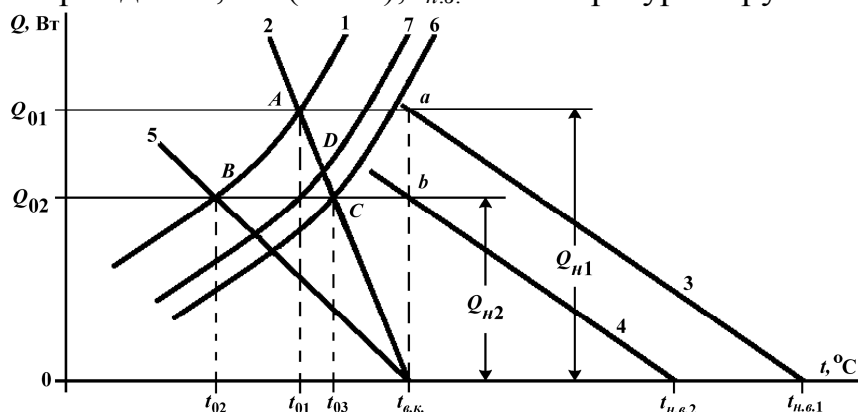


Рис. 4. Изменение режима работы БХП при уменьшении температуры наружного воздуха

Тепловой баланс компрессора, испарителя и суммарного теплопритока позволяет оценить установившийся режим, например, при изменении температуры наружного воздуха и неизменной температуре конденсации.

Пусть температура наружного воздуха $t_{н.в.1}$ определяет по (6) значение теплопритока $Q_{н1}$ (см. рис. 4, линия 3). Установившаяся температура в камере $t_{в.к.}$ определяется равенством производительностей компрессора (линия 1), испарителя (линия 2) и охлаждаемого объекта. Этому статическому режиму соответствует рабочая точка A с температурой кипения t_{01} . Считаем, что компрессор работает непрерывно с холодопроизводительностью $Q_{01} = Q_{н1}$. При снижении температуры теплопритока до значения $t_{н.в.2}$ (линия 4), мощность теплопритока снижается до значения $Q_{н2}$. Тепловой баланс в системе (рабочая точка B) может быть достигнут посредством уменьшения площади испарителя (линия 5), что приведет к снижению температуры кипения до значения t_{02} . Из экспериментальных данных известно, что понижение температуры кипения на $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ для однокамерных БХП приводит к понижению холодопроизводительности компрессора и повышению расхода электроэнергии примерно на 4 %, а при повышении температуры конденсации на $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ возрастает расход электроэнергии не менее, чем на 3 %. Таким образом, уменьшение площади поверхности теплообмена испарителя приводит к заметным энергетическим потерям.

Формально, при снижении теплопритока до уровня $Q_{н2}$, необходимо установить непрерывно работающий компрессор с меньшей ($Q_{01} = Q_{н2}$) холодопроизводительностью (линия 6), что приведет к повышению температуры кипения (рабочая точка C) до значения t_{03} .

Для снижения холодопроизводительности компрессора периодически его отключают (см. рис. 5 и рис. 6).

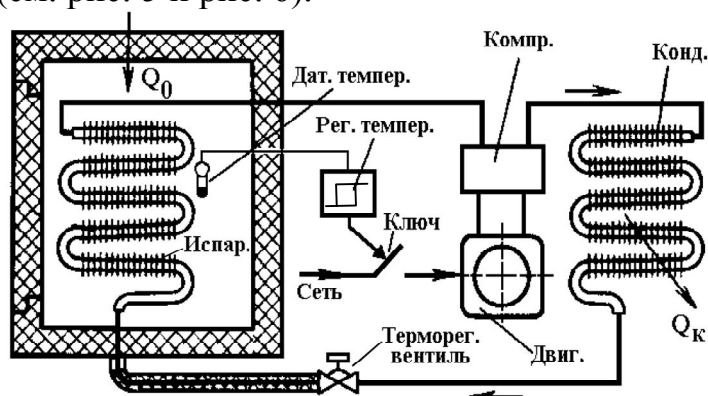


Рис. 5. Функциональная схема “релейной” системы управления температурой в БХП

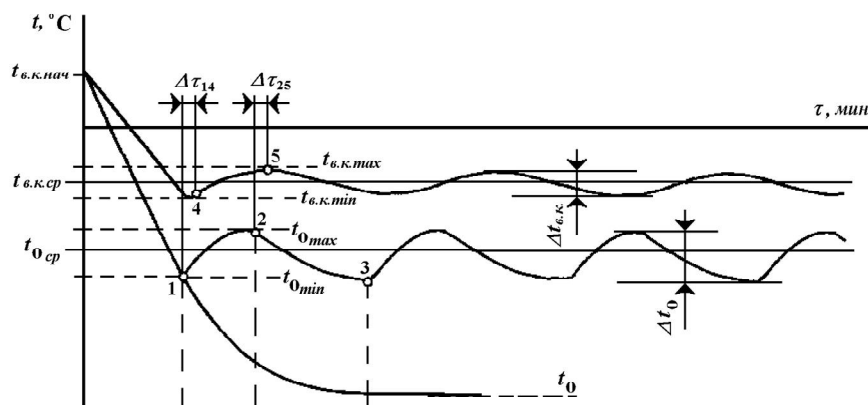


Рис. 6. Качественный характер изменения температур кипения и воздуха при “релейном” способе управления БХП

Коэффициент рабочего времени b характеризует время работы включенного на полную холодопроизводительность компрессора (коэффициент заполнения) [6]:

$$b = \frac{\tau_{\text{вкл}}}{\tau_{\text{вкл}} + \tau_{\text{откл}}}, \quad (7)$$

где $\tau_{\text{вкл}}$ и $\tau_{\text{откл}}$ – соответственно, продолжительность включенного и отключенного состояния компрессора, с. Примечания: а) графики на рис. 6 приведены для относительно высокой ($b \approx 0,7$) тепловой нагрузки; б) расчетное значение коэффициента рабочего времени $b_{\text{расч}}$ обычно выбирается для случая максимальной тепловой нагрузки: $b_{\text{расч}} \geq 0,7$; в) коэффициент рабочего времени b всех МХУ не является постоянной величиной (зимой $b_{\text{зим}} \in (0,1 \dots 0,3) \cdot b_{\text{расч}}$, весной $b_{\text{вес}} \in (0,4 \dots 0,6) \cdot b_{\text{расч}}$, летом $b_{\text{летн}} \approx b_{\text{расч}}$).

Следовательно, система управления холодопроизводительностью БХП должна обеспечить выполнение условия:

$$Q_n = b \cdot Q_{01}. \quad (8)$$

Процессы во всех элементах БХП взаимосвязаны и при “релейном” способе управления температура кипения нестационарна, и только в среднем равна требуемой. При стабилизации заданной температуры в камере для любых, регламентированных паспортом БХП пределов изменения тепловых нагрузок, компрессор должен отводить все образующиеся пары из испарителя.

Если компрессор работает с меньшей, чем необходимо, холодопроизводительностью, то пары начнут скапливаться в испарителе и процесс кипения прекратится, поскольку повысятся давление и температура кипения. Именно поэтому компрессор выбирают из расчета возможной его работы на максимальную тепловую нагрузку. Например, компрессор БХП нормального климатического исполнения класса УХЛ (умеренно холодный климат) должен обеспечить заданную температуру хранения при максимальной загрузке холодильного прибора продуктами и температуре окружающей среды не менее $+32^\circ\text{C}$.

Из рассмотрения рис. 6 можно заключить, что на участках 1-2 и 2-3 график изменения температуры кипения близок к экспоненциальному. Поэтому опишем, в первом приближении, участки апериодическими законами изменения температуры, с соответствующими постоянными времени на каждом из участков.

Известно [5-7], что при работе БХП в “релейном” режиме при постоянном давлении конденсации, температура кипения изменяется в небольшом диапазоне Δt_0 (см. рис. 6), поэтому, с погрешностью до 5 %, холодопроизводительность компрессоров малых ХКУ, в том числе и БХП, можно аппроксимировать уравнением регрессии:

$$Q_0(\tau) = a \cdot t_0(\tau) + c, \quad (9)$$

где a и c – для рассматриваемого режима компрессора постоянные коэффициенты, зависящие от конструкции, свойств хладагента и давления конденсации.

Цикл работы БХП в режиме стабилизации температуры состоит из двух участков (рис. 6):

– компрессор отключен (точки 1-2, нерабочий участок, ключ разомкнут). Температура испарителя повышается от t_{0min} до t_{0max} за время $\tau_{откл}$;

– компрессор включен (точки 2-3, рабочий участок, ключ замкнут). Температура испарителя понижается от t_{0max} до t_{0min} за время $\tau_{вкл}$.

На нерабочем участке цикла, за бесконечно малое приращение времени $d\tau$, теплоприток к испарителю будет определяться уравнением:

$$\frac{dQ(\tau)}{d\tau} = (k_{и} \cdot F_{и})_{откл} \cdot [(t_{в.к.}(\tau) - dt_0(\tau))], \quad (10)$$

где $(k_{и} \cdot F_{и})_{откл}$ – коэффициент теплопроводимости на нерабочем участке цикла, Вт/°С.

Приток тепла $dQ(\tau)$ повышает температуру металла испарителя, а также температуру и давление хладагента, согласно уравнению:

$$\frac{dQ(\tau)}{dt_0(\tau)} = C_u, \quad (11)$$

где C_u – суммарная теплоемкость металла испарителя и кипящего хладагента, Дж/°С.

Коэффициенты теплопроводимости (произведение коэффициента теплопередачи испарителя на его площадь – $k_{и} \cdot F_{и}$) на нерабочем участке 1-2 цикла и рабочем участке 2-3 заметно различаются. Так, для БХП, усредненное соотношение между коэффициентами теплопроводимости $\frac{(k_{и} \cdot F_{и})_{вкл}}{(k_{и} \cdot F_{и})_{откл}} \approx 2...3$. Из (10)

и (11) можно определить приращение времени, справедливое для нерабочего участка цикла [6]:

$$d\tau_{откл} = \frac{C_u \cdot dt_0(\tau)}{(k_{и} \cdot F_{и})_{откл} \cdot [t_{в.к.}(\tau) - dt_0(\tau)]}. \quad (12)$$

Интегрируя (12) в диапазоне изменения температур кипения $t_{0min} \dots t_{0max}$, получим продолжительность всего нерабочего участка цикла:

$$\tau_{откл} = \frac{C_u \cdot \ln \frac{t_{в.к.ср} - t_{0min}}{t_{в.к.ср} - t_{0max}}}{(k_{и} \cdot F_{и})_{откл}}, \quad (13)$$

где $t_{в.к.ср}$ – среднее значение температуры в камере.

При отключенном компрессоре, температура кипения хладагента стремится к температуре хранящегося объекта и, если компрессор не включится, приблизится к температуре $t_{в.к.нач}$. Но уже при t_{0max} (см. рис. 6) компрессор начнет работать.

Если обозначить постоянную времени для нерабочего участка:

$$T_{откл} = \frac{C_u}{(k_{и} \cdot F_{и})_{откл}}, \text{ с}, \quad (14)$$

то совместное решение (10) и (11) для участка 1-2 позволяет найти в функции времени зависимость температуры кипения [5-7]:

$$t_0(\tau)|_{1-2} = t_{в.к.} - e^{-\tau/T_{откл}} \cdot (t_{в.к.} - t_{0min}). \quad (15)$$

На рабочем участке цикла, за бесконечно малое время $d\tau$, холодильной машиной от системы отводится, согласно уравнению (16), тепло $dQ(\tau)$:

$$\frac{dQ(\tau)}{d\tau} = Q_0(\tau) = a \cdot t_0(\tau) + c. \quad (16)$$

При этом от охлаждаемого объекта отводится тепло $dQ'(\tau)$, а к металлу испарителя и холодильному агенту перейдет тепло $dQ''(\tau)$ [5-7]:

$$dQ'(\tau) = (k_{и} \cdot F_{и})_{вкл} \cdot [(t_{в.к.}(\tau) - t_0(\tau))] d\tau; \quad (17)$$

$$dQ''(\tau) = -C_u \cdot dt_0(\tau), \quad (18)$$

где $(k_{и} \cdot F_{и})_{вкл}$ – коэффициент теплопроводимости испарителя на рабочем участке цикла, Вт/°С.

Из (16) и (17) можно определить минимальную установившуюся температуру кипения t_0 холодильного агента (см. рис. 6):

$$t_0 = \frac{c - (k_{и} \cdot F_{и})_{вкл} \cdot t_{в.к.ср}}{a + (k_{и} \cdot F_{и})_{вкл}}, \quad (19)$$

а из совместного решения (16), (17) и (18) с подстановкой (19), – продолжительность рабочего участка цикла:

$$\tau_{вкл} = \frac{C_{и} \cdot \ln \frac{t_{0\max} - t_0}{t_{0\min} - t_0}}{a + (k_{и} \cdot F_{и})_{вкл}}. \quad (20)$$

Интегрирование на участке 2-3 позволяет определить выработанное количество холода:

$$\Delta Q = \frac{C_{и}}{a + (k_{и} \cdot F_{и})_{вкл}} \left(a \cdot (t_{0\max} - t_{0\min}) + (a \cdot t_0 + c) \cdot \ln \frac{t_{0\max} - t_0}{t_{0\min} - t_0} \right). \quad (21)$$

Если в (21) обозначить постоянную времени как

$$T_{вкл} = \frac{C_{и}}{a + (k_{и} \cdot F_{и})_{вкл}}, \text{ с}, \quad (22)$$

то можно найти зависимость температуры кипения в функции времени, справедливую для участка 2-3 [5-7]:

$$t_0(\tau)|_{2-3} = t_0 + e^{-\frac{\tau}{T_{вкл}}} \cdot (t_{0\max} - t_0). \quad (23)$$

Выводы. 1. Сравнивая постоянные времени (14) и (22) можно отметить, что вблизи заданной температуры при холодопроизводительности меньшей номинальной, процесс отепления менее интенсивный, чем процесс охлаждения. Это связано, во-первых, с изменением направления теплового потока испарителя при включении и отключении испарителя с соответствующим изменением коэффициента теплопроводимости $(k_{и} \cdot F_{и})$, и во-вторых, с эффектом термостатирования холодильной камеры. **2.** Имея аналитические выражения для оценки постоянных времени (14) и (22), холодопроизводительности компрессора (9) и температур кипения обеспечиваются необходимые условия для синтеза современной системы плавного управления холодопроизводительностью компрессора БХП.

Список литературы. 1. Афанасьева И.А., Смыслов В.И., Калнинь И.М. Повышение энергетической эффективности бытовой холодильной техники. – Режим доступа: <http://www.pozis.ru/articles/show/106>. **2.** Научно-технические основы создания современных бытовых холодильных приборов / [В.И. Ландик, В.П. Шевченко, А.А. Шубин и др.]; под. ред

В.И. Ландика. – Донецк: ДонНУ, 2002. – 200 с. 3. *Онищенко О.А.* Модель холодильной установки с автоматизированным электроприводом компрессора / О.А. Онищенко // Холодильная техника и технология (прилож. к журналу от 14.10.2005). – 2005. – С. 120-129. 4. *Карпович О.Я.* Расширение диапазона регулирования производительности микрокомпрессоров средствами автоматизированного электропривода / О.Я. Карпович, О.А. Онищенко // Матер. міжн. наук.-техн. конф. “Сучасні проблеми холодильної техніки і технології”. – Одеса: ОДАХ, 2011. – С. 63-65. 5. Проектирование поршневого компрессора холодильных машин и тепловых насосов / [Л.И. Морозюк, Т.В. Морозюк, Л.В. Ястребова и др.]; под. ред. Л.И. Морозюк. – Одесса: ОГАХ, 2003. – 75 с. 6. *Якобсон В.Б.* Малые холодильные машины / В.Б. Якобсон. – М.: Пищевая промышленность, 1977. – 368 с. 7. *Зеликовский И.Х.* Малые холодильные машины и установки: Справочник / И.Х. Зеликовский, Л.Г. Карлан. – М.: Агропромиздат, 1989. – 672 с.

Поступила в редколлегию 20.03.2012

УДК 656.138

Л.С. АБРАМОВА, канд. техн. наук, доц., ХНАДУ, Харків

І.С. НАГЛЮК, канд. техн. наук, доц., ХНАДУ, Харків

Г.Г. ПТИЦЯ, асист., ХНАДУ, Харків

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ

Наведено результати аналізу наукових напрямків дослідження визначення коефіцієнтів приведення різних типів автотранспортних засобів до легкового автомобіля, які впливають на визначення складу транспортного потоку та його інтенсивності.

Ключові слова: інтенсивність, склад транспортного потоку, коефіцієнт приведення, транспортний засіб

Приведены результаты анализа научных направлений исследования определения коэффициентов приведения разных типов автотранспортных средств к легковому автомобилю, которые влияют на определение состава транспортного потока и его интенсивности.

Ключевые слова: интенсивность, состав транспортного потока, коэффициент приведения, транспортное средство

The results of scientific directions analysis aimed at estimating a coefficient of reduction of different kinds of transport means influencing on the determination of a traffic flow structure and its intensity to a motor car have been given.

Keywords: intensity, traffic flow structure, transport system, coefficient of reduction.

1. Вступ

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), щороку в дорожньо-транспортних подіях (ДТП) в світі гинуть і отримують поранення більше 20 мільйонів чоловік, а щорічні сумарні економічні втрати перевищують 500 мільярдів доларів. За даними Всесвітнього банку 2011 року, Україна займає 4-е місце в східноєвропейському регіоні по економічних втратах від ДТП (близько 5 млрд. \$). Перші три позиції – Росія, Туреччина, Польща.

У процесі дорожнього руху, що характеризується високою інтенсивністю руху автотранспорту, в який залучена величезна кількість людей і транспортних засобів, забезпечення безпеки дорожнього руху стає однією з серйозних

соціально-економічних проблем, від успішного вирішення яких, в значній мірі, залежать не лише життя та здоров'я людей, але й розвиток економіки країни в цілому.

Найбільш дієвим підходом для вирішення ситуації, що склалася, є максимально ефективно застосування засобів підвищення рівня безпеки за рахунок методів організації дорожнього руху.

На основі аналізу вітчизняного та закордонного досвіду, інженерна діяльність з організації дорожнього руху може бути представлена в вигляді п'яти укрупнених блоків (рис). [1]

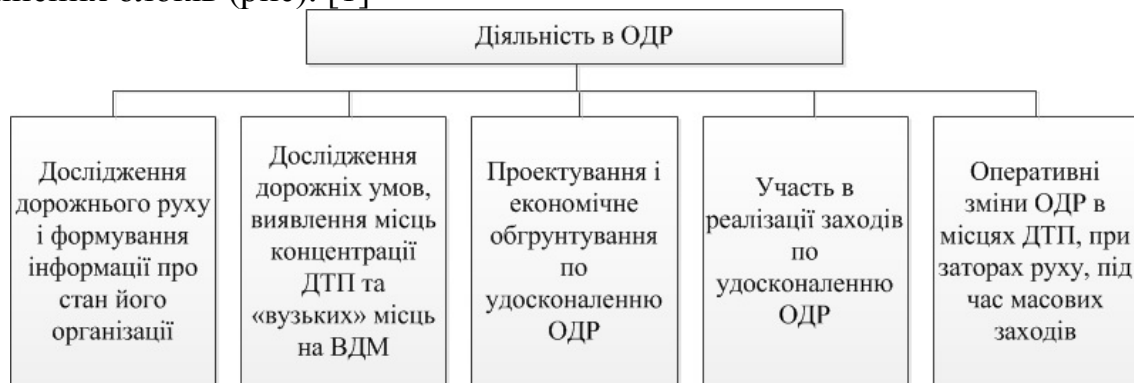


Рис. Напрямки діяльності в організації дорожнього руху

З наведеної класифікації можна зробити висновок щодо важливості та необхідності отримання достовірної та коректної інформації стосовно параметрів дорожнього руху. Дані інтенсивності руху є підставою для розрахунків параметрів установки дорожніх знаків, сигнальних пристроїв, для вирішення питання про виділення вулиць з одностороннім рухом, для вибору маршрутів, розміщення стоянок, заборони зупинок і розворотів транспортних засобів. В якості вихідних даних застосовується значення інтенсивності руху транспортного потоку (ТП) при проектуванні доріг і для обґрунтування реконструкції існуючих ділянок вулично-дорожньої мережі (ВДМ). [2]

Але визначення інтенсивності в значній мірі залежить від складу ТП. Склад транспортного потоку визначається спів відношенням в ньому транспортних засобів різного типу. Цей показник надає значний вплив на всі параметри дорожнього руху. В свою чергу, склад транспортного потоку в значній мірі залежить від складу парку автомобілів в данному регіоні. В Україні за даними Державної служби статистики від 2011 року, на обліку знаходяться 7,5 млн. одиниць транспортних засобів (72% легкових автомобілів, 15% мотоциклів и мотороллерів, 10% вантажних автомобілів, 2% автобусів та 1 % автомобілів інших видів).

Відомо, що склад транспортного потоку впливає на рівень завантаження доріг (обмеженість руху), що пояснюється, перш за все, істотною різницею в габаритних розмірах автомобілів. Проте різниця в габаритних розмірах не є єдиною причиною необхідності спеціального обліку складу потоку при аналізі інтенсивності руху. [1,3] При русі в транспортному потоці важлива різниця не лише в статичному, але й в динамічному габариті автомобіля. Тому існує проблема в визначенні коефіцієнтів приведення до легкового автомобіля, так як цей параметр суттєво впливає на визначення інтенсивності ТП на ВДМ.

Мета роботи: дослідити сучасний стан методів визначення складу транспортного потоку та коефіцієнтів приведення до легкового автомобіля.

2. Постановка задачі дослідження

Інтенсивність руху транспорту визначається кількістю транспортних засобів, що проходять через перетин проїзної частини в одиницю часу (година, доба, рік) в одному або двох напрямках. За одиницю визначення інтенсивності прийняті натуральні та приведені одиниці. *Натуральними одиницями* є кількість різних видів транспорту: легковий і вантажний автомобіль, автопоїзд, автобус, тролейбус, велосипед, мототранспорт. Склад ТП визначається співвідношенням транспортних засобів різного типу. Цей показник впливає на більшість параметрів дорожнього руху. За *приведену одиницю* виміру прийнятий легковий автомобіль, решта транспортних засобів приводяться до легкового автомобіля за допомогою коефіцієнтів приведення за формулою:

$$N_{np} = \sum_i^n k_i \cdot N_{i_{nat}} \quad (1)$$

де N_{np} – інтенсивність руху транспорту в приведених одиницях;

k_i – коефіцієнт приведення i -го виду транспорту до легкового автомобіля, що приймається з таблиці 1 відповідно до рекомендацій СНіП і ДБН [4, 5];

$N_{i_{nat}}$ – інтенсивність руху i -го виду транспорту в натуральних одиницях.

В Україні при розрахунках інтенсивності коефіцієнти приведення мають бути прийнят із таблиці 1 відповідно до СНіП і ДБН [4, 5] або згідно керівництва з проектування вулиць і доріг [6] іДСТУ [7].

В нашій країні коефіцієнти приведення до легкового автомобіля приймаються відповідно до нормативного документа ДБН В.2.3-4:2007 «Споруди, транспорту. АВТОМОБІЛЬНІ ДОРОГИ». Цей нормативний документ не розглядає диференційовано різні умови руху (перегони доріг і вулиць, різні типи перехресть і т. д.), а тільки передбачає постійні коефіцієнти для різних елементів дорожніх мереж і вулично-дорожніх мереж міст. В основі цих коефіцієнтів приведення — співвідношення динамічних габаритів транспортних засобів під час руху на перегонах [4,5]. Виключенням є кільцеві перехрестя, для розрахунків котрих застосовуються коефіцієнти приведення, засновані на співвідношенні мінімальних інтервалів між автомобілями різних типів під час руху безпосередньо на перехрестях цього типу [8].

Приведена інтенсивність руху до легкових автомобілів використовується при розрахунку режиму регулювання та величин транспортних затримок. При проведенні обстеження має бути підрахована кількість різних типів транспортних засобів, що прибувають до регульованого перехрестя, а потім автомобілі різних типів мають бути приведені до еквівалентної кількості приведених легкових автомобілів. Коефіцієнт приведення до легкового автомобіля є величиною, яка показує, якою кількістю легкових автомобілів можна замінити той або інший тип транспортногозасобу.

Для транспортних засобів, що мають великі габарити та вимагають більшого часу для проїзду через перехрестя, в порівнянні з легковими автомобілями, коефіцієнти приведення до легкового автомобіля перевищують значення 1,0. Це

також зумовлено їх нижчими показниками динамічних характеристик. Але зараз відомо декілька методів визначення коефіцієнтів приведення, які потребують аналізу доцільності застосування в дослідженнях.

Таблиця 1. Коефіцієнти приведення відповідно до СНіП і ДБН

Транспортні засоби	Коефіцієнти приведення	Транспортні засоби	Коефіцієнти приведення
1	2	3	4
Легкові автомобілі	1	Вантажні автомобілі вантажопід'ємністю, т:	
Мотоцикли з коляскою	0,75	до 2	1,5
Мотоцикли та мопеди	0,5	до 6	2
Велосипеди	0,3	до 8	2,5
Автобуси прості, в тому числі	2,5	до 14	3
малої місткості (25–50 пас.)	1,5	св. 14	3,5
середньої місткості (50– 75 пас.)	2,0	Автопоїзди вантажопід'ємністю, т:	
великої місткості (75– 100 пас.)	2,5	до 12	3,5
особливо великої місткості, з'єднані (більш 100 пас.)	4,0	до 20	4
Тролейбуси	3	до 30	5
З'єднані тролейбуси	4	більше 30	6

3. Основна частина

За останні 30-40 років за кордоном було проведено велику кількість досліджень, спрямованих на виявлення впливу різних типів транспортних засобів на пропускну спроможність регульованого перехрестя.

Так, наприклад, Вебстер [12] оцінював коефіцієнти приведення автомобілів більшої та середньої вантажопідйомності до легкового автомобіля (personal care equivalents). Загальне значення величини коефіцієнта приведення в його розрахунках складає 1,75.

Міллер [13] отримав значення коефіцієнта приведення для тих самих типів автомобілів = 1,85. При цьому, його дослідження базувалися на визначенні додаткового часу, необхідного транспортним засобам даного типу для перетинання перехрестя, в порівнянні з легковими автомобілями.

Branston в 1978 р. визначив величину коефіцієнта приведення для вантажних автомобілів як 1,74 [14]. Пізніше, в 1979 році Branston визначає величину коефіцієнтів приведення методом регресійного аналізу, досліджуючи при цьому прямо направлений рух. Відповідно до нього коефіцієнти приведення дорівнюють 1,35 для автомобілів середньої 1,68 для автомобілів великої вантажопідйомності.

Stuart в 1978 році дослідив ефект впливу АТЗ на пропускну спроможність ВДМ автомобілів, що не значно відрізняються від легкових за габаритами [15]. Він визначив, що довжина автомобіля значно впливає на величину часового інтервалу між транспортними засобами при роз'їзді на перехресті.

Для порівняння коефіцієнти приведення до легкового автомобіля, отримані різними авторами, зведені в таблицю 2. Особливо слід підкреслити відмінність результатів досліджень від тих значень, що наводяться в ДБН.

Це ще раз підтверджує необхідність корегування значень коефіцієнтів приведення.

Слід так само відзначити близькість значень коефіцієнтів, отриманих Врубелем Ю.А та Sosin J. [16], хоча ними використовувалися абсолютно різні вихідні теоретичні передумови та методики проведення досліджень.

Таблиця 2. Коефіцієнти приведення до легкового автомобіля

Тип транспортного засобу	Коефіцієнти приведення до легкового автомобіля по даним різних авторів				
	Вебстер	Branston D.	Sosin J.	Врубель Ю.А	ДБН В.2.3 -4: 2007
1	2	3	4	5	6
Мотоцикли	0,33	0,15	0,6	0,7	0,5-0,75
Вантажні автомобілі: До 2 т.	-	-	-	-	1,5
2 – 6 т.	1,75	1,35	1,6	1,4	2
Більш 6 т.	1,75	1,68	-	-	2,5-3,5
Автопоїзди	-	-	2,8	2,3	3,5-6
Автобуси	2,25	1,65	1,7	2,0	3
Тролейбуси	-	-	-	2,0	-
З'єднані автобуси або тролейбуси	-	-	2,8	2,6	-

В результаті виконаних в 2003 р. детальних досліджень, А. Г. Левашов отримав коефіцієнти приведення до легкового автомобіля для регульованих перехресть і розробив методику їх визначення, засновану на використанні регресійної моделі [17]

$$T = \alpha + \sum_{j=1}^{j=m} \beta_j \cdot X_j + \varepsilon \quad (2)$$

де T – час, необхідний для роз'їзду черги транспортних засобів на перехресті, після включення зеленого сигналу, с;

α – величина затримки, пов'язана з розгоном автомобілів до швидкості, яка переважає при насиченні (стартова затримка), с;

β_j – параметри регресійної моделі, що виражають величини тимчасових інтервалів транспортних засобів типу j , с;

X_j – кількість транспортних засобів типу j в черзі;

ε – помилка, що відображає час, викликаний додатковими чинниками, які не враховуються в моделі, с.

В американському керівництві щодо визначення пропускної спроможності доріг (HighwayCapacityManual) прийнято підрозділяти всі типи транспортних засобів на легкові та вантажні транспортні засоби [18]. При цьому вантажними транспортними засобами вважаються ті, які мають більше ніж 4 колеса. В американському керівництві з пропускної спроможності доріг (HCM 2000) для всіх видів транспортних засобів, що відрізняються від легкових автомобілів, пропонується усереднений коефіцієнт приведення до легкового автомобіля, рівний 2,0.

Аналогічно американському керівництву, така ж класифікація використовується в новітньому німецькому керівництві з проектування засобів регулювання дорожнього руху (Handbuch fuer die Bemessung von Strassenverkehrsanlagen, 2001) [19]. Очевидно що це пов'язано з прагненням дослідників розробити найбільш зручний спосіб обліку долі вантажних транспортних засобів у ТП.

З іншого боку в дослідженні, яке провели Kockelman K.M. та Raheel A.S. [20], основною метою було визначення коефіцієнтів приведення до легкового автомобіля тих автомобілів, що незначно відрізняються від легкових автомобілів та мають також чотири колеса (автомобілі типу “Джип”). Результати цього дослідження наведено в таблиці 3.

4. Аналіз існуючих підходів

Фахівці визнають необхідність використання для розрахунку впараметрів режимів регулювання та затримок спеціальні коефіцієнти приведення до легкових автомобілів [9, 10, 11, 12].

Таблиця 3. Коефіцієнти приведення за результатами роботи Kockelman K.M. і Raheel A.S. [20]

Тип автомобіля	Рух прямо	Рух ліворуч	Рух праворуч
“Джип” (SmallSuv)	1,07	0,96	1,08
Автобус малої місткості (Van)	1,34	1,06	1,19
Автомобіль з кузовом на базі легкового автомобіля (Pickup)	1,14	1,08	1,16

Слід зазначити, що в дослідженні А.Г. Левашова обстежувалися лише смуги прямого напрямку. Тому, для отримання опису параметрів транспортного потоку на регульованому перехресті, необхідно провести ряд досліджень, спрямованих на визначення коефіцієнтів приведення транспортних засобів, що рухаються не лише різними смугами руху (напрямок; ширина смуги), але й підходами до перехрестя з різними ухилами. Отримані коефіцієнти приведення, на думку авторів, дозволять підвищити якість проектування регульованих перехресть, а також проводити оцінку їх ефективності. [21, 22]

В американському та німецькому керівництві за результатами обробки статистичних даних, дослідники зробили наступний висновок: величина часового інтервалу, а також коефіцієнта приведення до легкового автомобіля для автомобілів типу “Джип” відрізняється від відповідних значень для легкового автомобіля. Отже, запропонована в американському керівництві класифікація типів транспортних засобів з самого початку закладає певну погрішність

визначення величини потоку насичення в реальних умовах, а також з визначення величини пропускнуї спроможності елементів регульованого перехрестя.

Також слід відзначити, що класифікації транспортних засобів, наведені в американському і німецькому керівництві мають підстави. Проте, на думку А.Г. Левашова, для транспортних засобів, частка яких переважає на регульованих перехрестях (мікроавтобуси, вантажні автомобілі середньої вантажопідйомності, автобуси малої місткості), слід визначати окремі коефіцієнти приведення.[22]

5. Висновки

1) Не завжди обирається детальна класифікація типів транспортних засобів, а існує лише розподіл на легкові та вантажні. 2) Для первинної обробки даних з визначення інтенсивності достатньо використовувати значення ДСТУ та СНіП. 3) Для більш детального та точного аналізу необхідно використовувати коефіцієнти приведення визначені для приватних випадків, тобто вибір методу визначення коефіцієнту приведення залежить від задач дослідження та необхідної точності виміру інтенсивності ТП.

Список літератури: 1. *Клинковштейн Г.И., Афанасьев М.Б.* Организация дорожного движения: Учеб. Для вузов. – 5 изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 2001. – 247 с. 2. *Хомяк Я.В.* Организация дорожного движения: Учебник для вузов. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1986, - 271 с. 3. *Пугачев И.Н.* Организация и безопасность движения: Учеб. пособие /И. Н. Пугачёв. – Хабаровск: Изд-во Хабар. гос. техн. ун-та, 2004. –232 с. 4. СНиП 2.05.02-85. Автомобильные дороги / Госстрой СССР. – М. : ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 56 с. 5. ДБН В.2.3-4:2007. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. 6. СНиП 2.07.01-89*. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских территорий / Госстрой СССР. – М. : ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 56 с. 7. ГОСТ 20444-85. Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики. 8. Методические указания по проектированию кольцевых пересечений на автомобильных дорогах. Минавтодор РСФСР. – М.: Транспорт, 1980. – 76 с. 9. *Врубель Ю.А.* О потоке насыщения. Белорус. политех. ин-т. Минск, 1988. – 7 с. – Рук. деп. в ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, № 663 – ат 89. 10. *Branston D.* Some factors affecting the capacity of signalized intersection. – Traffic Eng. and Contr., 1979, v20, N8-9, p. 390 – 396. 11. *Spicer B.R.* Variation in vehicle conflicts at T- junctions and comparison with recorded collisions. – TRRL Suppl. Rept. 1980, N 557, p. 90 – 106. 12. *Webster F.V., Cobbe B.M.* Traffic Signals | Road Research Technical Paper N56, HMSQ, London, 1966 – 111 p. 13. *Miller A. J.* The Capacity of Signalized Intersections in Australia. // Australian Road Research Board, ARRB Bulletin No.3, 1968. 14. *Branston D.* A comparison of observed and estimated queue lengths at oversaturated traffic signals. // Traffic Eng. and Contr., 1978, v19, N7, p. 322 – 327. 15. *Tarko A.* Traffic Flow at Signalized Intersections // Traffic flow theory, Chapter 9, 32 p. www.tfhrc.gov/its/tft/chap9.pdf. 16. *Sosin J.A.* Delays at intersections controlled by fixed cycle traffic signals. // Traffic Eng. and Contr., 1980, v21, N5, p. 264 – 265. 17. *Левашев А.Г., Михайлов А.Ю.* Основные параметры оценки пропускной способности регулируемых пересечений // ВИНТИ. – 2004. – №3. – С. 14 – 19. 18. *Highway Capacity Manual.* // TRB, Washington, DC, 2000. – 1134 p. 19. Handbuch fuer die Bemessung von Strassenverkehrsanlagen (HBS 2001). – Forschungsgesellschaft fuer Strassenund Verkehrswesen, Koeln, Januar 2002. 20. *Kockelman K.M. and Raheel A.S.* Effect of vehicle type on the capacity of signalized intersections. – The University of Texas at Austin, 1999. - 23 p. http://www.ce.utexas.edu/prof/kockelman/public_html/ASCELDTS_habih.pdf. 21. *Левашев А.Г. Михайлов А.Ю. Головных И.М.* Проектирование регулируемых пересечений: Учеб. пособие – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2007. – 208 с. 22. *О.В. Денисенко, А.С. Филимонова.* Некоторые аспекты определения коэффициентов приведения к легковому автомобилю. Автомобильный транспорт. -2010. –вып. №26. 115-118с.

Поступила в редколлегию 21.03.2012

А.А.СКОПА, докт.техн.наук, доц., зав.каф. ОНЭУ, Одесса

Н.Ф.КАЗАКОВА, канд.техн.наук, доц., ОНЭУ, Одесса

С.Т.СОРОКА, зам.нач. Центра обработки данных, Одесский филиал ОАО «Укртелеком»

ПОЛИТИКА ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ УГРОЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОДЕССКОГО ФИЛИАЛА ОАО «УКРТЕЛЕКОМ»

Викладаються основні відомості про політику попередження загроз інформаційній безпеці (інциденти) в практичній діяльності Одеської філії ВАТ «Укртелеком».

Ключові слова: інцидент, безпека, укртелеком, моніторинг, it-ресурс, інфраструктура

Излагаются основные сведения о политике предупреждения угроз информационной безопасности (инцидентов) в практической деятельности Одесского филиала ОАО «Укртелеком».

Ключевые слова: инцидент, безопасность, укртелеком, мониторинг, it-ресурс, инфраструктура

Basic information is expounded about the policy of warning of incidents in practical activity in Odessa branch joint stock company «Ukrtelecom».

Keywords: incident, security, ukrtelecom, monitoring, it-resources, infrastructure

Введением, постановкой проблемы в общем виде и ее связь с важными научными и практическими заданиями является задача освещения практической деятельности Центра обработки данных Одесского филиала ОАО «Укртелеком» по внедрению политики предупреждения инцидентов, связанных с посторонним вмешательством в деятельность автоматизированных, компьютеризованных и автоматических служб. Исходя из этого, **целью статьи** является изложение основных сведений о политике предупреждения угроз информационной безопасности (инцидентов) в практической деятельности Одесского филиала ОАО «Укртелеком».

В 2007 году ОАО «Укртелеком» создало территориально-разделенный Центр обработки данных (ЦОД). Внедрение проекта осуществляли компании S&T «Софт-Троник» и «Майкрософт Украина». Главный ЦОД находится в Киеве. Также имеются ЦОД в Днепропетровске, Львове, Харькове, Одессе, Донецке и Харькове. На сегодняшний день введены в действие практически все службы ЦОД. Сотрудники ОАО «Укртелеком» получили доступ к таким сервисам как сетевые сервисы, служба активного каталога, электронная почта, хранение файлов. Во время реализации были использованы системы хранения данных EMC, сервисные решения Hewlett-Packard, сетевое оборудование Cisco, программные продукты Microsoft. Оценка Генерального директора компании «Майкрософт-Украина» Валерия Лановенко – аналогичных проектов в мире еще нет.

ЦОД позволяет ОАО «Укртелеком» вводить новые бизнес- и корпоративные сервисы с возможностью их автоматизации в рамках компании. Один из наиболее

важных результатов проекта – создание корпоративного портала на базе продуктов Microsoft. Сегодня каждый сотрудник ОАО «Укртелеком» (в том числе Одесского филиала ОАО «Укртелеком») получил возможность доступа ко всем необходимым ему сервисам (в том числе к автоматизированным системам) непосредственно со своего рабочего места.

Анализ исследований и публикаций

Международные стандарты, взятые за основу проектных решений для ЦОД Одесского филиала ОАО «Укртелеком», следует рассматривать как сбалансированный ряд организационных, организационно-технических, а также значительный набор технических мер, основанных на реальной мировой практике [2].

В настоящее время не существует единого стандарта, где были бы определены требования к ЦОД. В Украине и России действующих ЦОД еще слишком мало, чтобы делать обобщения, поэтому приходится использовать зарубежные опыт и модели расчетов.

Стандартизация рассматривается как один из принципов системного подхода к построению инфраструктуры, обеспечивающий масштабируемость решений и сокращение капитальных расходов. Она помогает унифицировать реализацию взаимосвязанных инфраструктурных систем ЦОД. Сейчас проектирование и планирование ЦОД регламентируется американским стандартом ANSI TIA/EIA-942, утвержденным в апреле 2005 г. Это единственный комплексный стандарт, где освещается широкий круг вопросов, связанных с организацией ЦОД. Он предлагает последовательный подход к решению задач по созданию ЦОД [3].

Комплексных европейских и международных аналогов не существует, однако, как предполагается, ISO возьмет его за основу при разработке соответствующего международного стандарта. Стандарт обобщает многолетний опыт создания ЦОД. Следование его рекомендациям позволяет максимально приблизиться к уровню надежности с заветными пятью девятками – 99,999% [4]. Ряд требований в ЦОД Одесского филиала ОАО «Укртелеком» (как и во всем ОАО «Укртелеком») принято в качестве постулата.

Изложение основного материала

В процессе практического создания этой мощной информационной структуры в ЦОД Одесского филиала ОАО «Укртелеком» возникли ряд проблем и вопросов, что является нормальным явлением так называемой «привязки» теоретических разработок и объективной реальности.

Система эксплуатации ЦОД предназначена для организации эффективного управления ИТ-ресурсами и компонентами инфраструктуры ЦОД. Основными задачами системы эксплуатации являются повышение надежности, обеспечение заданной производительности и необходимых технико-эксплуатационных параметров инфраструктуры ЦОД. В таблице отражена тенденция роста случаев нарушения безопасности, происходящих каждый год по данным, поступающим в координационный центр CERT® (экспертный центр по Интернет-безопасности).

Таблица . Тенденция роста случаев нарушения безопасности

Год	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Число замеченных происшествий	2340	2412	2573	2134	3734	9853	21756	55108	82004	113204*	143618*	171412*	162239*	163775*	177307*	190012*

Примечание: Сведения о нарушениях безопасности после 2003 года координационным центром CERT® не публиковались и в таблице приведены данные, полученные авторами из открытых источников в сети Интернет

Информационная безопасность включает в себя шесть основных элементов ее детализации: задачи безопасности по конфиденциальности, целостность и доступность информации «системы», цели безопасности, спецификация функций безопасности и описание механизмов безопасности.

Основа информационной безопасности ЦОД Одесского филиала ОАО «Укртелеком» – процессный подход к разработке, реализации, эксплуатации, мониторингу, анализу, сопровождению и совершенствованию СИБ (система информационной безопасности) предприятия. Он заключается в создании и применении системы процессов управления, которые взаимосвязаны в непрерывный цикл планирования, внедрения, проверки и улучшения СИБ (рис.1 [1]).



Рис. 1. Процессный подход в рамках СИБ

Основным движущим механизмом СИБ является периодический анализ рисков информационной безопасности. Высшее руководство организации также вовлекается в процесс управления СИБ посредством принятия решений на основе результатов анализа рисков, результатов внутренних аудитов и других механизмов СИБ.

Политика информационной безопасности ЦОД Одесского филиала ОАО «Укртелеком» – это не только частичное ограничение доступа: не менее важным аспектом является эффективное распространение информации об инцидентах среди сотрудников предприятия. И здесь на первый план выходит требование по обеспечению того, чтобы в нужный момент нужная информация была доступна для анализа.

СИБ ЦОД Одесского филиала ОАО «Укртелеком» представляют собой решение, направленное на обеспечение защиты критичной информации организации от разглашения, утечки, несанкционированного доступа и объединяет в себе комплекс организационных и организационно-технических мероприятий.

В процессе отработки проектных решений возникла необходимость создания с учетом требований действующих законодательных, нормативных, нормативно-технических документов в Центре информационных технологий и технического обеспечения (ЦИТ ТО) Одесского филиала ОАО «Укртелеком» СИБ, утвержденной решением техсовета.

Система создана без дополнительных финансовых вложений, увеличения штатного состава и привлечения сторонних организаций, обеспечивая необходимый уровень информационной безопасности (ИБ), которая состоит из трёх основных компонентов: конфиденциальность, целостность, доступность.

Для формализации указанных проблем В ЦИТ ТО ведется разработка организационно-методических документов: «Обеспечение информационной безопасности в центре обработки данных» и «Политика предупреждения инцидентов в ИТ-инфраструктурах», в которых администраторы ИТ-инфраструктур найдут необходимые для использования в повседневной деятельности организационные и организационно-технические меры предупреждения инцидентов и реагирования на них.

Предпосылкой создания приведенных разработок послужило создание в ОАО «Укртелеком» развернутой комплексной сети Центров обработки данных (ЦОД).

Указанные разработки являются интеллектуальной собственностью авторов статьи и коллектива ЦОД ОАО «Укртелеком», которая защищена Законом Украины «Об авторском праве» (ст. 9 разд.2).

Международные стандарты, взятые за основу рекомендаций, следует рассматривать как сбалансированный ряд организационных, организационно-технических, а также значительный набор технических мер, основанных на реальной мировой практике. Использование рекомендаций стандартов исключает возможность повторения известных ошибок и, в известной степени, позволяет создавать, сопровождать и контролировать состояние различных ветвей ИТ-инфраструктур. Предупреждение инцидентов, реагирование на проблемы – составные части системы информационной безопасности. Усилия, затраченные на создание системы информационной безопасностью, позволят организации выйти на новый уровень отношений с клиентами и продемонстрировать надежность ОАО «Укртелеком».

Подробнее следует остановиться на основных положениях указанных документов.

Одной из наиболее ответственных и сложных задач, решаемых в процессе создания СИБ, следует назвать проведение анализа рисков информационной безопасности в отношении активов организации в выбранной области деятельности и принятие высшим руководством решения о выборе мер противодействия выявленным рискам.

Анализ рисков – это основной движущий процесс СИБ. Он выполняется не только при создании СИБ, но и периодически при изменении бизнес-процессов организации и требований по безопасности.

В процессе анализа рисков для каждого из активов или группы активов производится идентификация возможных угроз и уязвимостей, оценивается вероятность реализации каждой из угроз и, с учетом величины возможного ущерба для актива, определяется величина риска, отражающего критичность той или иной угрозы.

Поскольку архитектура инфраструктуры поддерживают сетевые устройства, так и устройства пользователей, в силу самого этого факта, если нарушается их безопасность, то потенциально может выйти из строя вся сеть и ее ресурсы.

СИБ ЦОДа выполняет общие требования к поддержанию защищенности информационной системы (ИС):

- обеспечение конфиденциальности финансовой информации, почтовой переписки, информации о проектах и/или заказчиках;
- обеспечение непрерывности ведения технологического процесса;
- выполнения обязательств перед пользователями.

Алгоритм деятельности ЦОД ОАО «Укртелеком» в упрощенном варианте приведен на рис. 2.

Некоторые технологии по защите системы и обеспечению учета всех событий могут быть встроены в сам компьютер. Другие могут быть встроены в программы. Некоторые же выполняются людьми и являются реализацией указаний руководства, содержащихся в соответствующих руководящих документах.

Принятие решения о выборе уровня сложности технологий для защиты системы требует установления критичности информации и последующего определения адекватного уровня безопасности.



Рис. 2. Алгоритм деятельности ЦОД

Основной причиной наличия потерь, связанных с компьютерами, является недостаточная образованность в области безопасности. Только наличие обширных знаний в области безопасности может прекратить инциденты и ошибки, обеспечить эффективное применение мер защиты, предотвратить преступление или своевременно обнаружить подозреваемого. Осведомленность конечного пользователя о мерах безопасности обеспечивает четыре уровня защиты компьютерных и информационных ресурсов:

Предотвращение – только авторизованный персонал имеет доступ к информации и технологии.

Обнаружение – обеспечивается раннее обнаружение преступлений и злоупотреблений, даже если механизмы защиты были обойдены.

Ограничение – уменьшается размер потерь, если преступление все-таки произошло несмотря на меры по его предотвращению и обнаружению.

Восстановление – обеспечивается эффективное восстановление информации при наличии документированных и проверенных планов по восстановлению.

Для защиты сетей и ИТ-инфраструктуры в ОАО «Укртелеком» используется комплексный подход, контроль всех уязвимых мест, а также соответствующих необходимых мер защиты.

Вместе с тем, как любая другая информационная система, информационно-телекоммуникационная инфраструктура подвержена влиянию нештатных ситуаций и угроз.

Предупреждение инцидентов, реагирование на проблемы – составные части системы информационной безопасности. Усилия, затраченные на создание системы информационной безопасностью, позволят ИТ-организации выйти на новый уровень отношений с клиентами.

Выводы

Приведенный материал дает возможность системного понимания рекомендаций международных стандартов для реализации политики предупреждения инцидентов.

Использование передового опыта, реальных мер по предупреждению инцидентов в ИТ-инфраструктурах, основанных на мировой практике, международных стандартов, безусловно, необходимо так же, как использование новых компьютерных технологий, аппаратного и программного обеспечения.

Список литературы: 1. *Носаков В.* Создание комплексной системы управления информационной безопасностью // [Электронный ресурс]: http://www.jetinfo.ru/jetinfo_arhiv/?pid=17a12802a5b1a432d8036cef1f75dc15&nid=9127a7829a18346ad045a73263b3_8ab4#PIC1-1. 2. *Скопа О.О., Казакова Н.Ф.* Аналіз розвитку сучасних напрямів інформаційної безпеки автоматизованих систем // Системи обробки інформації. – Випуск №7(79): Безпека та захист інформації в інформаційних системах. – Харків: Харківський ун-т Повітряних Сил ім.І.Кожедуба. – 2009. – С.48-54. 3. *Казакова Н.Ф., Тимофеев Б.В.* Аналіз захищеності інформаційних мереж // Комп'ютерні технології, інформаційна безпека та дизайн: Матеріали IV наук.-практ. конф. проф.-викл. складу та студентства Міжнародного гуманітарного ун-ту (секції 7...13), 22 травня 2009 р. – Одеса: МГУ, 2009. – С.71-73. 4. *Скопа О.О., Казакова Н.Ф.* Глобальні властивості нейронних мереж / Наукові записки УНДІЗ. – №3(5). – К.: УНДІЗ, 2008. – С.13-19.

Поступила в редколлегию 21.03.2012

А.А. АНДРУСЕВИЧ, канд. техн. наук, доц., ХНУРЭ, Харьков

С.В. СОТНИК, канд. техн. наук, ассист., ХНУРЭ, Харьков

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МОНИТОРИНГА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА РЭС В РАМКАХ CALS-СИСТЕМ

У даній роботі розглядається процес моніторингу життєвого циклу виробів радіоелектронної апаратури. Проаналізовані сучасний стан, проблеми, функціональні завдання моніторингу і вимоги CALS-технологій.

Ключові слова: життєвий цикл, радіоелектронна апаратура, моніторинг, системи

В данной работе рассматривается процесс мониторинга жизненного цикла изделий радиоэлектронной аппаратуры. Проанализированы современное состояние, проблемы, функциональные задачи мониторинга и требования CALS-технологий.

Ключевые слова: жизненный цикл, радиоэлектронная аппаратура, мониторинг, системы

The process of life cycle wares of radio electronic apparatus monitoring is examined in this work. The modern state, problems, functionalities tasks of monitoring and requirement of CALS-technologies, is analysed.

Key words: life cycle, radio electronic apparatus, monitoring, systems

Введение

Мониторинг ЖЦ РЭС, выполняя по своему определению функции по надзору за состоянием объектов, предполагает сбор и обработку информации о состоянии объекта и факторах процесса ЖЦ, формирующих заданные свойства объекта. Мониторинг, выполняющий в первую очередь функции контроля, прогнозирования, отображения информации становится актуальным, т.к. является одним из средств информационной поддержки изделий, которая является сутью современной концепции CALS, принятой за основу обеспечения ЖЦ.

Анализ современного состояния, проблем, функциональных задач мониторинга ЖЦ РЭС

На сегодняшний день проблема мониторинга жизненного цикла (ЖЦ) сложной и наукоемкой радиоэлектронной системой (РЭС) к жизнеобеспечению которой предъявляются высокие требования, является актуальной.

Принцип действия системы мониторинга предельно прост. Если датчики чипа мониторинга обнаруживают, что один из отслеживаемых параметров – напряжение, температура, скорость вращения вентилятора – отклонился от нормы больше, чем допускает заданный порог, срабатывает сигнализация и подается звуковой сигнал. Пользователь должен самостоятельно выключить систему и устранить причину неисправности. Если операционная система поддерживает стандарт ACPI, чип мониторинга может дать сигнал о выключении системы.

Современные технологии контроля температуры ядра процессора сводятся к двум вариантам: внешние устройства и схемы, встроенные в ядро процессора. Лучшей эффективностью обладают встроенные системы. Ими оснащены

процессоры семейств Core i3, Core i5, Core i7, Celeron, Athlon 64, Phenom II, Sempron.

Для изделий РЭС, отличающихся высокими требованиями по обеспечению ЖЦ, примером может быть наземно-бортовой комплекс радиоэлектронного оборудования (РЭО) [1, 2, 3], обеспечивающий полет ВС, который включает большое количество разнообразных средств. Бортовые средства РЭО обеспечивают информацией навигационный комплекс (НК) и включают БРЛС, РСП, РСБН, радиостанции (Р/С) и другие системы. Наземные средства РЭО – основные информационные датчики УВД – состоят из стационарных частей неавтономных систем РСП, РСБН, РСДН, а также автономных радиолокационных станций – трассовых (ТРЛ), обзорно-диспетчерских, (ОДРЛ), вторичных (ВРЛ), посадочных (ПРЛ) и маяков типа ДМЕ.

Системные параметры описывают РЭО как большую систему, состоящую из бортовых и наземных устройств, как часть пилотажно-навигационного комплекса, как кибернетическое устройство.

Основными ПФН являются: рабочая область действия РЭО по трем координатам, ограниченная минимальной и максимальной дальностью действия $D_{\min}$ и $D_{\max}$, минимальным и максимальным значением азимута $\alpha_{\min}$ и $\alpha_{\max}$, минимальным и максимальным значением угла места $\beta_{\min}$, $\beta_{\max}$ или высоты $h_{\min}$, $h_{\max}$; число измеряемых координат и точность измерения навигационных параметров, определяемая значением ошибки (количественной мерой обычно выбирается среднее квадратическое отклонение результата измерения параметра $A - \sigma_A$); оперативность, определяемая временем, затрачиваемым на обработку информации; пропускная способность РЭО, работающих по принципу «запрос-ответ», определяемая числом одновременно обслуживаемых ВС в течение определенного временного интервала с заданной точностью; разрешающая способность РЭО как радиотехнической системы; тип оконечного устройства; надежность; эффективность; масса и габаритные размеры; потребляемая мощность (энергия).

Один из важных технических параметров РЭО – диапазон радиоволн, в котором оно работает. В большинстве типов РЭО, используется дальномерно-пеленгационный метод измерения координат. Из одной точки расстояние до объекта измеряется путем фиксации временной задержки $D = ct_{\text{зад}}$ при односторонней связи и $D = ct_{\text{зад}} / 2$ в РЛС.

Угловая координата измеряется путем использования направленности луча. Метод модуляции сигнала бывает импульсным и непрерывным.

В радионавигации сигнал практически всегда модулирован. Информация в координате «Дальность» закодирована в модулирующем сигнале. В РЭО широко используется частотная, амплитудная, амплитудно-фазовая и другие виды модуляции.

Период модуляции, как правило, выбирают из расчета

$$T_m \gg D_{\max} / c, \quad (1)$$

где $D_{\max}$ – максимальное расстояние, которое измеряется в РНС данного типа.

Непрерывный сигнал, модулированный по фазе или частоте, имеет наибольшую энергоемкость $E_c = P\tau_c$. Энергоемкость импульсного сигнала увеличивается за счет накопления импульсов.

Импульсная и средняя мощность передатчика определяют дальность действия РНС. Поскольку РНС являются измерительными устройствами, то для уменьшения потенциальной ошибки обычно работают с большими отношениями сигнал/шум. Мощности передатчиков выбирают значительные. Более подробно этот вопрос рассматривается при описании взаимосвязи эксплуатационных и технических характеристик РНС.

Характеристики приемного тракта – коэффициент шума $N_{\text{ш}}$, полоса пропускания $\Delta F_{\text{прм}}$, статические характеристики $P_{\text{п.о}}$ (вероятность правильного обнаружения) и $P_{\text{л.т}}$ (вероятность ложной тревоги) – определяют чувствительность приемного тракта (минимально допустимую мощность принимаемого сигнала)

$$P_{\text{прм min}} = Q N_{\text{ш}} \Delta F_{\text{прм}} \alpha_{\text{прм}} kT, \quad (2)$$

где $Q = f(P_{\text{п.о}}, P_{\text{л.т}})$ – отношение сигнал/шум на выходе оптимального приемника, при котором обеспечиваются заданные значения ошибки измерения координат – потенциальной ошибки РЭО;

$\alpha_{\text{прм}}$ – коэффициент, характеризующий неоптимальность приемного тракта $1 < \alpha < \infty$;

$k = 1,38 \times 10^{-23}$ Дж/К – постоянная Больцмана;

T – абсолютная температура, К.

Между ПФН и ТП РЭО существуют тесные взаимосвязи. Эти связи обладают рядом особенностей, главными из которых следует считать: многоплановость, неоднозначность, взаимозависимость одних технических характеристик от других, наличие оптимальных вариантов.

На рис. 1 представлена структура взаимосвязей, отражающих перечисленные особенности. Сильные связи обозначены жирной линией (прямообязывающие связи), слабые связи – тонкой. Структура дает наглядное представление об их сложности и многоплановости.

Приведенные взаимосвязи могут быть для удобства анализа разбиты на четыре группы: энергетические, информационные, конструктивные и системные. Эти группы также не являются обособленными, а входящие в них характеристики связаны с характеристиками других групп [4, 5].

В настоящее время мониторинг осуществляется в рамках систем сбора и обработки информации, которые могут выполнять функции контроля параметров, диагностирования, прогнозирования, оценки технико-экономического уровня, качества. Эти функции реализованы в рамках систем автоматизации процессов ЖЦ РЭС.

Для решения проблем совместного функционирования компонентов САПР различного назначения разрабатываются системы управления проектными данными – системы PDM. Они либо входят в состав модулей конкретной САПР, либо имеют самостоятельное значение и могут работать совместно с разными САПР.

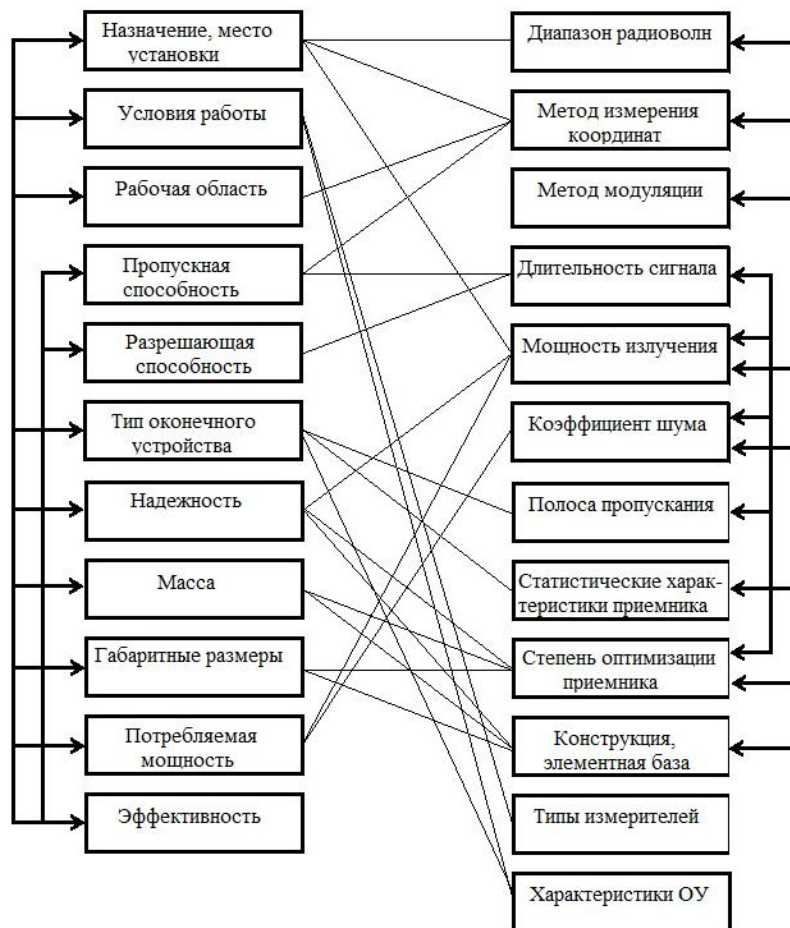


Рис. 1. Взаимосвязь ПФН, ТП и ПЭТ

Анализ современного состояния мониторинга, реализуемого в системах автоматизации процессов ЖЦ РЭС, показал, что методы мониторинга, осуществляемые на всех этапах ЖЦ РЭС, требуют совершенствования. Для сложных систем, в том числе и ЖЦ РЭС возникает необходимость принятия управляющих решений в ситуации отсутствия формальных приемов. Наиболее эффективными становятся человеко-машинные процедуры, основанные на «диалоге» человека с ЭВМ и задачи управления решаются в рамках автоматизированных человеко-машинных систем. И здесь мониторинг, способный отображать суть происходящих процессов, становится действенным инструментом управления ЖЦ РЭС.

Анализ требований CALS – технологий, затрагивающих пути и методы совершенствования мониторинга ЖЦ РЭС

Концепция CALS направлена на то, чтобы достичь должного уровня взаимодействия промышленных автоматизированных систем. Требуется

создание единого информационного пространства не только на отдельных предприятиях, но и, что более важно, в рамках объединения предприятий. Единое информационное пространство обеспечивается благодаря унификации, как формы, так и содержания информации о конкретных изделиях на различных этапах их жизненного цикла.

Унификация формы достигается использованием стандартных форматов и языков представления информации в межпрограммных обменах и при документировании.

Унификация содержания, понимаемая как однозначно правильная интерпретация данных о конкретном изделии на всех этапах его жизненного цикла, обеспечивается разработкой приложений, закрепляемых в прикладных CALS-протоколах.

Унификация перечней и наименований сущностей, атрибутов и отношений в определенных предметных областях является основой для единого электронного описания изделия в CALS-пространстве.

Суть концепции CALS заключается в создании единой интегрированной модели изделия. Такая модель должна отражать все аспекты изделия, знание об изделии, сопровождать изделие на всем протяжении его жизненного цикла (рис. 2).

Под понятием “единая модель” имеется в виду модель, которая содержит всю информацию об изделии, необходимую на каждом из этапов ЖЦИ. Под понятием “интегрированная” имеется в виду модель, при построении каждого из фрагментов которой использовались единые средства и методы построения моделей. Также учитывается обеспечение целостности всей модели, которая описывает изделия.

Основное содержание концепции CALS, что принципиально отличает ее от других, составляет инвариантные понятия, которые реализуются (целиком или частично) на протяжении жизненного цикла изделия (рис. 2).

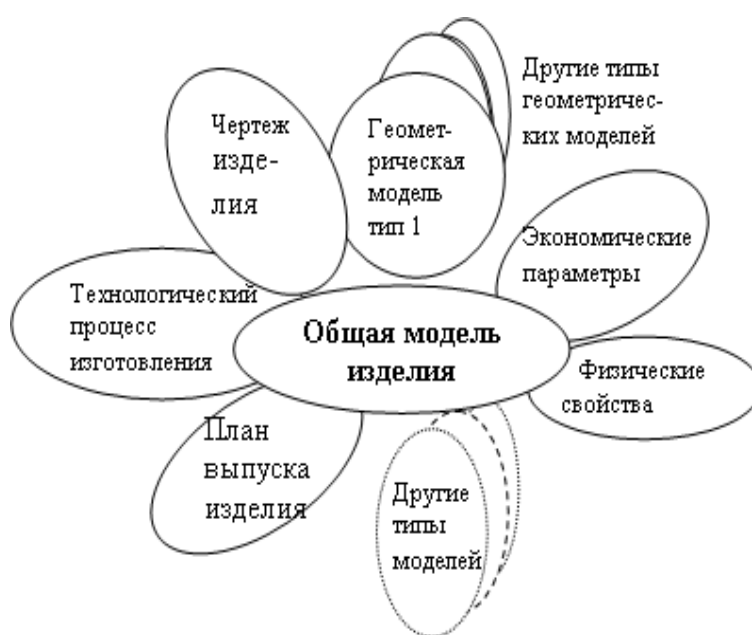


Рис. 2. Построение интегрированной модели изделия

Системная информационная поддержка ЖЦИ на основе использования интегрированной информационной среды (ИИС), что обеспечивает минимизацию затрат в ходе ЖЦ, является ставной частью концепции CALS, обеспечивающих решение задач по реализации понятий:

- базовые принципы CALS;
- базовые управленческие технологии;
- базовые технологии управления данными.

В дальнейшем необходимо обеспечить:

- информационную интеграцию за счет стандартизации информационного описания объектов управления;
- низменность программ и данных на основе стандартизации структур данных и интерфейсов доступа к ним, ориентация на готовые коммерческие программно-технические решения (Commercial Of The Shelf – COTS), что отвечают требованиям стандартов;
- безбумажное представление информации, использование электронно-цифровой подписи;
- параллельный инжиниринг (Concurrent Engineering);
- непрерывное усовершенствование бизнес-процессов (Business Processes Reengineering).

Жизненный цикл изделия может быть разбит на такие этапы:

- создание модели изделия – концептуальное и рабочее проектирования;
- создание экземпляров изделия – материально-техническое обеспечение, изготовление, контроль и диагностика;
- реализация и эксплуатация изделия.

С точки зрения уровня абстракции данные об изделии можно разбить на:

- модель конкретного изделия;
- нормативно-справочную информацию о классах изделий;
- знание о методах создания и использования изделий.

В функциональном аспекте реализация CALS требует обеспечения для каждого из этапов жизненного цикла на каждом из уровней абстракции трех основных функций:

- сохранение;
- отображение;
- обмен.

ЖЦ продукта присуще большое разнообразие процессов. Процесс – это структурированный набор функций, охватывающий различные сущности и завершающийся глобальной целью (определение по ISO/CD 15531-1). По определению, приведенному в стандарте ISO 8402:1994, процесс – это совокупность взаимосвязанных ресурсов и деятельности, которая преобразует входящие элементы в выходящие. Ресурсами являются персонал, средства обслуживания, оборудование, технология, методология.

Наиболее известные: производственный процесс, процесс проектирования, процесс эксплуатации. Каждый из этих процессов, в свою очередь, состоит из технологических процессов и организационно-деловых процессов. Под технологическим процессом понимается часть производственного (или другого

процесса), содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) последующему определению состояния предмета труда. Под организационно-деловыми процессами понимаются процессы, связанные с взаимодействием людей (подразделений, организаций), все процессы ЖЦ взаимосвязаны.

Таким образом, мониторинг, выполняя по своему определению функции по надзору за состоянием объектов, предполагает сбор и обработку информации о состоянии объекта, и факторах процесса ЖЦ, формирующих заданные свойства объекта. К числу наиболее важных функций мониторинга, относится контроль и прогнозирование состояния РЭС, отображение процессов на всех этапах ЖЦ РЭС. ЖЦ продукта присуще большое разнообразие процессов, наиболее влияющих на изменение состояния продукта: процесс проектирования, производственный процесс, процесс эксплуатации. Решение комплекса функциональных задач мониторинга ЖЦ РЭС на этих этапах дает возможность определить предметную область приложения результатов исследований, приведенных в работе. Мониторинг в рамках CALS-технологии, способный отображать суть происходящих процессов, становится действенным инструментом управления ЖЦ РЭС.

Список литературы: 1. Новиков В.С. Техническая эксплуатация авиационного радиоэлектронного оборудования. – М.: Транспорт, 1987. – 224 с. 2. Иванов П.А., Давыдов П.С. Эксплуатация авиационного РЭО: Справочник. – М.: Транспорт, 1987. – 316 с. 3. Кузнецов А.А., Дубровский В.И., Уланов А.С. Эксплуатация средств управления воздушным движением. – М.: Транспорт, 1983. – 256 с. 4. Юрков Н.К., Тюрина Л.А. К проблеме системной организации жизненного цикла промышленных изделий. - Качество и ИПИ (CALS) – технологии. – 2005. – N 3(7). – С.27-30. 5. Шептунов С.А. Жизненный цикл продукции. - М.: Янус-К, 2003. – 244 с.

Поступила в редколлегию 21.03.2012

Ф.И. КИРЧУ, канд. техн. наук, доц., НАУ, Київ
И.Ф. КИНАЩУК, канд. техн. наук, с.н.с., НАУ, Київ
МОХАММАДИ ПЕЙМАН, студ., НАУ, Київ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРЕХМЕРНОГО ВЯЗКОГО ТЕЧЕНИЯ В ЛОПАТОЧНЫХ ВЕНЦАХ НАПРАВЛЯЮЩИХ АППАРАТОВ ОСЕВЫХ КОМПРЕССОРОВ

В роботі проведено дослідження впливу моделей турбулентної в'язкості на характеристики компресорних решіток. Визначено залежності кута повороту потоку і втрат повного тиску в компресорній решітці від моделей турбулентної в'язкості "k-ε" і "SST". Проаналізовано переваги та недоліки даних моделей щодо моделювання течії в компресорних решітках.

Ключові слова: компресорна решітка, моделі турбулентної в'язкості

В работе проведены исследования влияния моделей турбулентной вязкости на характеристики компрессорных решеток. Определены зависимости угла поворота потока и потерь полного давления в компрессорной решетке от моделей турбулентной вязкости "k-ε" и "SST". Проанализированы преимущества и недостатки данных моделей относительно моделирования течения в компрессорных решетках.

Ключевые слова: компрессорная решетка, модели турбулентной вязкости, осевой компрессор

In the article investigated the influence of turbulent viscosity models on the characteristics of the compressor cascades. The dependence of the angle of flow and total pressure losses in the compressor cascades from models of turbulent viscosity "k-ε", and "SST". The advantages and disadvantages of these models with respect to modeling the flow in the compressor cascade.

Key words: compressor cascade, models of turbulent viscosity, axial compressor

Введение

Исследование течения газа в плоских решетках профилей является предварительным этапом необходимым для рационального расчета и конструирования лопаточных машин. Известно несколько методов получения характеристик компрессорных решеток, а именно экспериментальные и расчетные (численные).

Численные методы [1] позволяют исследовать течение на всех возможных режимах работы решеток, при любых эксплуатационных числах Маха и Рейнольдса. И, что очень важно, стоимость применения численных методов сравнительно невысокая, поскольку стоимость программного обеспечения и вычислительной техники постоянно снижается.

Однако, при наличии явных преимуществ, присутствует и целый ряд проблем при использовании численных методов. Одной из таких проблем является не возможность (ограничение связано с очень высокими требованиями к компьютерным ресурсам) прямого решения уравнений Навье – Стокса. Поэтому при решении технических задач методами численной газодинамики пользуются

осредненными уравнениями Рейнольдса, которые замыкаются моделями турбулентной вязкости.

Широкое распространение в турбомашиностроении приобрели двухпараметрические модели турбулентной вязкости “ $k-\varepsilon$ ”, “ $k-\omega$ ” и “SST”

Модели турбулентности

В 1942 г. Колмогоровым [2] была предложена модель турбулентной вязкости с двумя дифференциальными уравнениями. Эта модель содержит уравнение переноса кинетической энергии турбулентности k и удельной скорости диссипации энергии ω .

Ниже приведена одна из распространенных моделей $k-\omega$ -типа, предложенная Уилкоксом [3]:

$$\begin{aligned}\rho \frac{\partial k}{\partial t} + \frac{\rho \bar{u}_j \partial k}{\partial x_j} &= \tau_{ij} \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} - \rho \beta^* k \omega + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[(\mu + \sigma^* \mu_t) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right], \\ \rho \frac{\partial \omega}{\partial t} + \frac{\rho \bar{u}_j \partial \omega}{\partial x_j} &= \alpha \frac{\omega}{k} - \tau_{ij} \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} - \beta^* \omega^2 + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[(\mu + \sigma \mu_t) \frac{\partial \omega}{\partial x_j} \right], \\ \mu_t &= \rho \frac{k}{\omega}, \\ \tau_{ij} &= -\rho \overline{u_i u_j} - \rho \mu_t \left(\frac{\partial \bar{u}_j}{\partial x_i} - \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} \right) - \frac{2}{3} \rho k \delta_{ij}.\end{aligned}$$

Модельные константы:

$$\beta^* = 9/10; \beta = 3/4; \alpha = 5/9, \sigma^* = 1/2, \sigma = 1/2$$

Наиболее популярной моделью с двумя дифференциальными уравнениями является $k-\varepsilon$ модель, [4].

$$\begin{aligned}\rho \frac{\partial k}{\partial t} + \frac{\rho \bar{u}_j \partial k}{\partial x_j} &= \tau_{ij} \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} - \rho \varepsilon + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right], \\ \rho \frac{\partial \varepsilon}{\partial t} + \frac{\rho \bar{u}_j \partial \varepsilon}{\partial x_j} &= c_{\varepsilon 1} \frac{\varepsilon}{k} \tau_{ij} \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} - c_{\varepsilon 2} \frac{\varepsilon^2}{k} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon} \right) \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} \right],\end{aligned}$$

Модельные константы :

Поскольку модели турбулентности типа $k-\varepsilon$ лучше описывают свойства сдвиговых течений, а модели типа $k-\omega$ имеют преимущества при моделировании пристеночных функций, Ментер видоизменил стандартную связь между k , ε и турбулентной вязкостью μ_t . В эту связь был введен специальный ограничитель (SST), обеспечивающий переход от нее к формуле Брэдли [5], согласно которой турбулентное напряжение пропорционально кинетической энергии турбулентности. Этот прием, получивший название SST (shearstress transport), в дальнейшем широко применялся и в других моделях турбулентности с двумя уравнениями.

Таким образом, основной задачей данной работы было численное исследование характеристик компрессорных решеток с использованием двух моделей турбулентной вязкости $k-\varepsilon$ и SST, и сравнение этих результатов с результатами экспериментальных исследований.

В данной работе для моделирования течения газа в компрессорных решетках применялся современный вычислительный комплекс "ANSYS-CFX".

Объект исследований

В качестве объекта исследования была выбрана компрессорная решетка КС-33 (рис. 1) [6], которая состояла из профилей винтовой серии ВС-10 средняя линия, которых сгибалась по дуге окружности с относительной толщиной профиля $s=0,087$, основные геометрические характеристики приведены на рис. 1.

Конструктивные углы установки

лопатки: $\beta_{lk}=43^\circ$

$$\beta_{2k}=111^\circ$$

Угол изгиба профиля $\theta = \beta_{2k} - \beta_{lk} = 68^\circ$

угол установки $\gamma = 76,5^\circ$

Хорда $b=52$ мм

Относительный шаг решетки
 $t/b=0,385$.

При исследованиях решетки число Re , подсчитано по скорости перед решеткой и по хорде лопатки, менялось в пределах $3 \cdot 10^5 < Re < 5 \cdot 10^5$.

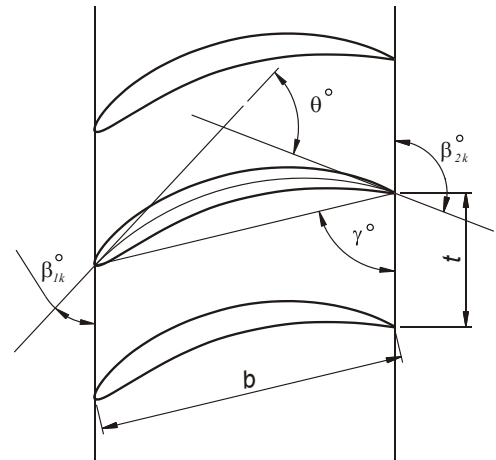


Рис.1 Геометрические характеристики компрессорной решетки КР-33

Расчетная модель и граничные условия

В качестве расчетной области была выбрана периодическая часть решетки содержащая одну лопатку (рис. 2), На которую с помощью программы ICEM CFD наносилась расчетная сетка.

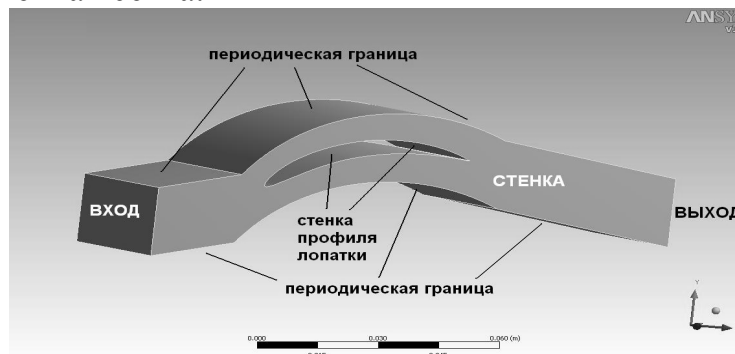


Рис.2. Расчетная область

Расчетная сетка (рис. 3) по своей структуре блочная структурированная. Общее количество элементов расчетной сетки составляет 1116747.

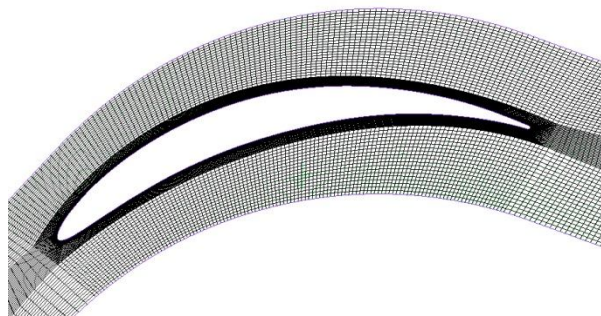


Рис. 3. Расчетная сетка

Граничные условия определялись на всех поверхностях расчетной области и включали условия на твердых стенках условия на входе и на выходе и периодические условия.

Граничные условия на твердых стенках (поверхность лопатки) были определены как условия прилипания к гладкой адиабатической стенке.

Граничные условия на входе в решетку задавались с фиксацией статического давления (101325 Па) статической температурой (300 К), и скорости потока рассчитанной по числу

Граничные условия на выходе из решетки задавались с экстраполяцией всех параметров потока по параметрам на входе ("свободный выход").

На периодических границах расчетной области, определялись условия периодического интерфейса между боковыми сторонами расчетной области решетки.

Для расчета использовалась вязкая модель сжимаемого газа, которая позволяет учитывать вязкость потока и сжимаемость.

Критерием схождения численных расчетов было достижение величины среднеквадратической невязки на уровне 10^{-5} , что достигалось примерно за 600 ... 800 шагов по времени. Меньшая величина соответствовала безотрывному обтеканию решетки, а большая обтеканию при наличии развитого отрыва.

3. Результаты расчетов и сравнение с экспериментом

Исследования проводились при числах Лямбда $\lambda = 0,5$ и $\lambda = 0,6$. Результаты расчетов характеристик решеток приведены на рис. 4, 5 в виде зависимостей $\Delta\beta = f(i)$, $\zeta = f(i)$, где i - угол атаки, для моделей турбулентной вязкости $k-\epsilon$ (рис.4а, 5а) и SST (рис.4б, 5б). Результаты численного моделирования сравнивались с экспериментальными данными [7].

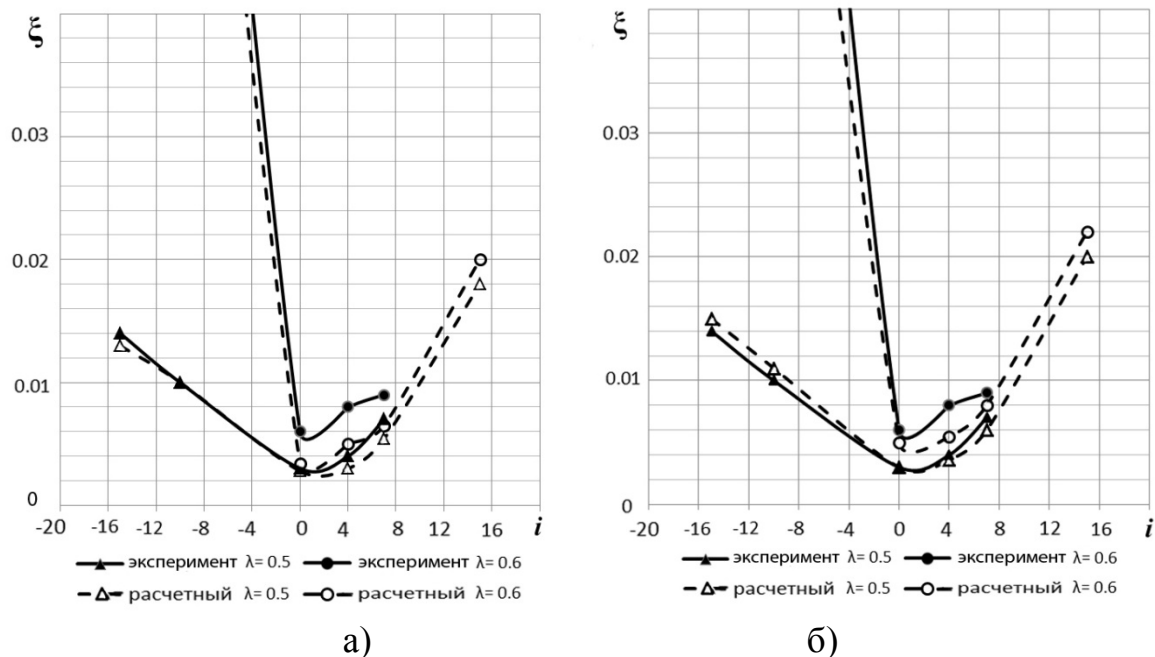


Рис. 4. Зависимость потерь полного давления от угла атаки
а) модель турбулентности $k-\epsilon$, б) модель турбулентности SST

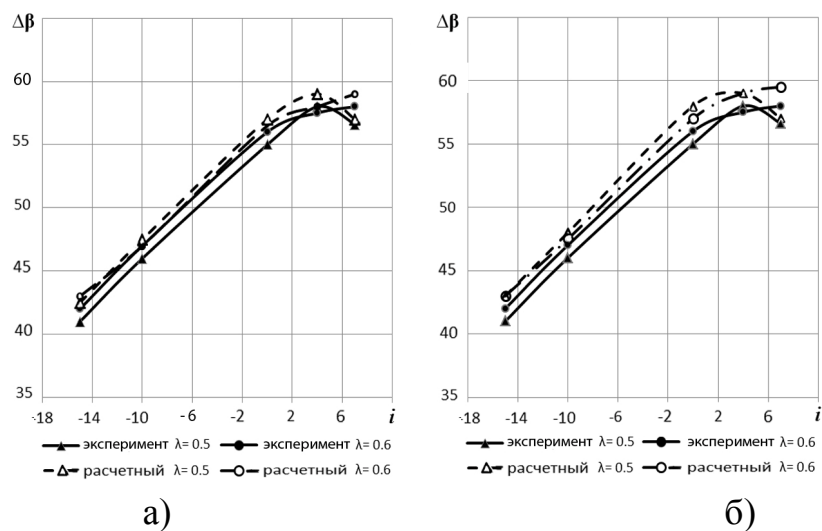


Рис. 5. Зависимость угла поворота потока от угла атаки

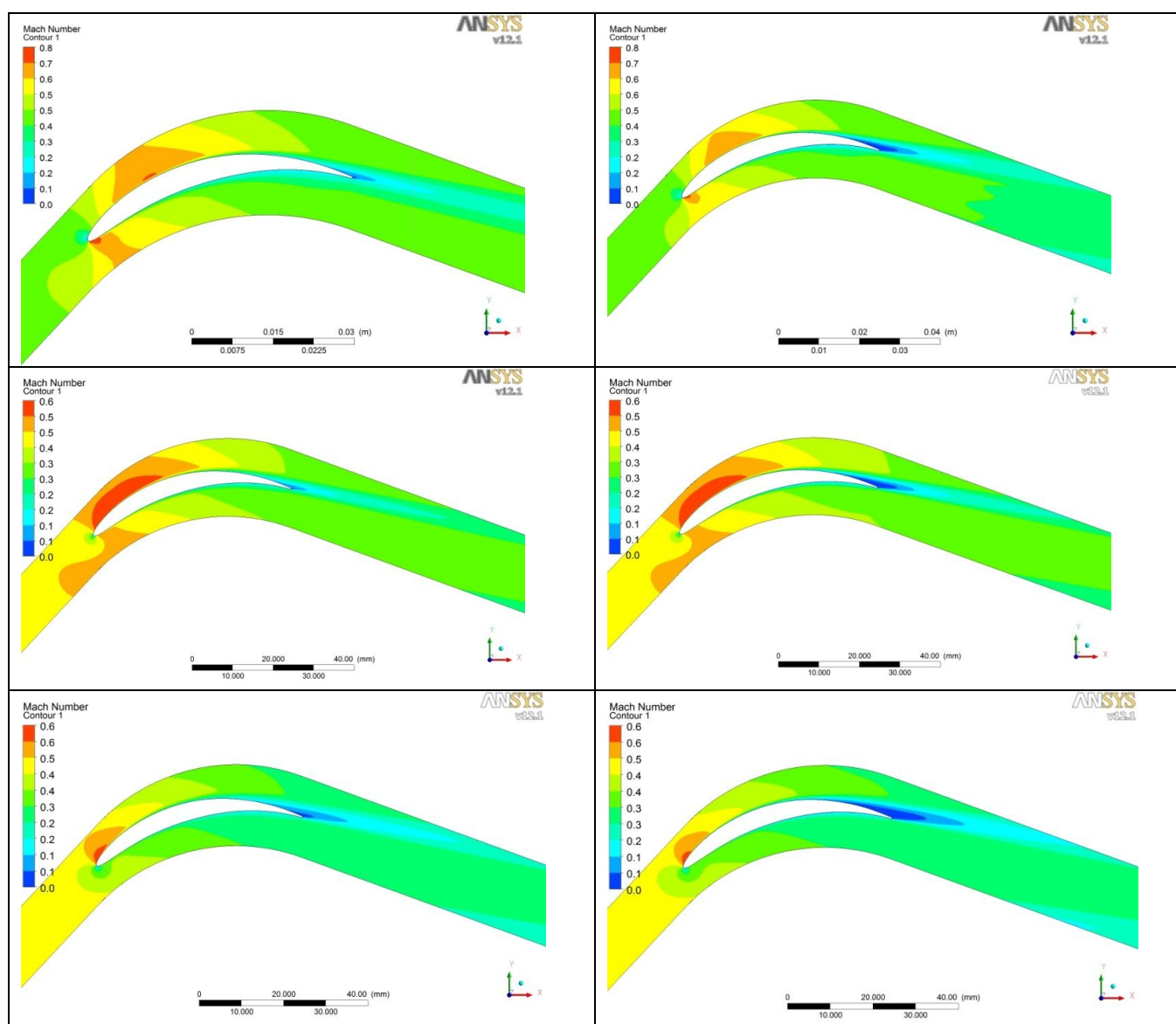


Рис. 6. Изменение числа М в межлопаточном канале
а) модель турбулентности $k-\epsilon$, б) модель турбулентности SST

Анализ результатов исследования показал, что в целом, применение как $k-\epsilon$ так и SST модели дает адекватные результаты. Максимальная погрешность при оценке потерь полного давления, в случае $\lambda = 0,5$ и $k-\epsilon$ модели, составила 34%, при использовании SST модели – 28%. Причем в обоих случаях наблюдается занижение потерь полного давления по сравнению с экспериментальными данными на положительных углах атаки и завышение потерь на отрицательных углах атаки (рис. 4). При увеличении числа λ происходит уменьшение погрешности. Так при $\lambda = 0,6$ и $k-\epsilon$ модели максимальная погрешность составила 12%, при SST модели – 14%.

При оценке угла поворота потока наблюдается завышение значений по сравнению с экспериментальными данными как при использовании $k-\epsilon$ модели, так и SST. Максимальная погрешность при $\lambda = 0,5$ для $k-\epsilon$ модели составила 1,75% , для SST–1.1%. Изменение числа λ на погрешность практически не влияет.

Сравнение картин течения в межлопаточных каналах показало, что при использовании SST модели турбулентной вязкости происходит более интенсивное вихреобразование в пограничном слое (рис.7), а характер течения наиболее приближен к действительности.

В работе также была проведена оценка затраты временных ресурсов на выполнение расчетов таблице. Расчеты выполнялись на ЭВМ со следующими параметрами: процессор – CORE™i5; оперативная память –4 ГБ; разрядность операционной системы – 64 Бит.

Таблица. Затраченное время на выполнение расчетов для одного угла атаки

Параметры	Модель турбулентной вязкости	
	$k-\epsilon$	SST
Количество шагов	950	950
Время, час	22,8	32,5

Из табл.1 видно, что при моделировании течения в компрессорных решетках с использованием SST модели турбулентной вязкости требуется в среднем на 30 % времени больше по сравнению с $k-\epsilon$ моделью. Причем с увеличением угла атаки временные затраты увеличиваются

Выводы

Из анализа результатов моделирования течения в компрессорных решетках, с использованием двух известных моделей турбулентной вязкости $k-\epsilon$ и SST, видно, что применение SST модели дает лучшее совпадение с результатами эксперимента. Однако при этом увеличивается в среднем на 30% время расчета. Таким образом, можно использовать для начальных приближенных расчетов $k-\epsilon$ модель турбулентной вязкости (в связи с меньшими временными затратами и удовлетворительной точностью), а для более детальных расчетов – модель SST.

Список литературы: 1. Аэродинамический расчет и оптимальное проектирование проточной части турбомашин / Бойко А.В., Говорущенко Ю.Н., Ершов С.В., Русанов А.В., Северин С.Д. – Х.: НТУ “ХПИ”, 2002. – 356 с. 2. Kolmogorov A.N. Equations of turbulent motion of an incompressible fluid // Izvestia Academy of Sciences, USSR. – 1942. - Physics № 6. - P. 56-58. 3. Wilcox D.C. Reassessment of the scale-determining equation for advanced turbulence models // AIAA

J. - 1988. - 26, № 11. - P. 1299-1310. 4. Jones W.P. The calculation of low-Reynolds number phenomena with a two-equation model of turbulence / W.P. Jones, B.E. Launder // Int. J. Heat and Mass Transfer. - 1973. - 16, № 10. - P. 1119-1130. 5. Bradshaw P., Ferris D.H., Atwell N.P. Calculation of Boundary Layer Development Using the Turbulent Energy Equation // Journal of Fluid Mechanics. - 1967. - Vol. 28, Pt.3. - P. 593-616. 6. Свечников В.С., Кириллов А.Б., Аэродинамические характеристики компрессорных решёток // Труды ЦАГИ. –М.:БНТЦАГИ, 1957. – вып. № 142. – 56 с.

Поступила в редколлегию 20.03.2012

УДК 621.311

А. В. ПРИХОДЬКО, директор ООО «Южкабель - сервис», Харьков

ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПРИ АППРОКСИМАЦИИ РАСХОДНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Запропонована процедура експериментального визначення витратної характеристики енергообладнання, яка необхідна для оптимізації общестанційних задач керування енерговиробництвом ТЕС

Ключові слова: расходна характеристика, энергообладнання, электростанция

Предложена процедура экспериментального определения расходной характеристики энергооборудования, необходимой для оптимизации общестанционных задач управления энергопроизводством ТЭС

Ключевые слова: расходная характеристика, энергоблок, электростанция

Procedure of experimental determination of expense description of power equipment is offered, necessary for optimization of the general station tasks of management the power production of the thermal electric stations

Keywords: expense description, power unit, power-station.

Введение

Рассмотрим задачу планирования экспериментов при определении расходных характеристик $B(N)$ - зависимости расхода топлива от мощности. Для этой цели может использоваться гладкая аппроксимация полиномом и кусочно - полиномиальная кривая. В последнем случае модель позволяет учитывать влияние регулирующих клапанов турбины на форму расходной характеристики.

Рассмотрим вначале полиномиальную аппроксимацию. При аппроксимации и анализе расходных характеристик удобно пользоваться полиномом в форме Лагранжа [1]

$$B(N) = \sum_{i=1}^k \nu_i z_i(N), \quad (1)$$

где $z_i = \prod_{j \neq i} \frac{N - c_j}{c_i - c_j}$, $c - (n+1)$ - мерный вектор опорных точек.

Точность оценки любой линейной формы от параметров и, в частности, расходной характеристики $B(N)$ зависит не только от общего числа и точности

измерений, но и от значений мощности, при которых эти измерения производились, от числа измерений при каждом значении мощности.

Под планом эксперимента будем понимать пару l -мерных векторов (r, m) , где $r_1, r_2, \dots, r_l$ — значения мощности, при которых производится измерение расхода; $m_1, m_2, \dots, m_l$ — числа измерений расхода топлива при этих значениях мощности соответственно. Если составляющие m_l вектора m могут принимать любые положительные значения, то план называется непрерывным. Очевидно, что числа измерений могут принимать только целые значения. Поэтому непрерывный план может быть реализован только приближенно, а точность возможного приближения тем больше, чем больше общее число измерений. В дальнейшем будем рассматривать только непрерывные планы, так как их анализ проще, результаты не зависят от общего числа измерений, а общее число измерений при реализации этих планов, обусловленное требованиями к точности результатов, оказывается достаточно большим для их удовлетворительного приближения планами с целыми m_j . Кроме того, как это принято в теории планирования экспериментов, будем рассматривать все планы на отрезке $[-1, 1]$. Для мощности в этом случае будем использовать обозначение x . Пересчет координат x приведенного к отрезку $[-1, 1]$ плана к действительным значениям мощности и обратно производится по очевидным формулам

$$N = N_{\min} + \frac{N_{\max} - N_{\min}}{2}(x + 1); \quad (2)$$

$$x = -1 + 2 \frac{N - N_{\min}}{N_{\max} - N_{\min}}, \quad (3)$$

где $N_{\max}$, $N_{\min}$ — максимальное и минимальное значения диапазона изменения мощности.

Обычно в качестве критерия оптимальности принимают некоторый функционал $h = h(A)$ от информационной матрицы A , которая в качестве сомножителя входит в формулы для определения дисперсии оценок линейных форм от параметров. Оптимальный план для каждого конкретного случая может быть построен с использованием поисковых методов путем подбора r и m , минимизирующих значение h . Имеется довольно много разнообразных видов критериев оптимальности планов. В каждом конкретном случае выбор критерия зависит от тех алгоритмов управления, которые пользуются результатами эксперимента, причем не последнюю роль играет разработанность математической теории и методики оптимизации. Наиболее полно изучены G , A и E критерии оптимальности [3].

D - оптимальный план минимизирует объем эллипсоида рассеяния оценок параметров (максимизирует определитель $|A|$);

A - оптимальный план минимизирует среднеквадратичную дисперсию лучших линейных оценок, т. е. след (сумму диагональных элементов) ковариационной матрицы;

E - оптимальный план минимизирует максимальную ось эллипсоида рассеяния оценок параметров, т.е. максимальное характеристическое число ковариационной матрицы.

Обратим внимание на то, что принять эти критерии имеет смысл или в тех случаях, когда в алгоритмы, использующие результаты эксперимента, входят непосредственно оцениваемые параметры, или же когда неизвестно, в каких алгоритмах будут использоваться полученные результаты.

Кроме того, имеется ряд планов, оптимизирующих отклонение регрессионной кривой от истинной функции. Среди них наибольший интерес представляет G - оптимальный план, который минимизирует максимальную величину дисперсии значений ординаты в области планирования. Естественно рассматривать такие критерии, как минимизация средней (или средневзвешенной) дисперсии значений в области планирования, минимизация дисперсии в определенной точке вне этой области (дисперсии экстраполяции) и т. д. Такого типа критерии наиболее подходят при оптимизации планов для оценок параметров расходных характеристик и характеристик удельных приростов. Для оценки затрат при проведении эксперимента в критерий оптимальности вводится аддитивная составляющая, зависящая от общего числа измерений, числа различных точек измерений и т. д. Часто эту составляющую минимизируют отдельно, например рассматривают эксперименты с минимально допустимым числом различных точек измерений.

Рассмотрим вкратце применение G - оптимальных планов для определения расходных характеристик. Задача состоит в определении координат различных мощностей r_j и чисел измерений расходов топлива при этих мощностях m_j , для которых удовлетворялось бы условие

$$\min_{m,r} \max_{-1 \leq x \leq 1} \sigma_{\theta}^2(x) = \min_{m,r} \max_{-1 \leq x \leq 1} \sigma_0^2(z' A^{-1} z), \quad (3)$$

где $z_j = z_j(x)$; σ_0^2 - дисперсия измерения.

Согласно теореме де Ла Гарза [3], оптимальный план при аппроксимации расходных характеристик полиномом n - й степени может быть построен при $k \geq n+1$ различных точек измерения. Исходя из составляющей критерия, зависящей от затрат на эксперимент, выберем $k = n+1$.

Как показано в [1], при совмещении точек измерения r_j с опорными точками c_j параметры ν определяются независимо с дисперсией $\sigma_j^2 = \sigma_0^2 / m_j$, а дисперсия расходных характеристик оценивается по формуле

$$\sigma_{\theta}^2(x) = \sigma_0^2 \sum_{j=1}^k \frac{1}{m_j} (z_j(x))^2. \quad (4)$$

На рис. 1 приведена зависимость дисперсии расходной характеристики от мощности $\sigma^2_\theta(x)$ для плана эксперимента $r = (-0,9; 0,05; 0,85)$ и $m = (1, 1, 1)$ при аппроксимации полиномом второго порядка. Как видно из рисунка, дисперсия резко возрастает за пределами отрезка $[-0,9; 0,85]$, на котором расположены точки измерения, а внутри отрезка имеет один максимум.

Заметим также, что при любом плане максимальное значение дисперсии на отрезке не может быть меньше наибольшего из σ_j^2 . Идея построения G -оптимального плана заключается в том, что две точки

измерения располагаются на концах отрезка $[-1, 1]$, а остальные $k - 2$ измерения располагаются в точках максимумов дисперсии.

Тогда дисперсия $\sigma^2_\theta(x)$ в любой точке не будет превышать значений $\max \sigma_j^2$ и задача сведется к такому перераспределению m_j между точками измерений, при котором максимальное σ_j^2 будет наименьшим. Оптимальным в указанном выше смысле распределением весов будет равномерное $m_j = m/k$.

В таблице даны точки G -оптимальных планов для расходных характеристик, аппроксимируемых полиномами от первого до шестого порядка. На рис. 2 приведена зависимость $\sigma^2_\theta(x)$ для этих планов при $\sigma^2/m_j = 1$. Ввиду симметрии кривые изображены на отрезке $[-1, 0]$. На этом же рисунке нанесены координаты планов $r_j^{(n)}$, где n – степень полинома.

Таблица. Оптимальные планы для расходных характеристик

n	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7
1	-1	+1					
2	-1	0	+1				
3	-1	$-\sqrt{0,2}$	$+\sqrt{0,2}$	+1			
4	-1	$-\sqrt{\frac{3}{7}}$	0	$+\sqrt{\frac{3}{7}}$	+1		
5	-1	$-\sqrt{\frac{7+\sqrt{28}}{21}}$	$-\sqrt{\frac{7-\sqrt{28}}{21}}$	$+\sqrt{\frac{7-\sqrt{28}}{21}}$	$+\sqrt{\frac{7+\sqrt{28}}{21}}$	+1	
6	-1	$-\sqrt{\frac{15+\sqrt{60}}{33}}$	$-\sqrt{\frac{15-\sqrt{60}}{33}}$	0	$+\sqrt{\frac{15-\sqrt{60}}{33}}$	$+\sqrt{\frac{15+\sqrt{60}}{33}}$	+1

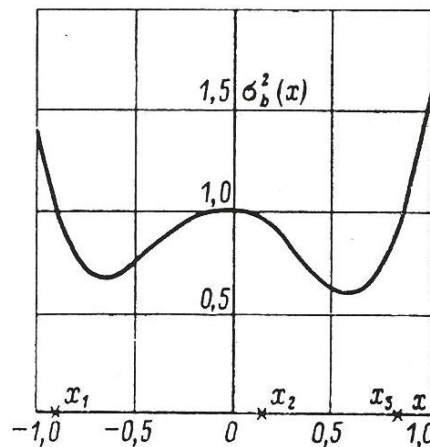


Рис. 1. Зависимость $\sigma^2_\theta(x)$ для плана: $x = (-0,9; 0,05; 0,85)$ при $\sigma^2/m_j = 1$

где $\varphi = j - \sum_{i=1}^{v-1} n_i$; $\sum_{i=1}^0 n_i = 0$; r_φ - точки G - оптимальных планов на отрезках,

рассчитанные по табл. 1.

Оптимальный план не всегда удается осуществить. Отклонения плана испытаний приводят к увеличению максимального значения дисперсии. Ниже рассмотрено несколько таких случаев.

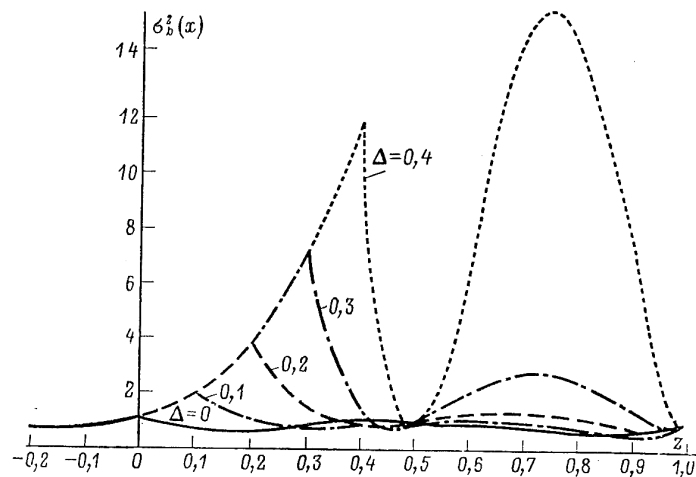


Рис. 3. Семейство кривых $\sigma_b^2(x)$ при различных значениях величины смещения точки излома

Точка излома характеристики технологического агрегата зависит от режима работы и различных внешних факторов. Не всегда можно точно установить ее до начала проведения экспериментов. План проведения эксперимента составляется согласно предполагаемому значению точки излома, отличающемуся от действительного.

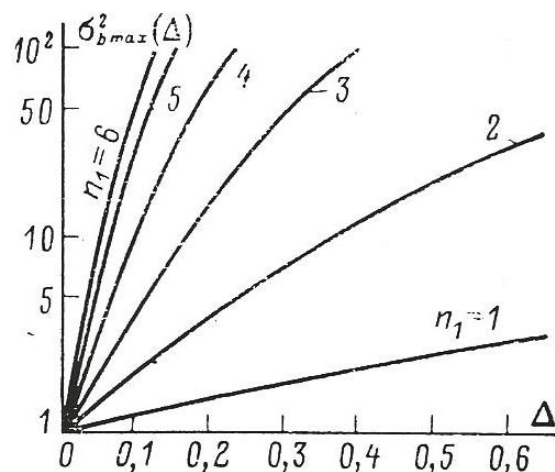


Рис. 4. Зависимость величины ошибки от величины экстраполяции Δ при различных значениях степени n аппроксимирующего полинома

На рис. 3 приведен вид кривой для случая $\sigma_b^2(x)$ двух участков непрерывности $n_1 = 2$; $n_2 = 2$; 0 — предполагаемая точка излома и при различных величинах, Δ — смещения точки излома вправо от точки 0.

Дисперсия кривой в точке излома точно так же, как и значение кривой в этой точке, определяется только планом слева и может рассматриваться как дисперсия экстраполяции. Как видно из рисунка, значение дисперсии сильно зависит от величины смещения точки излома.

За счет увеличения дисперсии в точке излома и за счет ухудшения плана увеличивается дисперсия и в правой части кривой. При малых смещениях определяющей является дисперсия экстраполяции кривой слева до точки излома. На рис. 4 приведены кривые ошибки экстраполяции в зависимости от порядка функции регрессии слева и величины смещения A точки излома вправо от точки замера.

2. Предположим теперь, что точка излома может быть определена в ходе проведения эксперимента и измерения могут быть перенесены в эту точку. Тогда максимальная погрешность будет погрешностью интерполяции при неоптимальном плане. На рис. 5 приведены $\sigma_s^2(x)$ для того же примера при различных при различных величинах смещения.

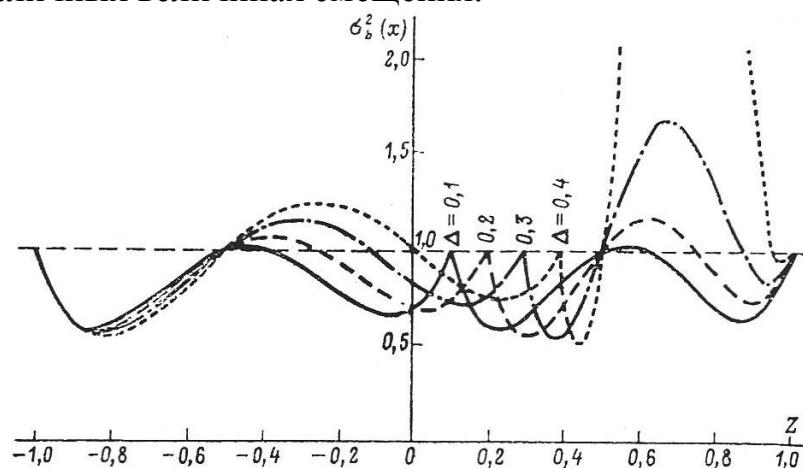


Рис. 5. Дисперсия оценки расходной характеристики при корректировке точки излома.

Выводы

Предложенная процедура экспериментального определения расходных характеристик энергооборудования ТЭС средствами вычислительной техники в составе АСУ ТП позволяет в темпе производственного процесса проводить оптимизацию общестанционных режимов эксплуатации ТЭС.

Список литературы: 1. Дуэль, М. А. Применение ЭВМ для определения энергетических характеристик в АСУ ТЭС [Текст] / М. А. Дуэль, Б. Л. Соляник, А. Е. Шульмин. – М.: Энергия, 1976. – 120 с. 2. Федоров, В. В. Теория оптимального эксперимента [Текст] / В. В. Федоров. – К.: «Наука», 1971. – 312 с. 3. Линник, Ю. В. Метод наименьших квадратов [Текст] / Ю. В. Линник. – М.: Физматгиз, 1962. – 349 с.

Поступила в редколлегию 22.03.2012

УДК 577.4:658.382.3:628.31

В.В. БЕРЕЗУЦКИЙ, докт. техн. наук, проф., НТУ «ХПИ»

МАЛЫЕ ИЛИ МИНИАТЮРНЫЕ ОЧИСТНЫЕ СИСТЕМЫ

У статті розглядаються питання розробки і застосування малих очисних систем у побуті і на підприємстві. Приводиться короткий огляд, існуючих методів і пристроїв. Представлені малі системи і пристрої очищення водних технологічних середовищ, розроблені кафедрою «Охорона праці і навколишнього середовища» НТУ «ХПИ», для промислових підприємств.

Ключові слова: Пристрої, технології, малі, очищення, вода, водне середовище, забруднення, водооберт, малі площі, мініатюрні, економічні, стаціонарні, мобільні, універсальні, ефективні.

В статье рассматриваются вопросы разработки и применения малых очистных систем в быту и на предприятии. Приводится краткий обзор, существующих методов и устройств. Представлены малые системы и устройства очистки водных технологических сред, разработанные кафедрой «Охрана труда и окружающей среды» НТУ «ХПИ» для промышленных предприятий.

Ключевые слова: Устройства, технологии, малые, очистка, вода, водная среда, загрязнения, вода оборот, малые площади, миниатюрные, экономичные, стационарные, мобильные, универсальные, эффективные.

In the article are the questions of development and application of the small cleansing systems are examined at the home and on an enterprise. A brief review over is brought, existent methods and devices. The small systems and devices are presented cleanings of water technological environments, developed a chair “Labor & Environment protection» of NTU «KhPI» for industrial enterprises.

Keywords: Devices, technologies, small, cleaning, water, water environment, contaminations, water is a turn, small areas, miniature, economical, stationary, mobile, universal, effective.

В настоящее время малые или миниатюрные очистные системы занимают значительный сегмент в промышленном обороте развитых государств. Информация о таких системах, только на интернет ресурсе Google занимает более 400 тысяч сообщений. Успех применения малых очистных сооружений для дач и жилых домов приобретен за счет того, что они используют в основе своей работы метод биологической очистки бытовых сточных вод. В зависимости от того, какого рода используют мини очистные сооружения, различают два вида очистки: искусственный и естественный. Искусственная биологическая очистка происходит в специально спроектированных малых сооружениях, в которых обеспечивается повышенное содержание микроорганизмов и водорослей, которые собственно удаляют загрязнения. Естественная биологическая очистка в очистных сооружениях происходит, как правило, за счет использования самоочищающей способностью почвы, грунта или воды в пруде. Она определяется жизнедеятельностью микроорганизмов или водорослей, которые используют загрязненные сточные воды, к примеру, из коттеджей, как источник питания. Например, российские локальные очистные сооружения «ТВЕРЬ», как система автономной канализации для дачи, частного дома, посёлка — отличная

возможность сделать проживание за городом по-настоящему комфортным. Локальные очистные сооружения - эффективная многоступенчатая биологическая очистка сточных вод, протекающая в анаэробных и аэробных условиях. Установка автономной канализации чрезвычайно удобна в эксплуатации и не требует для обслуживания специальной техники. Простота и надёжность конструкции локального очистного сооружения делает его наиболее универсальным и оптимальным по соотношению «цена – качество» из всех, предложенных на российском рынке систем автономной канализации [1-2].

Водоснабжение дачного дома требует обязательные индивидуальные очистные сооружения, то есть очистки канализационных вод и системы сбрасывания, которые образуются в результате использования воды для хозяйственных потребностей и гигиенических целей (так называемые «серые» сточные воды). Очистные сооружения для дома и для смывочного туалета (ватерклозета) нужны. Очистные сооружения для бытовых стоков из трех частей состоят: - сеть домовая с сантехническими приборами - очистные сооружения - дворовая сеть. Проблема очистных сооружений — снижение количества засорений до такой степени, когда их можно в водопрускающий грунт или в водоем отводить без опасности загрязнения последних. Органические смеси способные к загниванию, в канализационных водах содержащиеся, трансформируются в процессе очистки в вещества инертные неопасные. Кроме того, благодаря таковой конструкции, как локальные очистные сооружения, во много раз понижается (до допустимого уровня) количество вредоносных организмов. Таким способом, минуя очистку сточные воды прекращают быть началом заражения окружающей среды. Очистка биологическая обеспечивается биоагентами водорослями и микроорганизмами, загрязнения канализационных вод для которых являются ключом кормления и в процессе функционирования биоагентов претворяются, как уже сказано, в инертные вещества. Насильственная очистка делается в особенных установках, с повышенной скоплением биоагентов, где среда создается, что интенсивную очистку стоковых вод обеспечивает[3].

Очистные сооружения хороши ещё тем, что рассчитаны как на маленькие, так и на большие семьи. Миниатюрная система самоочищения «Топас» рассчитана минимум на 5 человек. Аналогичные очистные системы можно использовать в больших строениях, с проживанием большего количеством людей – это мини гостиницы, таунхаусы, коттеджные посёлки. Сточные воды из раковин, душевых, стиральных машин, унитазов – с любыми загрязнениями справится система глубокой очистки, только помните, что [рекомендуется установить жируловитель](#). Немало важно и то, что биосистема доставляется покупателю в собранном, готовом для эксплуатации виде. Она не требует специальных навыков для установки и проста в обслуживании, занимает мало места. Конструкцию можно установить в помещении, во дворе, над землёй и под землёй, туда, где она будет наименее заметна и легкодоступна [4].

Исходя из приведенного выше основной упор, разработчики очистных сооружений делают на бытовые сточные воды, но не менее важной остается задача разработки малых очистных систем для промышленных потребностей.

В Национальном техническом университете «ХПИ» (г. Харьков, Украина), на кафедре «Охраны труда и окружающей среды» (ОТиОС), разработан технический комплекс малой очистной системы, которая может обеспечивать потребности промышленных предприятий машиностроения и других отраслей промышленности, для решения проблем очистки технологических вод и водных сред с расходными объемами от 1 до 10 м³/ч. Принимая во внимание ограниченные площади, для размещения дополнительных очистных устройств в уже существующих цехах и на производственных участках, предлагаются как стационарные, так и передвижные системы, которые могут перемещаться в цеху и за его пределами, останавливаясь в удобном месте для приема и очистки загрязненных промышленных вод. Далее очищенные воды могут быть возвращены обратно в технологический процесс или сброшены в канализацию. В основу технологического комплекса очистки заложены следующие процессы – механический, электрохимический и микробиологический [5-9].

На рисунке представлены варианты технологических схем очистки и регенерации водных сред, используемых в промышленности Украины и России, которые разработаны на кафедре ОТиОС, НТУ «ХПИ» за последние 20 лет.

Во всех вариантах схемах очистки вод предусмотрен анализ, образующихся в процессе очистки, отходов и разработка предложений по их утилизации.

Схемы утилизации промышленных отходов, для некоторых категорий отходов, представляют сложный комплекс технических сооружений. Например, разделение масляных эмульсий и стружки, однако на кафедре ОТиОС нашли эффективное решение и этого вопроса, и готовы его внедрить на предприятиях. Основной концептуальный подход в разрабатываемых технологиях и устройствах это сочетание эффективного извлечения



Рис. Варианты технологических схем очистки промышленных водных сред (разработки кафедры ОТиОС НТУ «ХПИ»)

примесей из водных сред с малыми энергетическими и материальными затратами производства, а также создание замкнутых водооборотных систем локального и заводского использования.

Многолетний опыт исследований, выполненных сотрудниками кафедры на различных производствах Украины, показал, что проблемы и задачи у всех производителей практически совпадают, и мы постарались, как можно более

близко к ним приблизить наши решения. В некоторых случаях, используя технологии ингибирования процессов трансформации водных технологических сред и фракционированного коагулирования, нам удастся решить производственные проблемы с применением воды на производстве, самым щадящим образом, например: организацией оптимальных, для данных условий процесса, режимов работы водной среды, что исключает поражение их микроорганизмами и обеспечивает период работы более одного года. Такие системы и технологии применяют без добавок химических реагентов, если это не требуется для регенерации свойств водной среды.

Список литературы: 1. Очистные сооружения ИТКТ <http://www.wastewater.com.ua/> [Электронный ресурс] – 2012. 2. Локальные очистные сооружения для домов и поселков и очистные сооружения промышленного назначения <http://www.wwtp.ru/> [Электронный ресурс] – 2012. 3. Водоснабжение дачного дома <http://h.ua/story/249335/#ixzz1pqmclqkqk> [Электронный ресурс] – 2012. 4. Дизайн и проектирование. <http://www.respublikaidei.ru/stroitelnye-zametki/chto-nuzhno-znat-o-mini-ochistnyx-sooruzheniyax.html> [Электронный ресурс] – 2012. 5. А.с. № 1815937 А1 СССР, МКИ СО2 F1/463. Устройство для электрохимической очистки сточных вод / Березуцкий В.В., Древаль А.Н., Есаулов С.М.(СССР). – №4344407/26; заявл. 15.12.87; Т. –2с. 6. *Березуцкий В.В.* Аппарат для электрохимической очистки сточных вод Пат. №1691319 Российской федерации. МКИ СО2 F 1/463, №4452193/26; заявл. 04.07.88; опубл.15.11.91 Бюл. №42. 7. Апарат електрохімічного очищення стічних вод Патент на корисну модель №17651 / Березуцький В.В., Максименко О.А.; заявл. 07.03.2006 р. Надрук. 16.10.2006. Бюл. № 10.2006. 8. *Березуцкий В.В.* Электрокоагуляционная очистка сточных вод предприятий / В.В. Березуцкий – Машиностроитель, 1989. – № 3 – С. 10-11. 9. *Березуцкий В.В.* Обеспечение безопасности при применении водных технологических эмульсий и растворов на производствах в металлообрабатывающих технологиях / В.В. Березуцкий – Харьков.: Факт, 2009 – 400 с.

Поступила в редколлегию 20.03.2012

УДК 546:66:614.7

О.В. АКСЁНОВА, завуч, ЗОШ № 154, Харьков
О.Д. ЖУРИЛО, ученик, ЗОШ № 154, Харьков

БЕЗОПАСНА ЛИ НАША ПОСУДА?

У роботі розглянуто питання безпеки застосування посуду різних виробників для готування їжі, можливість міграції в їжу з'єднань важких металів. Роботу було виконано у рамках МАН.

В работе рассмотрены вопросы безопасности применения посуды различных производителей для приготовления пищи, возможность миграции в неё соединений тяжелых металлов, выполненные в рамках МАН.

The paper discusses the security of dishes from different manufacturers for cooking, the ability to migrate into it heavy metal compounds, made under IAS.

Во времена Советского Союза производство кухонной посуды нередко было побочным видом производства и часто скрывалось за понятием «ширпотреб», - так называли производство товаров широкого потребления. Несмотря на непрезентабельность упаковки, скудность расцветки и однообразность цветов и форм, санитарно – гигиенические требования к посуде выполнялись достаточно

строго. До сих пор многим хозяйкам верой и правдой служат кастрюли, сковородки, гусятницы, жаровни и другие предметы кухонной утвари, купленные 20...30, а то и 40 лет назад.

С распадом бывшего СССР и получением финансовой независимости большинством предприятий, отечественный рынок наполнился многообразием посуды всевозможных видов, форм и расцветок. Но, к сожалению, никто не может гарантировать, что у купленной кастрюли завтра не отлетит эмаль, а материал блестящей сковороды из чугуна не содержит тяжелых металлов типа кадмия, меди, свинца, ртути и других, оказывающих вредное влияние на здоровье человека. Естественно, пища, приготовленная в такой посуде, способна принести немалый вред человеку, усугубляясь тем, что например, свинец и его соединения (являясь общетоксическими соединениями), выводятся из человеческого организма годами.

С целью определения влияния качества посуды на содержание металлов в пище и было выполнено данное исследование.

Методика исследования была следующая: в исследуемой посуде в течение 10 минут кипятилось 0,5 литра раствора уксусной кислоты с концентрацией 9 % (ТУ У 21810401.003 - 97). Затем раствор сливался и выпаривался, а оставшийся сухой остаток анализировался на содержание тяжелых металлов или их соединений, вначале проведением качественного химического анализа. Путем сравнения предельно допустимых соединений тяжелых металлов с полученными результатами делался вывод о безопасности посуды разных производителей.

Результаты исследований сведены в таблицу.

Таблица – Содержание соединений металлов в сухом остатке

Материал посуды	Производитель	Количество примесей, мг/литр	Наличие примесей
Эмалированная сталь	Керченский меткомбинат (Украина)	2,5	Ca, Mg
Эмалированная сталь	Китай	7,8	Ca, Mg, Pb, Cr
Чугун	Череповец	2,7	Ca, Mg, Fe
Нержавеющая сталь	Днепропетровск (Украина)	2,5	Ca, Mg
Нержавеющая сталь	Zepter (Германия)	2,5	Ca, Mg,
Алюминий (штамповка)	Запорожье (Украина)	2,8	Ca, Mg, Al
Алюминий (штамповка)	Китай	5,2	Ca, Mg, Al,
Алюминиевый сплав – силумин (литье)	Днепропетровск (Украина)	2,8	Ca, Mg, Al
Алюминиевый сплав – силумин (литье)	Китай	6,5	Ca, Mg, Al, Fe, Cr

Анализ полученных данных позволяет прогнозировать целесообразность использования той, или иной посуды для приготовления пищи. Содержание кальция и магния в сухом остатке легко объяснимо их наличием в питьевой воде, из которой приготовлен пищевой уксус. Маловероятно, чтобы для его приготовления использовалась дистиллированная вода. Да и количество их, составляющее 2,5 мг/литр, не превышает их обычного содержания в водопроводной воде, составляющих до 7 мг/литр, т.е. соответствует данным действующих стандартов [1].

Практически, то - же самое можно сказать и о посуде из нержавеющей стали, которая, несмотря на свою химическую инертность, имеет повышенный контакт с солями, входящими в состав жесткой воды. (По этой причине кухонные мойки и водопроводные трубы из нержавеющей стали быстро покрываются налетом из таких солей [2].)

Алюминиевая посуда отечественного производства имеет несколько большее количество примесей. Если исключить все те же кальций и магний, то окажется, что в сухом остатке (а, значит и в растворе) находится небольшое количество соединений алюминия, около 0,3 мг/литр. И хотя по данным [3], всасывание солей алюминия из желудочно-кишечного тракта незначительно, что объясняется способностью алюминия образовывать в кишечнике нерастворимые соединения с фосфором, а при длительном введении солей алюминия некоторое накопление происходило только в печени, это тревожный факт. В литературных данных некоторых зарубежных авторов отмечено, что наличие солей алюминия в организме может быть причиной болезни Альцгеймера.

Что касается алюминиевой посуды китайского производства, то количество соединений алюминия в них существенно выше, чем в отечественной посуде, а в литой толстостенной посуде имеется кроме алюминия еще железо и хром. Что касается железа, то по данным [3], считается, что железо всасывается в желудке только после окисления в Fe^{2+} и образования белкового комплекса - ферритина - железосодержащего белка печени, селезенки, костного мозга и других тканей, который запасает железо в организме. Поэтому особой опасности он не представляет. А вот соединения трехвалентного хрома вызывают дерматиты, а соединения шестивалентного хрома способны приводить к разным заболеваниям человека, в том числе и онкологическим. ПДК хрома (VI) в атмосферном воздухе 0,0015 мг/м³, а в пище – приблизительно в 40...50 раз ниже [3].

Чугунная посуда ввиду наличия соединений железа в нашей крови (вспомним гемоглобин) наиболее безопасна. При попадании железа и его оксидов из посуды в наш организм, ничего трагического не происходит. Часть его усваивается, а излишки легко выводятся из организма. Интересно, что чугун является материалом, который чем старше, тем менее склонен к коррозии. Например, чугун спустя 3 года после отливки (а чугун обрабатывается исключительно литьем) корродирует даже при контакте с кислотами и щелочами в 11 – 50 раз меньше, чем только отлитый. И чем старше он становится, тем менее он корродирует [2].

Таким образом, к недостаткам посуды из алюминия надо отнести – невозможность приготовления и особенно хранения (даже в условиях

холодильника) кислой пищи – овощных и фруктовых блюд. Кислота, находящаяся в овощах или фруктах, часто усиленная уксусом или лимонной кислотой, обязательно прореагирует с алюминием и его оксидом, а затем напрямую попадает в наш желудок.

Этих недостатков лишена посуда эмалированная (при условии целой эмали) и из нержавеющей стали. А чугунную посуду можно смело применять для любых домашних заготовок – срока службы она не имеет. (Жаль, немного тяжеловата.)

Список литературы: 1. Химическая энциклопедия в 5 томах. / Под ред. И.Л. Кнунянц. М.: Энциклопедия, 1990- 1998. 2. Журило А.Г. Кухонные страсти // Хороший доктор. № 2. 2009 г. 3. Вредные вещества в промышленности. Т. 3./ Под ред. Н.В. Лазарева и И.Д. Гадаскиной. Л. : Химия, 1977.- 608 с.

Поступила в редколлегию 20.03.2012

УДК 544. 777

О.Ю. ХАВУНКО, пров.інж., Відділення фізико-хімії горючих копалин Інституту фізико-хімії і вуглехімії ім. Л.М. Литвиненка НАН України, Львів,
Ю.Г. МЕДВЕДЕВСЬКИХ, докт.хім.наук, доц., Головний науковий співробітник *Відділення фізико-хімії горючих копалин Інституту фізико-хімії і вуглехімії ім. Л.М. Литвиненка НАН України, Львів

ДИНАМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІСТИРЕНУ В РОЗЧИНАХ

Проведено аналіз характеристичних часів сегментального руху полістирену, оцінених за пружною та фрикційною компонентами в'язкості його розчинів. Оцінені характеристичні часи поступального руху і коефіцієнти дифузії полістирену у розведеному та концентрованому розчинах.

Ключові слова: в'язкість розчинів, характеристичний час сегментального руху, коефіцієнти дифузії.

Проведен анализ характеристических времен сегментального движения полистирола, оцененных по упругой и фрикционной компоненте вязкости его растворов. Оценены характеристические времена поступательного движения и коэффициенты диффузии полистирола в разбавленном и концентрированном растворах.

Ключевые слова: вязкость растворов, характеристическое время сегментального движения, коэффициенты диффузии.

It has been done an analysis of the characteristic times of the polystyrene segmental motion which were estimated based on the elastic and frictional viscosity components of the polystyrenes solutions. It was estimated the characteristic times of translational motion and also the diffusion coefficients of polystyrene in diluted and concentrated solutions.

Keywords: viscosity of solution, characteristic time of the segmental motion, coefficient of diffusion.

Динамічні властивості полімерних ланцюгів визначаються характеристичними часами їхніх поступального (t_t^*) та обертального (t_r^*) рухів. Оскільки мономерні ланки з'єднані в ланцюг, усі ці види руху здійснюються виключно за рептаційним механізмом, тобто через сегментальний рух з характеристичним часом τ_s . Тому проаналізуємо та узагальнимо одержані експериментальні дані [1,2] характеристичних часів сегментального руху τ_s

ланцюгів полістирену у розчинах, які оцінені за пружною компонентою в'язкості η_e . Крім того, додамо до цього аналізу характеристичні часи сегментального руху, оцінені за коефіцієнтом фрикційної компоненти в'язкості розведеного (η_{sm}) [1] та концентрованого (η_{pz}°) [2] розчинів.

Значення τ_s надалі використовуються для оцінки характеристичного часу поступального руху t_t^* та коефіцієнта дифузії D ланцюгів полістирену у розчинах.

Згідно експериментальних даних [1,2] температурна залежність τ_s , яка оцінена за пружною компонентою в'язкості η_e , описується рівняннями:

у розведеному розчині (температурний інтервал 20 - 35°C)

$$\ln \tau_s = -44.07 + 6660/T, \quad (1)$$

у концентрованому розчині (температурний інтервал 25 - 40°C)

$$\ln \tau_s = -42.23 + 5950/T, \quad (2)$$

Запишемо також температурні залежності коефіцієнтів фрикційної компоненти в'язкості : у розведеному розчині

$$\ln \eta_{sm} = -29.04 + 7300/T, \quad (3)$$

у концентрованому розчині

$$\ln \eta_{pz}^\circ = -16.67 + 4800/T. \quad (4)$$

Характеристичний час сегментального руху опишемо виразом [3]:

$$\ln \tau_s = \ln 2 \frac{h}{kT} - \frac{\Delta S_s}{R} + \frac{E_s}{RT}, \quad (5)$$

де $\ln 2 \frac{h}{kT} = -28.78$ при $T=303K$.

Використовуючи ці значення і зіставивши (5) з (1), (2), отримаємо чисельні оцінки ентропії активації сегментального руху $\Delta S_s/R$, які подано в таблиці, в якій також подано енергії активації E_s сегментального руху та значення τ_s при $T=303K$.

Як видно з таблиці чисельні значення як τ_s , так і термодинамічних характеристик ($\Delta S_s/R$ і E_s) сегментального руху в розведеному та концентрованому розчинах відрізняються лише в межах експериментальної похибки їх оцінок.

Таблиця .Характеристичні параметри сегментального і поступального рухів полістирену в розчинах

Система	E_s , кДж/ моль	$\frac{\Delta S_s}{R}$	E_{pz} , кДж/м оль	$\frac{\Delta S_{pz}}{R}$	T=303K			
					τ_s , с	τ_{pz} , с	t_t^* , с	D, м ² /с
Розведені розчини	55.3	15.3	—	—	$2.0 \cdot 10^{-10}$	—	$1.3 \cdot 10^{-6}$	$1.4 \cdot 10^{-12}$
Концентровані розчини	49.4	13.5	39.9	6.0	$2.0 \cdot 10^{-10}$	$6.0 \cdot 10^{-9}$	$2.9 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-13}$

Приймемо, що коефіцієнти фрикційної компоненти в'язкості полімерних ланцюгів описуються таким самим загальним виразом [3], що й коефіцієнти в'язкості низькомолекулярного розчину. Тоді можна записати

$$\eta_{sm} = 3 \frac{RT}{V} \tau_{sm}, \quad (6)$$

$$\eta_{pz}^{\circ} = 3 \frac{RT}{V} \tau_{pz}, \quad (7)$$

де V - парціально-молярний об'єм мономерної ланки ланцюга;

τ_{sm} і τ_{pz} - за змістом, характеристичні часи сегментального руху вільного полімерного ланцюга в розведеному розчині та переплетеного з іншими полімерними ланцюгами в концентрованому розчині, що рухаються відносно інших ланцюгів, враховуючи усі можливі ефекти зачеплення.

Оскільки парціально-молярний об'єм V мономерної ланки полістирену не відомий, для наступних розрахунків можна прийняти його, без значної похибки, рівним молярному об'єму мономерної ланки у розплаві

$$V = \rho / M_0, \quad (8)$$

де $\rho = 1.05 \cdot 10^6$ г/м³ - густина розплаву полістирену;

$M_0 = 104.15$ г/моль – молярна маса стирену.

Запишемо (6) та (7) у загальному вигляді

$$\ln \eta = \ln 3RT \frac{\rho}{M_0} + \ln \tau. \quad (9)$$

При цьому $\ln 3RT \frac{\rho}{M_0} = 18.15$ при $T = 303\text{K}$. Врахувавши це значення і зіставивши (9) з (3) і (4), отримаємо температурні залежності τ_{sm} і τ_{pz} :

для розведеного розчину

$$\ln \tau_{sm} = -47.15 + 7300/T, \quad (10)$$

для концентрованого розчину

$$\ln \tau_{pz} = -34.82 + 4800/T, \quad (11)$$

за яким розраховували τ_{pz} при $T = 303\text{K}$. Врахувавши загальне рівняння (5) також було знайдено значення ентропії активації $\Delta S_{pz}/R$, (див. табл.).

Порівнюючи параметри рівнянь (1) для τ_s і (10) для τ_{sm} , бачимо, що різниця між ними в достатній мірі вкладається в межі похибки їхньої оцінки. Про це свідчать значення τ_s і τ_{sm} при $T = 303\text{K}$, що дорівнюють $2.5 \cdot 10^{-10}$ с і $1.0 \cdot 10^{-10}$ с, відповідно. Таким чином, можна прийняти $\tau_s \equiv \tau_{sm}$, і тому коефіцієнт фрикційної компоненти в'язкості η_{sm} полімерних ланцюгів можна описати тим самим загальним виразом (6), що й для коефіцієнта низькомолекулярного розчину.

Значення τ_{pz} обчислені за виразом (11) для концентрованого розчину при $T = 303\text{K}$ (див. табл.), суттєво відрізняються від τ_s : $\tau_{pz} > \tau_s$ приблизно на два порядки. Аналіз параметрів рівнянь (2) і (11) показує, що різниця між τ_s і τ_{pz} зумовлена двома чинниками, що заперечують один одного: незначним зменшенням енергії активації ($E_{pz} < E_s$), що повинно знижувати τ_{pz} , та різким зменшенням ентропії активації ($\Delta S_{pz} < \Delta S_s$), що збільшує τ_{pz} .

Як вже було зазначено, коефіцієнт фрикційної компоненти в'язкості η_{pz} в концентрованих розчинах обумовлений рухом переплетених між собою полімерних ланцюгів один відносно одного і характеризує ефективність усіх можливих зачеплень. Проте механізм цього руху також рептаційний, тобто здійснюється через сегментальний рух. Відповідно між τ_{pz} та τ_s повинен існувати зв'язок. Запропонуємо, як один з можливих, термодинамічний підхід для встановлення цього зв'язку.

Дамо визначення поняттю «зачеплення» як такий термодинамічний стан мономерної ланки ланцюга, при якому його сегментальна рухливість заморожується. Це означає, що при відносному русі переплетених між собою полімерних ланцюгів діє рептаційний механізм перенесення за рахунок сегментального руху, але при умові, що частина мономерних ланок ланцюга є замороженою.

Нехай ΔG_z° - стандартна вільна енергія переведення мономерної ланки з вільного стану в заморожене. Тоді ймовірність утворення заморожених станів або їхня частка повинна бути пропорційна величині $\exp\{-\Delta G_z^\circ/RT\}$. Тому, якщо k_s - константа швидкості вільного сегментального перенесення, а k_{pz} - константа швидкості замороженого сегментального перенесення, то між ними повинен існувати зв'язок

$$k_{pz} = k_s \exp\{-\Delta G_z^\circ/RT\}. \quad (12)$$

Отож, k_{pz} додатково до k_s має вільну енергію активації, що дорівнює стандартній вільній енергії розморожування замороженого стану.

Оскільки $k_s = \tau_s^{-1}$, $k_{pz} = \tau_{pz}^{-1}$, отримали

$$\tau_{pz} = \tau_s \exp\{\Delta G_z^\circ/RT\}. \quad (13)$$

Розписавши

$$\Delta G_z^\circ = \Delta H_z^\circ - T\Delta S_z^\circ, \quad (14)$$

і враховуючи експериментально встановлені відношення $\tau_{pz} > \tau_s$, $E_{pz} < E_s$ і $\Delta S_{pz} < \Delta S_s$, робимо висновок, що в (14) $\Delta G_z^\circ > 0$, $\Delta H_z^\circ < 0$ і $\Delta S_z^\circ < 0$, і крім того ентропійний фактор $T\Delta S_z^\circ$ повинен бути більшим за абсолютною величиною ніж ентальпійний фактор ΔH_z° . Ці відношення за фізичним змістом є достатньо ймовірними, оскільки контакт ланок при зачепленні може спричинити слабкий екзотермічний ефект ($\Delta H_z^\circ < 0$) за рахунок міжмолекулярних сил взаємодії, а заморожування сегментального руху спричиняє різке зменшення ентропії мономерної ланки $\Delta S_z^\circ < 0$, але при цьому $|T\Delta S_z^\circ| > |\Delta H_z^\circ|$.

Перепишемо (13) врахувавши (14) у вигляді

$$\ln \tau_{pz} = \ln \tau_s + \frac{\Delta H_z^\circ}{RT} - \frac{\Delta S_z^\circ}{R}. \quad (15)$$

Зіставляючи вирази (2) і (11), врахувавши (15) отримали:

для концентрованого розчину

$$\Delta G_z^\circ = 9.0 \text{ кДж/моль}, \quad \Delta H_z^\circ = -9.6 \text{ кДж/моль}, \quad \Delta S_z^\circ/R = -7.4,$$

У зв'язку з проведенням аналізом виникає запитання: чому в концентрованому розчині та розплаві ефект зачеплень не впливає на пружну

компоненту в'язкості η_e° , а визначений за цією величиною характеристичний час сегментального руху τ_s ; водночас ефект зачеплень дуже сильно впливає на фрикційну компоненту в'язкості, за якою оцінюється τ_{pz} ?

Швидше за все, відповідь на це запитання полягає в тому, що пружна компонента в'язкості визначається характеристичним часом зсуву, що дорівнює характеристичному часу обертання. Згідно принципу суперпозиції обертальний рух m – клубка переплєтених між собою полімерних ланцюгів можна розглядати не залежно від їхнього взаємного переміщення, тобто як обертання з замороженою конформацією. Внаслідок чого ефекти зачеплень не впливатимуть на характеристичний час обертального руху.

Вільний сегментальний рух дає вклад у фрикційну компоненту в'язкості, але він дуже малий і помітний лише у розведених розчинах. Тому в концентрованих розчинах навіть малий ефект зачеплень стає визначальним для фрикційної компоненти в'язкості.

Скористаємося надалі отриманими чисельними значеннями характеристичних часів сегментального руху τ_s для оцінки динамічних властивостей ланцюгів полістирену, тобто їхнього характеристичного часу поступального руху t_t^* і коефіцієнта дифузії D , у розчинах.

Згідно [4], величини t_t^* і D визначаються за виразами :

у розведених розчинах

$$t_t^* = N^{8/5} \tau_s, \quad (16)$$

$$D = \frac{a^2}{2\tau_s} N^{-3/5}. \quad (17)$$

У концентрованих розчинах

$$t_t^* = N^{3.4} \left(\frac{\rho}{\rho_0} \right)^{2.5} \tau_s, \quad (18)$$

$$D = \frac{a^2}{2\tau_s} \left/ \left(\frac{\rho}{\rho_0} \right)^{2.5} \right. N^{2.4}. \quad (19)$$

a - довжина ланки полімерного ланцюга, а N їх кількість, ρ - концентрація полімеру в розчині, г/м³.

Для обчислень прийняли $a = 1.86 \cdot 10^{-10}$ м, $N = 10^3$ і $\rho = 0.5 \cdot 10^6$ г/м³ для концентрованого розчину. Результати розрахунку представлені в таблиці.

Як видно характеристичний час поступального руху t_t^* ланцюгів полістирену на 4 і 6 порядків більший за характеристичний час їх сегментального руху, що пояснюється сильною залежністю t_t^* від довжини ланцюга. Коефіцієнти дифузії слабше залежать від довжини ланцюга, тому їхні значення у розчинах на 2-3 порядки менші, ніж коефіцієнти дифузії низькомолекулярних речовин, які характеризуються порядком 10^{-9} м²/с.

Таким чином проведений аналіз показує, що вивчення в'язкості полімерних розчинів дозволяє достатньо точно оцінити характеристичні часи сегментального та поступального рухів, за якими можна розрахувати коефіцієнти дифузії полімерних ланцюгів у розчинах.

Список літератури: 1. *Medvedevskikh Y. G.* Frictional and elastic components of the viscosity of polystyrene-toluene diluted solutions/ *Medvedevskikh Y. G., Khavunko O. Yu.* // «Chemistry and Chemical Technology» – 2011. – vol. 5. – № 3 – p. p. 291 – 302. 2. *Medvedevskikh Yu. G.* Frictional and Elastic Components of the Viscosity of Concentrated Solutions «Polystyrene in Toluene»/ *Medvedevskikh Yu. G., Khavunko O. Yu., Bazylyak L. I., Zaikov G. E.* // Collected Papers: «Kinetics, Catalysis and Mechanism of Chemical Reactions: From Pure to Applied Science» / Series: «Chemistry Research and Applications» – Nova Science Publisher Edn. – ISBN: 978-1-61470-712-7. 2012. – vol. 2: «Tomorrow and Perspectives». – Chapter 6. – P. 59–81. 3. *Медведевських Ю. Г.* Феноменологічні коефіцієнти в'язкості низькомолекулярних простих рідин і розчинів/ *Ю.Г. Медведевських, О.Ю. Хавунко* // Збірник «Праць «НТШ». Хімія і біохімія». – 2011 р. – т. XXVIII. – С. 70–83. 4. *Medvedevskikh Yu.G.* Diffusion Coefficient of Macromolecules into Solutions and Melts / *Yu. G. Medvedevskikh* // Conformation of Macromolecules Thermodynamic and Kinetic Demonstrations – N.Y.: Nova Sci. Publishing, 2007 – P. 107 - 123.

Поступила в редколлегию 05.04.2012

УДК 622.767

В.Н. БРЕДИХИН, канд. техн. наук, проф., ДонТУ, Донецк,
И.Ф. ЧЕРВОННЫЙ, докт. техн. наук, проф., зав.каф., ЗГИА, Запорожье,
Е.Ю. КУШНЕРОВА, ассис., ДонТУ, Донецк,
О.В. ЦЫГАНКОВА, аспирант, ЗГИА, Запорожье,
С.Г. ЕГОРОВ, канд. техн. наук, доц., ЗГИА, Запорожье

РАДИОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СЫРЬЯ. ИНФОРМАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ СОРТИРОВКИ ОТХОДОВ

Розглянуто технології та апаратурне оформлення при радіометричному сортуванні відходів кольорових металів. Виконаний аналіз пристроїв формування покускової подачі відходів у зону ідентифікації і механізми виділення кусків з потоку - сепарація на метали та сплави.

Ключові слова: відходи, лом, контроль, рентгенівський аналіз.

Рассмотрены технологии и аппаратурное оформление при радиометрической сортировке отходов цветных металлов. Выполнен анализ устройств формирования покусковой подачи отходов в зону идентификации и механизмы выделения кусков из потока-сепарация по металлам и сплавам.

Ключевые слова: отходы, лом, контроль, рентгеновский анализ,

Technologies and apparatus registration are considered at the radiometric sorting of wastes of the coloured metals. The analysis of devices of forming of покускової serve of wastes is executed in the area of authentication and mechanisms of selection of pieces from a stream is сепарація on metals and alloys.

Keywords: wastes, crow-bar, control, x-ray photography analysis

1. Введение

Извечной проблемой при решении классической задачи «товар-деньги-товар» является проблема определения качества товара. Ошибки при определении качественных характеристик товара может повлечь за собой финансовые потери как со стороны продавца, так и со стороны покупателя. Определение достоверных значений качественных характеристик сырья довольно

сложная задача особенно для продуктов при металлургических переделах имеющих значительные объемы и большое количество значимых компонентов (элементов), как в элементарном виде, так и в виде различных соединений (оксиды, сульфиды, карбонаты и др.). Особые трудности в определении качественных характеристик возникают при анализе сырья, в которых компоненты распределяются неравномерно в рассматриваемом объеме, т.е. не подчиняются нормальному закону. И если рудное сырье, в большинстве случаев, подчиняется нормальному закону распределения, как по объему исследуемого сырья, так и во времени, то качественные характеристики отходов производства и отходов потребления (лома) не подчиняются нормальному закону распределения, как основных компонентов, так и вспомогательных (примесей). В ломе возможны скачкообразные изменения содержания компонентов, как в объеме, так и во времени. Поэтому определение качественных характеристик в отходах требует гомогенизации сырья или сортировки поэлементно, т.е. определение качественных характеристик каждого куска в отдельности. При такой схеме определения качественных характеристик требуются специальные приемы по формированию потоков сырья. Очевидно, целесообразно иметь как можно достоверные данные по составу материалов для оптимизации процессов плавки и литья, а также для обеспечения планируемого выпуска продукции заданного химического состава.

В настоящее время низкокачественные кусковые отходы алюминиевых, медных и цинковых сплавов, сложные многокомпонентные отходы, шлаки металлургического производства, поступающие на предприятия, перерабатываются на механизированных технологических линиях, включающих операции фрагментирования исходного сырья, дробления и сепарации с использованием различных физических признаков [1]. Существенный недостаток указанных технологических линий - невозможность разделения получаемых концентратов цветных металлов по наименованиям металлов, группам и маркам сплавов. При дальнейшем металлургическом переделе это приводит к нерациональному использованию продуктов переработки отходов цветных металлов, значительному расходу первичных металлов для раскисловки до заданных марок сплавов, увеличению расхода энергии и топлива на производство сплавов. Кроме того замасленность, наличие землистого засора и слоя краски затрудняют процесс сортировки и способствуют появлению погрешностей в определении того или иного сплава. Подготовка специалистов, способных визуально определить группу сплавов лома и отходов, требует длительного времени обучения, однако при этом ошибки не исключаются.

2. Классификация существующих методов исследований

На сегодняшний день существуют различные методы приборного элементного анализа материалов в потоке: рентгеновский, лазерный, ИК, гамма-нейтронно активационный и др.

Перспективным направлением при сортировке отходов цветных металлов по наименованиям металлов, группам и маркам сплавов является применение метода радиометрического (рентгеновского) анализа. Радиометрическая сепарация и экспрессный анализ - принципиально новый подход к процессам

переработки отходов цветных металлов. Они позволяют резко сократить количество сортировщиков, снизить расходы первичных металлов и топливно-энергетические затраты на переплав шихты, исключить такие металлургические операции, как рафинирование от цинка и магния. Радиометрическая сепарация отходов цветных металлов основана на эффектах взаимодействия излучений с частицами сырья. В общем виде сущность процесса сепарации отходов включают узел обработки информации (блок-анализатор). Между всеми основными блоками установки для сортировки отходов цветных металлов могут устанавливаться фильтрующие элементы, уменьшающие погрешности измерения свойств (элементного состава) куска или порции исходного сырья. Принципиальная схема процесса сортировки представлена на рис.1.

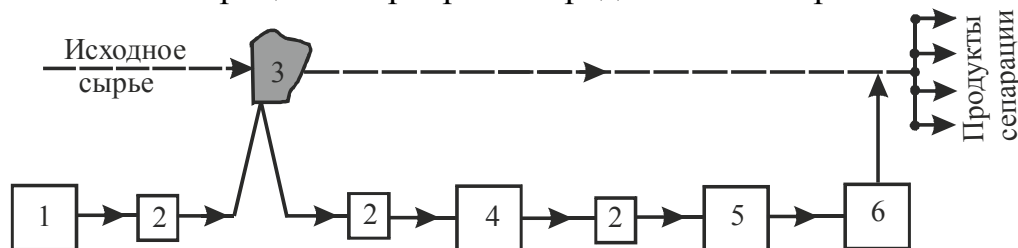


Рис. 1. Принципиальная схема радиометрической сепарации отходов цветных металлов: 1-источник радиометрического воздействия; 2-фильтрующий элемент; 3- кусок или порция отходов цветных металлов; 4-детектор; 5-узел обработки информации; 6- механизм вывода куска (порции) из потока

Метод радиометрического обогащения отходов цветных металлов, основанный на использовании различий в интенсивности в спектральном составе вторичного характеристического флуоресцентного излучения, возбуждаемого рентгеновскими лучами для разделяемых материалов, называется рентгенофлуоресцентным или рентгенорадиометрическим [2].

Возбуждение характеристического рентгеновского излучения происходит в процессе фотоэлектрического поглощения гамма-квантов атомами элементов. Энергия квантов в этом случае должна превышать потенциал ионизации соответствующей электронной оболочки атома. В результате фотоэффекта с одной из ближайших к ядру электронных оболочек (K или L) вырывается электрон и атом оказывается в возбужденном состоянии. Он возвращается в нормальное состояние практически мгновенно (приблизительно за 10^{-7} – 10^{-16} с) путем целого каскада различных, переходов, в процессе которых ионизированные оболочки восполняются, а избыток энергии уносится из атома либо фотонами, либо вторичными фотоэлектронами. Возникающие таким образом фотоны образуют характеристическое рентгеновское излучение. Для каждого элемента энергия его характеристических рентгеновских линий строго фиксирована, а их интенсивность является функцией массовой концентрации этого элемента в исследуемом куске. Эти два обстоятельства и являются физической основой рентгенорадиометрического метода анализа отходов цветных металлов.

В рентгенорадиометрическом методе обычно используются K- и L -серии характеристического рентгеновского излучения элементов, то есть фотоны, образующиеся при ионизации их K- или L –уровней (электронных оболочек). Выход фотонов характеризуется коэффициентом W_n , называемым отдачей

флуоресценции, которая представляет собой отношение числа атомов элемента, испустивших вторичный спектр той или иной серии, к числу атомов этого же элемента, возбужденных на соответствующем n-уровне. Отдача флуоресценции зависит от порядкового атомного номера элементов и для каждого элемента является постоянной величиной. Чем больше атомный номер элемента, тем больше отдача флуоресценции.

Возбужденный на том или ином уровне атом элемента при переходе в нормальное состояние может испускать различные линии соответствующей серии вторичного спектра. Вероятность P_i излучения той или иной линии рассчитывается по относительным интенсивностям линий этой серии

$$P_i = I_i / \sum(i) I_i$$

где I_i - относительная интенсивность i -линии данной серии;

$\sum(i) I_i$ - сумма относительных интенсивностей всех линий этой серии.

Если интенсивность α 1-линии К-серии вторичного спектра элементов принять за 100 %, то относительные интенсивности других линий этой же серии: $I_{\alpha 1}:I_{\alpha 2}:I_{\beta 1}:I_{\beta 2}=100:50:25$. Для L - серии относительная интенсивность линии выражается следующим образом (за 100 % принята интенсивность α -линии L -серии): $I_{\alpha}:I_{\beta}:I_{\gamma}=100:80:9$.

Таким образом, наиболее яркими во вторичном характеристическом рентгеновском спектре элементов являются α -линии К-серии и α - и β -линии L-серии, которые обычно и используются в рентгенорадиометрическом анализе отходов цветных металлов.

Основные элементы, входящие в состав лома и отходов цветных металлов, и их рентгеновские аналитические характеристики приведены в табл.1.

Таблица 1. Аналитические характеристики основных элементов в отходах цветных металлов

Атомный номер элемента	Элемент	К-уровень возбуждения, кэВ	К –серия, кэВ		L-уровень, возбуждения, кэВ	L-серия, кэВ		
			α	β		α	β	γ
12	Магний	1,30	1,25	1,29	—	—	—	—
13	Алюминий	1,56	1,48	1,55	—	—	—	—
14	Кремний	1,84	1,74	1,82	—	—	—	—
22	Титан	4,95	5,50	4,90	—	—	—	—
24	Хром	5,98	5,41	5,94	—	—	—	—
25	Марганец	6,53	5,89	6,50	—	—	—	—
26	Железо	7,11	6,40	7,10	—	—	—	—
28	Никель	8,34	7,47	8,26	—	—	—	—
29	Медь	8,99	8,10	8,90	—	—	—	—
30	Цинк	9,67	8,60	9,60	—	—	—	—
32	Свинец	—	—	—	13,6...15,9	10,6	12,0	14,8

В табл. 1 видно, что аналитические линии всех элементов, за исключением магния, алюминия и кремния, сосредоточены в энергетическом интервале вторичного спектра от 4 до 15 кэВ и могут эффективно возбуждаться источниками первичного излучения с энергией 17...25 кэВ.

Для их возбуждения могут применяться как рентгеновские трубки, так и радиоизотопные источники (изотопы): кадмий-102, америций-241, железо-55.

При гамма-нейтронно-активационной сортировке используют различия в наведенной (искусственной) радиоактивности, возникающей при облучении сырья (промпдуктов) потоком нейтронов. Основное отличие метода заключается в том, что вторичное излучение существует некоторое время после облучения. Достоинством данного метода является его «глубинность», которая определяется высокой проникающей способностью потока нейтронов, и то, что при этом методе обеспечивается возможность многоэлементного анализа, как легких, так и тяжелых элементов, входящих в состав сырья. Представляется перспективным применение данного метода для входного анализа рудного сырья, поступающего на предприятия цветной металлургии в транспортных емкостях (кузов автомобиля, вагон). Этот метод перспективен особенно для анализа сырья в потоке на конвейерных лентах при контроле и управлении качественными характеристиками в процессе подготовки компонентов шихты для заданного химического состава сплавов, агломерационных составляющих и т.п.

Данное направление многоэлементного анализа с использованием гамма-нейтронно-активационного метода будет рассмотрено во второй части сообщения. В процессе развития метода радиометрического обогащения отходов содержащих цветные металлы было предложено несколько типов радиометрических сепараторов, отличающихся конструктивными решениями, технологическими возможностями, производительностью, чувствительностью и другими параметрами.

3. Выполнение исследований и обсуждение результатов

К основным конструктивным узлам сепараторов относятся: механизм, формирующий подачу кусков цветного металла или порции исходного сырья в зону анализа; детекторная система с источником первичного излучения; блок-анализатор и исполнительные механизмы. В сепараторах, рассчитанных на сортировку отходов цветных металлов по нескольким классам крупности, имеются приспособления, обеспечивающие учет массы. К числу вспомогательных узлов радиометрических сепараторов можно отнести привод сепаратора, узел сбора продуктов сепарации, специальные устройства для обслуживания наладки и ремонта, а также некоторые другие. Анализ конструктивных особенностей основных узлов радиометрических сепараторов, их достоинства и недостатки, целесообразная область применения приведены ниже.

Питающее устройство и устройство формирования покусковой подачи радиометрического сепаратора предназначены для подачи исходного сырья в зону идентификации (анализа) сырья. Это один из основных узлов сепаратора, обеспечивающими заданный технологический режим сепарации. Он обеспечивает требуемую производительность процесса, расчленение исходного сырья, как правило, на несколько потоков, в каждом из которых куски отходов цветных металлов следуют друг за другом, обеспечивая определенный интервал между кусками и стабилизацию траектории их движения в зоне облучения и регистрации. Для обеспечения высокой скорости покусковой подачи

сепарируемого сырья применяются конусные или тарельчатые питатели в сочетании с вибрационным питателем. При работе куски металла вибрационным питателем подаются на вращающийся диск, где они ускоряются, движутся вдоль ограничивающего бортика питателя и затем поступают на транспортирующий орган. Другие схемы формирования покусковой подачи исходного сырья показаны на рис. 2 [2]. По типу транспортирующего устройства радиометрические сепараторы могут быть разбиты на следующие группы: ленточные, вибрационные, ковшовые, карусельные. Одной из основных технических характеристик транспортирующего устройства является скорость перемещения обогащаемого материала. Устройства вибрационного типа обеспечивают скорость до 0,8...1,2 м/с. На транспортирующих устройствах ленточного типа

скорость движения кусков может быть значительно выше - 2...4 м/с и более. Это обстоятельство позволяет достигать даже при покусковом режиме сепарации высокой производительности процесса.

Транспортирующее устройство может быть одно- или многоканальным. Скорость движения материала на транспортирующем устройстве обычно выше, чем на питателе. Поэтому за счет разницы этих скоростей при сходе с питателя кусок отрывается от идущего за ним следом, что позволяет получить нужный между ними интервал.

Узлы первичного излучения и детекторные системы, регистрирующие вторичное излучение - важнейшие элементы радиометрического сепаратора,

В качестве источников первичного рентгеновского излучения в радиометрических сепараторах применяются ампульные радиоизотопные

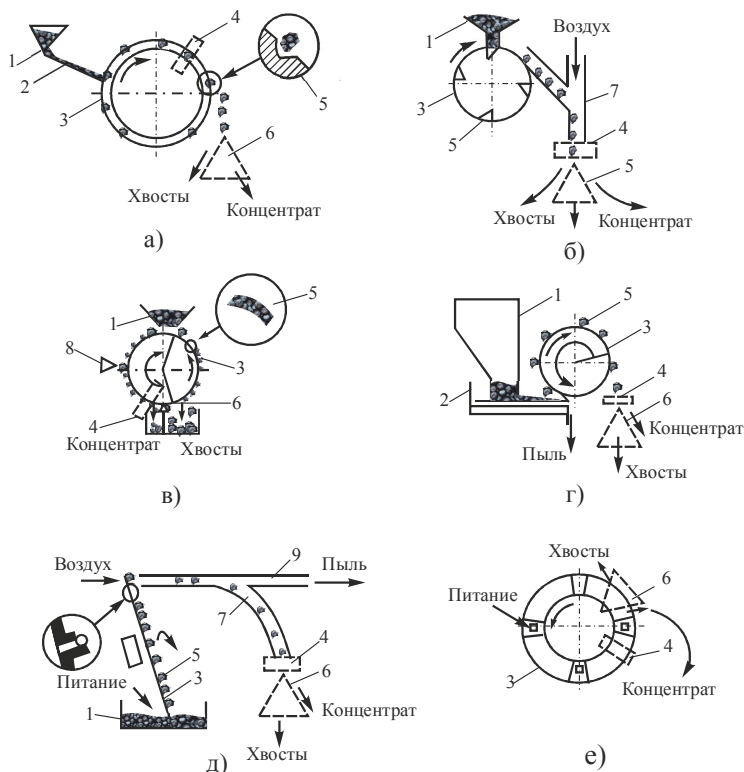


Рис. 2. Схемы формирования покусковой подачи сырья

а) - вращающимся барабаном с лунками; б) - вращающимся барабаном с лунками и стабилизацией скорости движения частиц потоком воздуха; в) - вращающимся барабаном с удержанием частиц под действием разрежения с нижней подачей; д) - элеваторным колесом и стабилизацией скорости движения частиц потоком воздуха; е) - карусельным колесом; 1 - бункер; 2 - вибропитатель; 3 - барабан (элеваторное, карусельное колесо); 4 - зона определения сорта куска; 5 - лунка (ячейка, трубка, ковшик); 6 - зона выделения кусков; 7 - трубка-стабилизатор скорости; 8 - воздушное сопло; 9 -отвод пыли.

источники и рентгеновские трубки. В рентгенорадиометрических сепараторах для сортировки отходов цветных металлов применяются в основном ампульные радиоизотопные источники, характеристики которых приведены в табл. 2.

Таблица 2. Характеристики радиоизотопных источников

№	Источник	Период полураспада, лет	Тип распада	Энергия излучения, кэВ	Выход фотонов, квант/распад
1	^{55}Fe	2,90	К- захват	Mn, K α 5,9	0,28
2				Mn, K β 6,5	
3	^{57}Co	0,74	К- захват	14	0,08
4				122	0,89
5				136	0,09
6				700	0,002
7	^{109}Cd	1,30	К- захват	Ag, K α 22	1,07
8				Ag, K β 25	
9				88	0,04
10	^{241}Am	458	α	NpL 14÷18	0,37
11				26	0,02
12				59,6	0,36
13				662	0,001

Выбор конкретного радиоизотопного источника определяется спецификой метода, свойствами исходного сырья, а также необходимостью определения тех или иных элементов, входящих в состав сортируемых отходов цветных металлов. Радиоизотопные источники помещаются в бокс с коллиматором, с помощью которого создается направленный пучок излучения. Коллиматор обычно имеет защитную шторку, перекрывающий пучок излучения в нерабочем положении сепаратора, чем обеспечивается полная биологическая защита. Бокс изготавливают из материалов с высоким коэффициентом поглощения рентгеновского и гамма-излучений, свинец или сталь. К достоинствам ампульных радиоизотопных источников следует отнести отсутствие энергопотребления и необходимости принудительного охлаждения (как правило, водяного или элементами с эффектом Пельтье). К недостаткам ампульных радиоизотопных источников, следует отнести, невысокую интенсивность излучения, а также необходимость применения дополнительных мер для защиты от излучения в нерабочем положении сепаратора.

В качестве источника рентгеновского излучения при радиометрической сепарации отходов цветных металлов применяются также рентгеновские трубки. Рентгеновские трубки выпускаются с вольфрамовым, медным, серебряным, молибденовым и другими анодами, что дает возможность выбирать оптимальные условия облучения конкретного вида сырья. Достоинством трубок является мощный поток рентгеновских фотонов, энергия которых может легко изменяться в достаточно широком диапазоне. В сепараторах с использованием излучения рентгеновских трубок не только узел облучения, но и вся зона обмера и

сортирующее устройство тщательно защищены листовой сталью толщиной 3...5мм.

Детекторные системы радиометрических сепараторов для обогащения цветных металлов состоят из детектора, измеряющего спектральный состав и интенсивность вторичного характеристического излучения кусков исходного сырья, и блока оценки их геометрических размеров или массы. Для регистрации вторичного характеристического излучения в блоках детектирования радиометрических сепараторов широко применяют полупроводниковые детекторы. Эксплуатационные неудобства полупроводниковых детекторов связаны с необходимостью их глубокого охлаждения.

Исполнительные механизмы радиометрических сепараторов для сортировки отходов цветных металлов осуществляют по команде блока-анализатора выведение из потока исходного сырья тех или иных кусков цветного металла в соответствующие приемные бункеры. В радиометрических сепараторах в качестве исполнительных механизмов применяют пневматические пушки, электромеханические (на базе тяговых электромагнитов), линейные асинхронного двигатели и др. Ряд конструкций электромеханических исполнительных механизмов для сортировщиков карусельного типа представлены в [3].

Исполнительные механизмы пневматического типа производят разделение кусков металла струей сжатого воздуха. Основное достоинство рассматриваемого типа исполнительных механизмов заключается в высокой частоте срабатывания ($50...100\text{ с}^{-1}$), что позволяет обеспечить высокую производительность процесса. Одним из основных недостатков пневматических исполнительных механизмов, по сравнению с другими типами исполнительных механизмов, является подача значительного количества сжатого воздуха и, как следствие, высокий уровень шума при работе. Это требует наличия мощной компрессорной станции. Особые затруднения возникают при сортировке дробленого низкокачественного алюминиевого лома или низкокачественных кусковых отходов медных сплавов, когда значительная часть исходного сырья представлена длинномерными частицами или частицами кольцеобразной формы. В этом случае воздействия импульса воздушной струи недостаточно для существенного изменения траектории падающего куска. Кроме того, при применении пневмоклапанов практически невозможна реализация многопродуктовой сортировки, что необходимо для получения из исходного низкокачественного сырья паспортизированной (сертификационной) шихты.

Указанных недостатков во многом лишены исполнительные механизмы шиберного типа с приводом от тяговых электромагнитов [4]. На рис. 3 показан сепаратор с шиберным исполнительным механизмом для сортировки кусков исходного сырья в свободном падении. По команде блока управления на обмотку электромагнита подается напряжение, в результате этого сердечник электромагнита втягивается и поворачивает шиберную пластину. В исходное положение шиберная пластина возвращается сжатой пружиной. Таким образом, падающий на шибер кусок направляется в зависимости от положения шиберной пластины в тот или иной короб [5].

Шибрные исполнительные механизмы применяются при двухпродуктовой сортировке дробленого алюминиевого лома, шлаков (алюминиевые, медные, ферроалюминиевые) в рентгенорадиометрических сепараторах со свободным падением кусков в зоне их выведения из потока.

Для многопродуктовой сортировки низкокачественных кусковых отходов медных сплавов разработан сортировщик карусельного типа для сортировки низкокачественных кусковых отходов медных сплавов

крупностью +40 –300 мм [3], схема конструктивного исполнения которого показаны на рис. 4.

После формирования покусковой подачи и определения элементного состава кусков они попадают в ячейки сортировщика, который вращается с постоянной скоростью над коробами. При срабатывании исполнительного механизма открывается крышка, и кусок проваливается в соответствующий короб [5].

Техническая характеристика многопродуктового рентгенорадиометрического сепаратора

Количество получаемых продуктов за один цикл	4...12
Крупность перерабатываемого сырья, мм	+40 –300
Установленная мощность, не более, кВт	15
Габариты, м	7,5×2,5×3,0

Принципиально новый тип исполнительного механизма для сортировки отходов цветных металлов – электродинамический. Электродинамический сбрасыватель создает бегущее электромагнитное поле, обеспечивающее силовое воздействие на немагнитные электропроводящие тела (куски отходов цветных металлов и их сплавов). Для линий покускового разделения сплавов на группы сплавов электродинамические сбрасыватели объединены в систему, представляющую собой ряд идентичных сбрасывателей. Конструктивно электродинамический сбрасыватель состоит из следующих основных элементов: индуктора бегущего поля, силовой несущей рамы, защитного кожуха, защитной крышки, двух лотков для приема сбрасываемых металлов и системы управления [5].

Технология переработки лома сложного состава (автомобильного), разработанная в [3], предусматривает наряду с известными способами обогащения (магнитная, воздушная, тяжелосредная сепарации, флотация, селективная плавка и др.) применение способа сортировки сплавов с

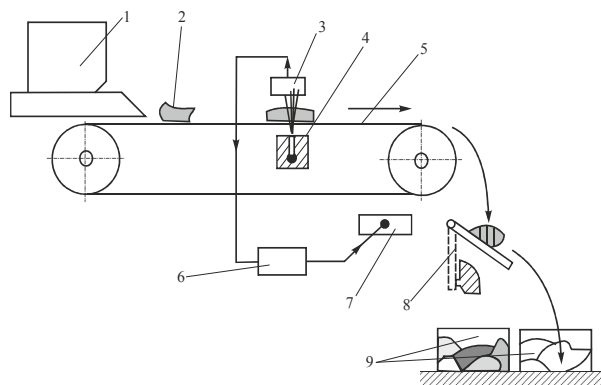


Рис. 3. Схема работы радиометрического сепаратора с шибрным исполнительным механизмом: 1- бункер с устройством покусковой подачи; 2-кусок сырья; 3- детектор; 4-источник рентгеновского излучения; 5- лента транспортерная; 6 –блок анализатор; 7- тяговый электромагнит; 8-механизм шибрный; 9- приемные короба

использованием рентгенорадиометрической сепарации. Были получены следующие продукты, %: железосодержащий – 10...12; пыль, загрязняющие примеси – 25...30; свинецсодержащий - 0,2; магнийсодержащий - 2,0; сплав алюминия (230х) – 22; сплав алюминия (225, 226) (медьсодержащий) - 10; сплав алюминий-цинк (например, 575) – 3; сплав хромоникелевый (без меди) – 3; медь, в том числе проводники тока – 1; латунь (все марки) – 4; цинк, в том числе хромированный – 4; неметаллы (резина, стекло и др.) – 10.

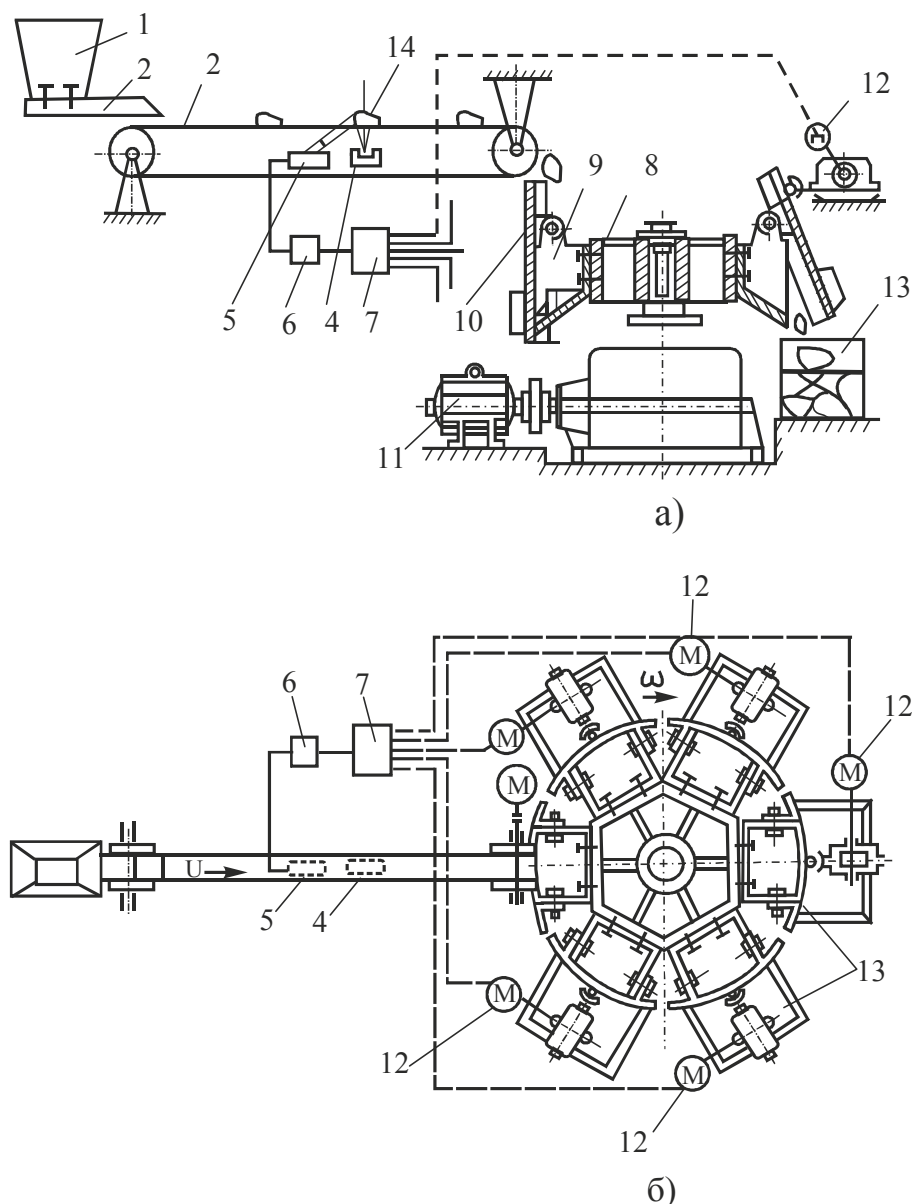


Рис. 4. Многопродуктовый рентгенометрический сепаратор для сортировки кусковых отходов медных сплавов: а) - общий вид сепаратора; б) - вид сепаратора в плане; 1 - бункер, 2 - питатель, 3 - ленточный конвейер, 4 - источник излучения, 5 - детектор, 6 - блок-анализатор, 7-блок управления исполнительными механизмами (БУИМ), 8 - сортировщик карусельного типа, 9 - ячейка, 10 - крышка ячейки, 11 - привод карусели, 12 - привод исполнительного механизма, 13 – коробка.

Исследования показали, что в результате такого разделения получают довольно чистые продукты. Например, доля меди и цинка в алюминийсодержащей фракции сплава алюминия 230 была меньше 1 %.

Фракцию сплава алюминия 225, 226 (медьсодержащий) можно использовать при получении сплава для корпусов электродвигателей, так как содержание меди достаточно для получения марочного сплава, а содержание железа и цинка удовлетворительное.

Регулируя содержание кремния, можно получить сплав 225 и 226. Особенно эффективен этот способ для разделения отходов содержащие тяжелые металлы, так как до сих пор их перерабатывали в основном пирометаллургическим способом (с переводом примесей в пыль или шлак). Предложенный способ сортировки позволяет выделить следующие группы сплавов: хромоникелевые, содержащие до 2 % молибдена и без него; медно-цинковые, содержащие свинец и без него; медно-цинко-оловяно-свинцовые (красное литье); серебросодержащие, в том числе медные с серебряным покрытием; цинк- и медьсодержащие.

Электронное обеспечение установки дорого стоит, однако и цена, например медьсодержащей фракции, после сортировки увеличивается в два раза, благодаря экономии легирующих материалов и флюсов, используемых при плавке.

Производительность установки зависит от размеров кусков и составляет 0,2...3,0 т/ч. Ее можно увеличить, подключив tandemную установку: куски одного размера (после прохождения барабанного грохота) проходят сортировку на параллельно установленным конвейерах. Затраты энергии низкие и составляют менее 15 кВт.

Разработан комплекс оборудования [2] для автоматизированной сортировки отходов цветных металлов, что гарантирует высокое качество шихты.

Система информационных потоков (измерений) обрабатывается микропроцессорной техникой с выдачей результатов по идентификации отходов и соответствующей команды на исполнительные механизмы. Следовательно, разрабатываемые методы сортировки и системы элементного анализа являются принципиально новым подходом к процессам переработки отходов цветных металлов и позволяют: получать шихту с гарантированным химическим составом; сократить количество сортировщиков; сократить процесс расшихтовки, снизить расход первичных металлов при получении сплавов с заранее заданным химическим составом, снизить топливно-энергетические затраты на переплав шихты; практически исключить передел рафинирования.

Принципиальная аппаратная схема переработки низкокачественных отходов цветных металлов с использованием автоматизированной сортировки по наименованиям металлов, группам и маркам сплавов представлена на рис. 5.

Исходное сырье грейфером подают на фрагментатор, откуда предварительно фрагментированные отходы поступает в молотковую дробилку. Из дробленого продукта воздушным потоком от вентилятора удаляется пылевидная фракция (пыль, бумага, текстиль, мелкие частицы металла и др.), которая накапливается в циклоне и рукавных фильтрах. Интенсивная вентиляция зоны дробления обязательна для устранения взрыва. Куски металла пластинчатым питателем подаются на сепаратор-лучковыделитель, с помощью которого из дробленого лома выделяются пучки проволоки, текстиля и т.п. Далее сырье поступает на ленточный конвейер, над которым установлены два подвесных саморазгружающихся магнитных сепаратора. Первый сепаратор со слабым

магнитным полем предназначен для выделения из смеси только кусков свободного железа, второй сепаратор с сильным магнитным полем - для выделения из смеси крупных кусков- механических сростков ферромагнитных материалов с цветными металлами.

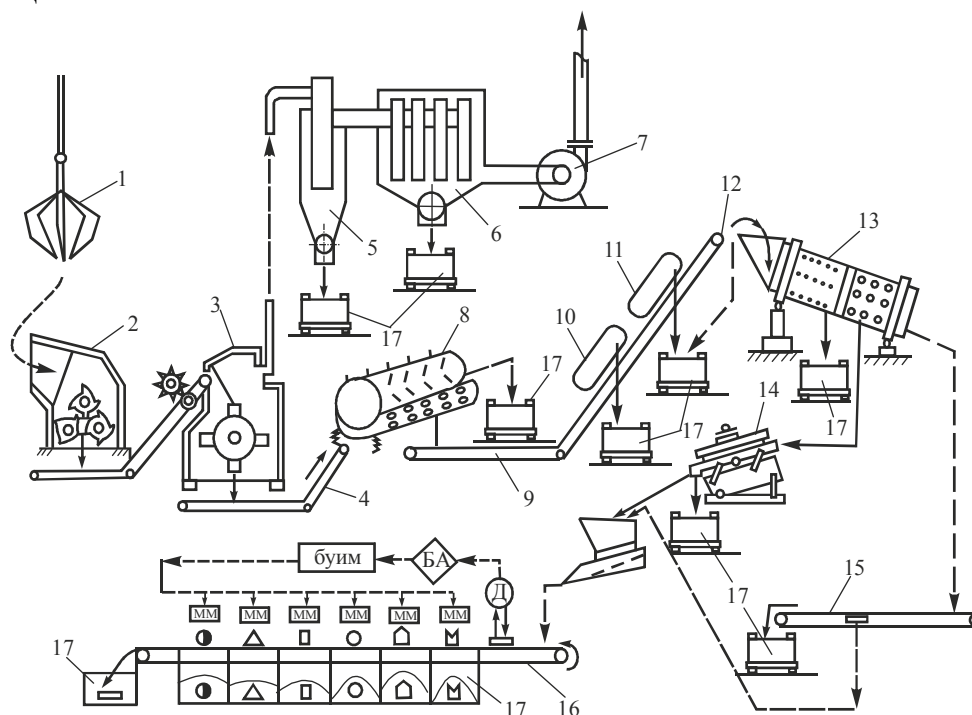


Рис. 5. Аппаратурная схема переработки низкокачественных отходов цветных металлов с использованием автоматизированной сортировки: 1 - грейфер, 2 - фрагментатор, 3 - молотковая дробилка, 4 - пластинчатый питатель, 5 - циклон, 6 - рукавные фильтры, 7 - вентилятор, 8 - сепаратор-пучковыведитель, 9 - ленточный конвейер, 10 и 11 - саморазгружающиеся магнитные сепараторы, 12 - электромагнитный шкив, 13 - барабанный грохот, 14 и 15 - вибрационный и ленточный ЭД сепараторы, 16 - комплекс автоматизированной сортировки, 17-короба продукции (промордукта).

Для выделения этих сростков из смеси-используется также электромагнитный шкив с сильным магнитным полем. Оставшийся на ленточном конвейере немагнитный продукт подается в барабанный грохот. Здесь дробленый продукт разделяется по классам крупности 0-10, +10-40 и +40-150 мм. Фракции крупностью: +10-40 и +40-150 мм подаются соответственно на вибрационный и ленточный электродинамические сепараторы. На ЭД-сепараторах получают два продукта: первый - концентрат цветных металлов - преимущественно содержит куски алюминиевых сплавов, второй - неметаллические материалы, нержавеющую сталь, титан.

Концентраты цветных металлов после дробления, магнитной электродинамической сепарации поступают на комплекс автоматизированной сортировки отходов цветных металлов по группам и маркам сплавов.

Основной технологический принцип при разработке создаваемого автоматизированного комплекса заключается в следующем - определение элементного состава каждого куса с выделением его в соответствующий короб, то есть решается задача идентификации каждого куса отходов цветных

металлов. Физическое состояние и состав лома и отходов цветных металлов, как правило, не соответствуют требованиям металлургического передела на предприятиях вторичной цветной металлургии. Поэтому отходы цветных металлов обычно подвергается различным видам обработки, включающим фрагментирование, дробление сырья и силовые методы сепарации. В настоящее время достигнуты определенные успехи в создании технологических процессов и оборудования для обогащения вторичных цветных металлов с помощью магнитных, пневматических, электродинамических методов сепарации и сепарацией в разделительных жидкостях. Однако перечисленные методы не обеспечивают качественного разделения сырья по наименованиям металлов и, тем более, на группы и марки сплавов. Целью дальнейшего совершенствования техники и технологии сортировки отходов цветных металлов является получение из исходного низкокачественного сырья высококачественных концентратов цветных металлов, разделенных по химическому составу на группы и марки сплавов. Указанная цель может быть решена на основе применения радиометрических методов анализа и сортировки.

Следует отметить несколько основных направлений развития оборудования и технологии радиометрических методов анализа и сортировки лома и отходов цветных металлов.

1. Разработка технологии и создание многопродуктовых радиометрических сепараторов для автоматизированной сортировки отходов цветных металлов по группам и маркам сплавов. Создание оборудования предназначенного для внедрения в технологических линиях переработки дробленых отходов с использованием дробилок: ДМАЛ - Украина; Линдемманн, Беккер - ФРГ, Хаммермилс- США; шлаков Реметалл - Испания, а также взамен ручной сортировки на сортировочных столах и конвейерах.

2, Создание автоматизированных систем анализа элементного состава продуктов переработки отходов цветных металлов с выдачей среднего элементного состава шихты в бункере, коробе, отсеке (паспортизация шихты).

3. Создание портативных рентгенорадиометрических и оптико-спектральных анализаторов повышенной разрешающей способности для оперативного входного контроля состава исходного сырья, сортировки крупнокусковых отходов (элементы военно-технических средств, корабельная, авиационно-ракетная, транспортная техника и т.п.).

4. Создание автоматизированных систем контроля и опробования элементного состава больших масс исходной шихты в транспортных емкостях (кузов, вагон).

Освоение на предприятиях вторичной цветной металлургии комплексов автоматизированной сортировки, систем учета элементного состава исходного сырья и продуктов переработки отходов цветных металлов позволит получить сертификационную шихту. Это резко сокращает потребления первичных металлов, оптимизирует использование отходов для получения заданных марок сплавов, сокращает время плавки за счет более точной шихтовки с известным химическим составом.

Внедрение автоматизированной сортировки отходов цветных металлов по группам и маркам сплавов позволит получить из низкокачественных алюминий- и медьсодержащих отходов (ГОСТ 1639-2009) продукты, соответствующие по химическому составу требованиям основных групп, а по показателям качества - 1, и II сорту.

Список литературы: 1.Смирнов, В. А. Обогащение руд и отходов цветных металлов [Текст] : монография / В. А. Смирнов, В. Н. Бредихин, А. И. Шевелев. – Донецк : ДонНТУ. – 2008. – 500 с. ил. – Библиогр.: с. 482-496. – 300 экз. – ISBN 978-966-8388-27-9. 2.Шевелев, А. И. Радиометрическая сепарация лома и отходов цветных металлов [Текст] / А. И. Шевелев, В. Н. Бредихин, Л. П. Старчик // Журн. Вторичная металлургия цветных металлов / учредитель ЦНИИЭИИЦМ. – М: 1990. – вып. 5. – С. 1-49. – Библиогр.: с. 46. – 230 экз. 3.А. с. 1724392 СССР, SU A1. Устройство для радиометрического разделения кусковых материалов [Текст] / Бредихин В. Н., Шевелев А. И., Старчик Л. П., Оксенгойт Е. А., Булкин В. А. (СССР). – 4792776; заявл. 20.02.1990 ; опубл. 07.04.1992, Бюл. № 13. – 5 с. : ил. 4.Устройство для радиометрического разделения кусковых материалов [Текст] : а. с. 1724392 СССР : SU A1 / В. Н. Бредихин, А. И. Шевелев, Л. П. Старчик, Е. А. Оксенгойт, В. А. Булкин (СССР). – 792776; заявл. 20.02.1990; опубл. 07.04.1992, Бюл. № 13. – 5 с. : ил. 5.А.с. № 1798020 СССР, SU A1. Исполнительный механизм устройства для сепарации кусковых материалов [Текст] / А.И. Шевелев, В.Н. Бредихин, Л.П. Старчик, С.В. Руденко (СССР). – 4870292; заявл. 01.10.1990; опубл. 28.01.1993, Бюл. № 8. – 4 с . ил. Исполнительный механизм устройства для сепарации кусковых материалов [Текст] : а.с. № 1798020 СССР / А. И. Шевелев, В. Н. Бредихин, Л. П. Старчик, С. В. Руденко (СССР). – 4870292; заявл. 01.10.1990; опубл. 28.01.1993, Бюл. № 8. – 4 с . ил. 6.А.с. № 1704861 СССР, SU A2. Устройство для сепарации кусковых материалов [Текст] / Л. П. Старчик, А. И. Шевелев, В. Н. Бредихин, С. В. Руденко (СССР). – 4798720 ; заявл. 05.03.1990; опубл.15.01.1992, Бюл. № 2. – 5 с. ил. Устройство для сепарации кусковых материалов [Текст] : а.с. № 1704861 СССР / Л. П. Старчик, А. И. Шевелев, В. Н. Бредихин, С. В. Руденко (СССР). – 4798720 ; заявл. 05.03.1990; опубл.15.01.1992, Бюл. № 2. – 5 с. ил.

УДК 664:547.272

О.П. ЧУМАК, канд. техн. наук, проф., НТУ «ХПИ»,
Д.А. КОЗЛОВ, аспирант, НТУ «ХПИ»,
И.В. ПАХОМОВА, студент, НТУ «ХПИ»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ В КАЧЕСТВЕ РАСТВОРИТЕЛЕЙ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ МАСЛА СЕМЯН ЛЬНА

В статье предлагается использование жидких газов на примере хладонов в качестве перспективных экстрагентов для извлечения масла с семян льна.

В статті запропоновано використання рідких газів на прикладі хладонів в якості перспективних екстрагентів для вилучення олії з насіння льону.

It was proposed using of liquid gases as an example of freons as the long-term extragents for including of the flax oil.

В настоящее время получение высококачественных экстрактов масел из растительного сырья имеет множество трудноразрешимых технологических и химико-технологических задач. Практически все существующие на сегодняшний день решения имеют по одному, а, возможно, и более существенных недостатков. В одном случае - недостаточно полное извлечение целевого продукта, в другом - получение продукта, подвергнувшегося воздействию вредных факторов в процессе получения (термических, химических, физических), в остальных случаях - либо неоправданно высокие затраты на производство, либо - достаточно сложные технологические решения.

Примером такого положения вещей, может выступать ситуация с методами получения масла семян льна. На пространстве СНГ, это масло получают либо при помощи холодного прессования, что негативно отражается на выходе конечного продукта, либо - методом комплексного извлечения, что ведет к большим материальным затратам.

Семена льна содержат комплекс ценных биологически активных веществ, витаминов, микроэлементов, полиненасыщенных жирных кислот. Уникальность льняного масла заключается в очень высоком содержании полиненасыщенной линоленовой кислоты. Линоленовая кислота – одна из незаменимых и особо ценных жирных кислот в рационе человека, способствует осуществлению важных биологических функций в организме, входит в состав практически всех клеточных мембран, участвует в регенерации сердечно - сосудистой системы человеческого организма, в росте и развитии мозга. Высокое содержание линоленовой кислоты в диете человека способствует увеличению вязкости крови, обладает сосудоуспокаивающими свойствами и оказывает седативное и антиаритмическое действия. Установлено антиатеросклеротическое действие, способность оказывать стимулирующее влияние на систему иммунной защиты

организма, противостоять развитию ишемической болезни сердца и мозга, сахарного диабета, тромбозов, гипертонии, онкологических заболеваний. Слизистые вещества семян льна представляют собой высокомолекулярные полисахариды гидрофильного характера, склонные к образованию гелей. Они обладают обволакивающими свойствами и используются как противовоспалительные средства при гастритах и энтероколитах, оказывают болеутоляющее действие. Льняное масло используется в пищевой промышленности, в диетическом питании больных с нарушениями жирового обмена, в фармации.

Таким образом, введение льняного семени или льняного масла в диету становится актуальным с точки зрения комплексного питания.

Возможно также использование масла семян льна в парфюмерной и косметической промышленности, так как оно обладает заметным ранозаживляющим и репаративным действием.

Актуальным было бы разработать такую технологию экстракции, которая позволила бы осуществить процесс при максимально низкой температуре с целью сохранения свойств экстрагируемых соединений, а также использовать наиболее приемлемые с экологической точки зрения экстракты, чтобы не загрязнять экстрагируемые вещества остатками экстрагента.

Применение сжиженных и сжатых газов для извлечения ценных компонентов из растительного сырья имеет ряд преимуществ перед традиционными, в частности:

- возможность селективной экстракции целевых компонентов;
- минимальное количество балластных веществ в экстрактах, что не требует дополнительной очистки;
- условия удаления растворителя позволяют сохранить лабильные и легко летучие компоненты.

Главным продуктом льноводства всегда являлось выращивание таких семян, которые отличались бы от других высоким содержанием триацилглицеридов полиненасыщенных жирных кислот, составляющих комплекс незаменимых жирных кислот.

Объектом исследования было два сорта семян льна.

Так как в литературных источниках наиболее качественным и сохраняющим в составе конечного продукта весь комплекс витаминов и тремолабильных компонентов считается метод холодного прессования, этот метод взят в качестве контрольного.

Для того, что бы дать оценку эффективности извлечения масла семян льна методом фреоновой экстракции в качестве основных, определяющих качество продукта, были выбраны параметры: кислотное число [2]; йодное число[3]; количество неомыляемых веществ[4]; ЖК состав (метод газовой хроматографии) [5].

Также был определен технологический выход масла.

Физико-химические показатели, определенные в лаборатории, разных сортов льняного масла, в зависимости от способа извлечения масла, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические показатели разных сортов льняного масла

Наименование сорта	Метод холодного прессования			Метод фреоновой экстракции		
	Кислотное число, мг КОН/г [2]	Йодное число, %J ₂ [3]	Количество неомыляемых веществ, % [4]	Кислотное число, мг КОН/г	Йодное число, %J ₂	Количество неомыляемых веществ, %
Сорт 1	1,10	159	0,30	1,20	162	0,30
Сорт 2	0,98	168	0,25	0,95	173	0,24

Жирно-кислотный состав льняного масла разных сортов, определен методом газовой хроматографии [5], данные приведены в таблице 2 и таблице 3.

Таблица 2 – Жирно-кислотный состав масла семян льна сорта 1, полученного методом холодного прессования и фреоновой экстракции

Название компонента	Метод холодного прессования	Фреоновая экстракция
C16:0	6,18	6,10
C18:0	0,72	0,84
C18:1n9	8,456	8,115
C18:1n11	1,854	1,945
C18:2n9,12	21,43	22,04
C18:3n9,12,15	59,4	58,7
C20: 1n13	1,59	1,499

Таблица 3 – Жирно-кислотный состав масла семян льна сорта 2, полученного методами холодного прессования и фреоновой экстракции

Название компонента	Метод холодного прессования	Фреоновая экстракция
C16:0	6,41	6,24
C18:0	0,49	-
C18:1n9	14,98	14,50
C18:1n11	-	0,156
C18:2n9,12	19,041	18,92
C18:3n9,12,15	59,150	59,55
C20: 1n13	0,59	0,56

Данные по технологическому выходу масла из сырья приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Технологический выход масла из семян льна 1 и 2 сорта, полученного методами горячего, холодного прессования и фреоновой экстракции

Сорт семян льна	Выход масла при использовании метода холодного прессования, %	Выход масла при использовании метода фреоновой экстракции, %
Сорт 1	85,4	94,4
Сорт 2	85,6	94,3

Органолептические свойства жиров могут изменяться при продолжительном хранении. Причиной таких изменений оказывается чаще всего образование в жирах из их ацилглицеринов новых веществ и потеря вкусовых веществ натурального происхождения.

Льняное масло из-за своего жирнокислотного состава подвержено химической порче, которая сопровождается накоплением в нем жирных кислот за счет гидролиза ацилглицеринов, а также накопление перекисей за счет действия молекулярного кислорода или же кислорода воздуха.

В научной работе наблюдали изменение состояния льняного масла в течение 5 месяцев при разных условиях хранения. Результаты представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Изменение физико-химических показателей льняного масла в зависимости от времени и условий хранения

Наименование показателя	Условия хранения	Время хранения, месяцев				
		1	2	3	4	5
Кислотное число, мг КОН/г [2]	При температуре 1-3 ⁰ С, без доступа света	1,26	1,39	1,47	1,60	1,83
	При комнатной температуре, 18-20 ⁰ С, на свету	-	-	1,79	1,83	1,94
Перекисное число, ммоль/кг1/2О	При температуре 1-3 ⁰ С, без доступа света	1,64	1,76	2,32	2,47	5,40
	При комнатной температуре, 18-20 ⁰ С, на свету			23,4	71,13	171,0

Выводы:

Извлеченное методом фреоновой экстракции льняное масло, не отличается по основным показателям от масла, полученного холодным прессованием, но превосходит вышеуказанный метод по технологическому выходу. Льняное масло не зависимо от способа получения необходимо хранить в темном месте в токе инертного газа.

Список литературы: 1. Тютюнников Б.Н., Бухштаб З.И., Гладкий Ф.Ф. и др. Химия жиров. – М.: Колос, 1992. 2. ДСТУ ISO 660:2009 Жири тваринні та рослинні й олії. Метод визначення кислотного числа та кислотності. 3. ДСТУ ISO 3961:2004 Жири тваринні і рослинні та олії. Визначення йодного числа. 4. ДСТУ ISO 3596:2004 Жири тваринні і рослинні та олії. Визначення вмісту неомильних речовин. Метод з використанням екстрагування діетиловим ефіром. 5. ДСТУ ISO 5508:2001 Жири та олії тваринні й рослинні. Аналізування методом газової хроматографії метилових ефірів жирних кислот.

Поступила в редколегію 10.04.2012

УДК 66.099.73:664.3

О.П. ЧУМАК, канд. техн. наук, проф., НТУ "ХПИ",
Н.Ю. МЕНДЕЛЕВА, магістр, НТУ "ХПИ".

ГЛИЦЕРИНОВАЯ РАФИНАЦИЯ МАСЛА

У статті розглянуто ряд недоліків класичної дезодорації з гострим паром. Проведена гліцеринова дезодорація гідратованої соняшникової олії з наступною лужною нейтралізацією і відбілюванням. Оцінено характеристики вихідної олії і отриманого продукту після кожної стадії рафінації. Запропоновано новий спосіб отримання рафінованої дезодорованої олії.

В статье рассмотрено ряд недостатков классической дезодорации с острым паром. Проведена глицериновая дезодорация гидратированного подсолнечного масла с последующей щелочной нейтрализацией и отбелкой. Оценены характеристики исходного масла и полученного продукта после каждой стадии рафинации. Предложен новый способ получения рафинированного дезодорированного масла.

A number of disadvantages of classical deodorization with live steam were considered. Glycerol deodorization of hydrated sunflower oil, followed by alkaline neutralization and bleaching was hold. Were evaluated characteristics of the original oil and the product obtained after each stage of refining. A new method for producing refined deodorized oil was proposed.

Растительные масла и жиры представляют собой сложную многокомпонентную систему, в состав которой наряду с триглицеридами жирных кислот, различающимися по строению и степени непредельности, входят вещества неглицеридной природы, являющиеся естественными их спутниками. Состав нежировой части характеризуется наличием разнообразных веществ, которые влияют на товарный вид жиров и их дальнейшую переработку [1]. Для удаления этих веществ масла подвергают рафинации. Рафинация – очистка от сопутствующих веществ – одна из важнейших стадий переработки жиров. Она включает в себя физико-химические (гидратация, вымораживание, нейтрализация, промывка и сушка), гидромеханические (фильтрование, отстаивание) и массообменные (отбеливание, дезодорация) процессы. Потребителями рафинированных жиров являются многие пищевые отрасли: масложировая, хлебопекарная, кондитерская, консервная, пищекопцентратная и другие. Рафинированные жиры также используют для технических целей (олифование, машиностроение, химическая, текстильная промышленности и другие).

Одна из наиболее серьезных современных задач рафинации жиров для пищевых целей заключается в необходимости максимального сохранения в

неизменном виде глицеридной части жира, сохранения его пищевого достоинства и физиологической ценности. В связи с этим большое внимание уделяется разработке и применению таких условий проведения отдельных этапов многостадийного процесса рафинации, при которых глицеридная часть жиров не подвергается энергичным воздействиям кислорода воздуха, тепла и других технологических факторов [2-4].

На сегодняшний день самой дорогостоящей стадией рафинации является дезодорация – удаление одорирующих веществ. Вкус и запах масел и жиров образуются в процессе добывания вследствие сложных окислительно-восстановительных реакций, происходящих при тепловой обработке семян, и продуцируются при их последующей переработке [1]. Основная особенность одорирующих веществ - летучесть и наличие в молекулах специфических функциональных групп. Они присутствуют в маслах в незначительных количествах и представлены большим числом веществ различной природы и состава. В основном это карбонильные соединения – альдегиды и кетоны. Основными носителями вкуса и запаха являются метилкетоны. Дезодорация представляет собой процесс, базирующийся на дистилляции летучих веществ и свободных жирных кислот, с целью получения обезличенных по вкусу и запаху масел и жиров. Процесс дезодорации масел и жиров обычно осуществляется периодическим или непрерывным методами в условиях глубокого вакуума, высокой температуры с присадкой острого пара. В этих условиях удаление летучих веществ происходит за счет того, что основная масса вкусоароматических примесей и свободных жирных кислот имеет упругость паров в десятки тысяч раз выше, чем триглицериды, т.е. обладает большей летучестью. Температура жира (масла) в процессе дезодорации должна быть достаточно высокой (свыше 180 °С), чтобы повысить упругость паров отгоняемых летучих веществ [2].

В процессе дезодорации, остающиеся даже в небольших количествах в рафинированных маслах и жирах натриевые соли жирных кислот, микропримеси металлов, фосфолипиды осаждаются на поверхности аппаратов, образуя нагар, который придает дезодорированным жирам (маслам) дополнительный специфический запах и металлический привкус. Кратковременное нарушение вакуума, низкая температура, перегрев впрыскиваемого пара при дезодорации вызывают появление в готовом продукте выраженного ощущения салостности и рыбьего привкуса [5].

В реальных условиях производственной дезодорации наблюдается менее эффективное извлечение свободных жирных кислот, карбонильных соединений и неомыляемых веществ. Это обусловлено тем, что (80 - 90) % отогнанных дистиллятов конденсируется в процессе дезодорации и возвращается в дезодорируемый жир (масло), увлекая за собой и некоторое количество одорирующих веществ [2].

Учитывая эти недостатки, был разработан новый способ дезодорации масел с использованием глицерина. Было доказано, что карбонильные соединения в присутствии катализатора реагируют с полиолами с образованием водорастворимых продуктов. Так как вещества, которые придают вкус и запах

это в основном кетоны, то их можно удалить из масла путем преобразования их в водорастворимые продукты.

Была проведена рафинация подсолнечного масла, которая включала в себя такие стадии:

- глицериновая дезодорация масла
- щелочная нейтрализация
- промывка и сушка
- отбелка

При проведении дезодорации глицерин брался в соотношении от 0,1 до 10 % от массы масла. Реакция проходила при нагревании и перемешивании, в ходе реакции вода удалялась из зоны реакции. Время реакции составляло от 0,5 часа до 8 часов в зависимости от условий (глубины вакуума, среды). После каждой стадии рафинации было измерено кислотное и цветное числа, коэффициент рефракции, данные приведены в таблице.

Таблица – Характеристики масла

	Кислотное число, мг КОН/г	Цветное число	Коэффициент рефракции
Исходное масло	0,8	20	1,475
Масло после глицериновой дезодорации	0,84	7	1,475
Масло после нейтрализации	0,05	3	1,475
Отбеленное масло	0,05	1	1,475

После глицериновой дезодорации кислотное число практически не изменилось, а цветное число снизилось на 13 единиц. После нейтрализации кислотное число снизилось на 96% и составило 0,05 мгКОН/г, цветное число, по сравнению с исходным, снизилось на 85%. После отбелки кислотное число составило 0,05 мгКОН/г, цветное число снизилось до 1. При этом коэффициент рефракции не изменился и составил 1,475, что соответствует маслу подсолнечному.

Была проведена реакция на определение присутствия кетонов, перегоняющихся с водяным паром, в ходе которой установлено, что содержание кетонов в дезодорированном глицерином и в отбеленном маслах значительно ниже чем в исходном масле, о чем свидетельствует изменение окраски раствора дистиллята с ярко-красной до светло-розовой.

Органолептическая оценка масла по ГОСТ 5472 показала, что после реакции с глицерином масло имеет слабовыраженный травянистый запах, и оценивается на «8» по десятибалльной шкале, разработанной «AOCS Flavor Nomenclature and Standards Com». Запах исчезает в ходе последующей нейтрализации и отбелки [6-7].

В процессе рафинации жиров стадия дезодорации является завершающей. Учитывая проведенную научно-исследовательскую работу предлагается

рафинацию жиров начинать с глицериновой дезодорации, что позволит убрать одорирующие вещества и частично красящие вещества из растительного масла, понизить температуру дезодорации жиров с 180-200°C до 60°C, тем самым сократив затраты на электроэнергию и пар.

Список литературы: 1. *Азнаурьян и др.* Современные технологии очистки жиров, производства маргарина и майонеза. - М. - 490 с. 2. *Сергеев А.Г.* Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров. Т. 2. Рафинация жиров и масел. - Л.: ВНИИЖ, 1973. - 352 с. 3. *Арутюнян Н.С. и др.* Рафинация масел и жиров: Теоретические основы, практика, технология, оборудование. - СПб.: ГИОРД, 2004. - 288 с. 4. *Арутюнян Н.С., Корнена Е.П., Янова А.И. и др.* Технология переработки жиров. - М.: Пищепромиздат, 1998. - 452 с. 5. *Эмануэль Н.М., Лясковская Ю.Н.* Торможение процессов окисления жиров. - М.: Пищепромиздат, 1961. С. 359. 6. *Губман И.И., Аскинази А.И., Калашева Н.А. и др.* Балловая оценка дезодорированных масел. — Л.: ВНИИЖ, 1988. 7. ГОСТ 5472 – Масла растительные. Органолептические методы определения запаха, цвета и прозрачности растительных масел.

Поступила в редколлегию 02.04.2012

УДК 665

О.П. ЧУМАК, канд. техн. наук, проф., НТУ "ХПИ",
И.В. ПАХОМОВА, студент, НТУ "ХПИ",
Д.А. КОЗЛОВ, аспирант, НТУ "ХПИ"

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭКСТРАКЦИИ МАСЛА ЗАРОДЫШЕЙ ПШЕНИЦЫ

У статті розглядається отримання олії зародків пшениці вуглеводневими розчинниками різного типу і їх сумішами. Досліджується вплив співвідношень 3х-компонентної суміші розчинників, а також співвідношень зародки пшениці / розчинник на вихід олії. В результаті визначені оптимальні характеристики процесу екстракції для даних умов.

В статье рассматривается получение масла зародышей пшеницы (МЗП) углеводородными растворителями разного типа и их смесями. Исследуется влияние соотношений 3х-компонентной смеси растворителей, а также соотношений зародыши пшеницы (ЗП)/растворитель на выход масла. В результате определены оптимальные характеристики процесса экстракции для данных условий.

The obtaining of wheat germ oil using various types of hydrocarbon solvents and their mixtures is considered in this article. The influence of the ratio 3-component mixture of solvents as well as the ratios wheat germ / solvent on the oil's yield is treated. As a result, were determined the optimal characteristics of the extraction process for given conditions.

В настоящее время проблема рационального питания, особенно в развитых странах, становится все более острой. Рацион современного человека сложился около 250 лет назад. Питание рассматривалось как фактор восполнения энергетических затрат человека. С развитием биохимических аспектов питания человека и животных появилась новая оценка влияния питания на здоровье. Это связано с открытием влияния витаминов, микроэлементов, полиненасыщенных жирных кислот на протекание биохимических процессов в организме.

Так откуда же получать биологически активные вещества, так необходимые для нормального функционирования организма человека? Наличие и разнообразие биологически активных веществ больше всего в растительном сырье, как в первичном элементе эволюции: растение-животное-человек. Основным источником витаминов, а также большинства микроэлементов в настоящее время являются растения и, прежде всего, зерновые культуры. Больше всего витаминов содержится в зародыше зерна. Наиболее типичным и широко распространенным представителем такого вида сырья является зародыш пшеницы [1].

ЗП является побочным продуктом мукомольной промышленности. Это ценное для получения биологически активных продуктов сырьё тоннами сбрасывается в отруби [2].

Почти все передовые страны считают полную переработку зерновых культур, и в частности пшеницы, в продукты питания одной из основных задач [3].

Уникальность свойств МЗП обусловлена присутствием в его составе трех активных комплексов: 1) антиоксиданты - токоферолы и каротиноиды, причем по содержанию витамина Е масло является рекордсменом среди всех природных соединений; 2) незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты в т. ч. линолевая и линоленовая в оптимальном для липидного обмена в организме человека соотношении (3:1); 3) витамины группы А, В, D, F, РР, пантотеновая и фолиевая кислоты, микро- и макроэлементы. При проращивании зерна увеличивается содержание витаминов В6 и С в 5 раз, витамина В1 - в 1,5 раза, В2 - в 13,5 раз, фолиевой кислоты - в 4 раза, возрастает концентрация природных антибиотиков и стимуляторов роста [4].

Растительные масла являются уникальными косметическими и лечебными субстанциями.

Косметическое действие МЗП: стимулирует обменные процессы, улучшает состояние как сухой, так и жирной кожи; способствует улучшению цвета лица, омолаживает кожу, сохраняет кожу эластичной и свежей даже в пожилом возрасте; оказывает противовоспалительное, ранозаживляющее, очищающее действие; используется при лечении угревой сыпи; обладает антицеллюлитным действием; эффективно для устранения морщинок на шее, лице, особенно вокруг глаз; предотвращает образование растяжек; используется как ранозаживляющее средство при солнечных и бытовых ожогах; применяется для стимуляции роста волос.

Также МЗП применяется в качестве пищевой добавки в медицине для лечения сердечно-сосудистых заболеваний, болезней центральной и периферической нервной системы, дисгормональных состояниях у мужчин и женщин, ожирения, анемии, аллергических проявлений [5].

Масло зародышей пшеницы можно получать экстракцией либо прессованием. Однако прессованием возможно извлечь только около 50% масла, содержащегося в масличном сырье и этот способ извлечения масла применяют только для зародышей пшеницы очень высокой чистоты. Экстракция

растительных масел растворителем на сегодняшний день является наиболее широко используемым методом извлечения масла [6].

Сегодня МЗП в Украине практически не производится, поэтому извлечение масла из зародышей пшеницы является актуальной задачей.

Цель работы состоит в изучении экстракции МЗП органическими растворителями.

В качестве исходного сырья использовано зародыши пшеницы Лихачёвского комбината хлебопродуктов, г. Первомайский, Харьковская обл. В качестве растворителей использованы нефрас согласно ОСТ 3801199-80; гексан согласно ТУ 2631-003-05807999-98, этиловый спирт согласно ДСТУ 4221:2003, изопропиловый спирт согласно ГОСТ 9805-84, а также их смеси.

Экстракция осуществлена путём обработки навески зародышей пшеницы по методу Зайченко [ДСТУ ISO 659:2007] при разном соотношении ЗП : растворитель в интервале $2,5 \div 10:100$.

Результаты предварительной экстракции масла зародышей пшеницы различными растворителями представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Выходы МЗП, полученные экстракцией различными растворителями

Растворитель	Выход масла, %
Гексан	11,88
Нефрас	7,66
Этиловый спирт	11,69
Изопропиловый спирт	15,7

Как видно из таблицы 1, наибольший выход был получен в случае экстракции изопропиловым спиртом.

Влияние соотношения зародыши пшеницы : растворитель приведено в таблице 2.

Таблица 2- Влияние соотношения ЗП: растворитель на выход МЗП

№ опыта	Количество нефраса	Количество этилового спирта	Количество изопропилового спирта	Выход масла зародышей пшеницы		
				Соотношение ЗП/растворитель		
				10/100	5/100	2,5/100
1	1	0	0	7,98	7,9	7,63
2	0	1	0	24,03	28,02	26,47
3	0	0	1	20,94	22,94	24,56
4	2/3	1/3	0	9,19	10,45	10,79
5	1/3	2/3	0	17,79	26,75	23,2
6	2/3	0	1/3	8,39	8,27	10,17
7	1/3	0	2/3	9,07	9,2	9,78
8	0	2/3	1/3	24,39	25,75	26,7
9	0	1/3	2/3	21,89	22,41	25,16
10	1/3	1/3	1/3	9,28	11,42	15,2

Как видно из таблицы 2, в случае использования этилового спирта и соотношения твёрдое вещество : растворитель 5:100, количество извлечённого масла составило около 28 % масс., а в случае смеси этилового спирта с изопропиловым спиртом в соотношении 2:1, не зависимо от количества твёрдой фазы, получен выход масла зародышей пшеницы в пределах 24,4-26,7 % масс.

Выводы. На основании результатов (табл. 2), определено оптимальное соотношение зародышей пшеницы : растворителя 5:100. При меньшем количестве твёрдой фазы получается слишком разбавленная мисцелла и большой расход растворителя, а при большем количестве твёрдой фазы уменьшается количество экстрагированного масла.

Наибольшие выходы МЗП получены при использовании чистого этилового спирта, смеси этилового спирта с изопропиловым спиртом или с нефрасом.

Список литературы: 1. *Месенжник Я.З.* Новые перспективные биологически активные продукты / *Я.З.Месенжник, А.Б.Вишняков, В.Н.Власов*// Вестник Российской академии естественных наук. - 2007. - Т.6. № 4. - С. 93-95. 2. *Бабенко П.П.* Разработка технологии комплексной переработки зародышей пшеницы : автореф дис. канд. техн. наук : 05.18.01 / *Бабенко Павел Петрович.* – М., 2001. – 15 с. 3. *Соседов Н.И.* Физиолого-биохимические и технологические основы хранения и переработки риса-зерна / *Н.И.Соседов.* - М.: Колос, 1979.- 286с. 4. Патент 2317099 Российская Федерация. МПК А61К36/899. С11В1/00. С11В1/06. А61Р15/00. Лечебно-профилактическое средство для восстановления нарушений половых функций, способ получения масла зародышей пшеницы и способ получения концентрата масла зародышей пшеницы для восстановления нарушений половых функций / [Тихонов В. П., Вишняков А. Б.]; патентообладатель ОАО Завод экологической техники и экопитания "ДИОД". № 2006131042/15; заявл. 29.08.2006; опубл. 20.02.2008. 5. *Некрасова Е.В.* Тайны зародышей пшеницы / *Е.В. Некрасова.* – М.: Образ-Компани (Развитие таланта), 2000. – 128 с. 6. *Woerfel JB.* Practical Handbook of Soybean Processing and Utilization / *JB. Woerfel.* Extraction. In: Erickson DR, editor. Champaign, IL: AOCS Press. - 1995. - P 65-92.

Поступила в редколлегию 01.04.2012

УДК 665.348.8

Ф.Ф. ГЛАДКИЙ, докт. техн. наук, проф., НТУ «ХП», Харків,
М.В. ТАРАДАЙЧЕНКО, магістр, НТУ «ХП», Харків

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ НА ОЛІДОБУВАЮЧОМУ ПІДРИЄМСТВІ

В статті розглядається процес шеретування насіння соняшнику, а також методи підвищення його ефективності. Доведено переваги насіннерушки Іхно-2 перед бічовою. Надано рекомендації щодо удосконалення технологічної лінії шеретування насіння соняшника.

В статье рассматривается процесс обрушивания семян подсолнечника, а также методы повышения его эффективности. Доказано преимущества семенорушки Ихно-2 перед бичевой. Даны рекомендации по усовершенствованию технологической линии обрушивания семян подсолнечника.

The dehulling process of sunflower seeds and methods for increasing of its efficiency are considered in this article. Advantages of Ihno-2 dehulling device over BUEHLER dehulling machine were proved. Recommendations for improvement of technological line of sunflower seed dehulling were given.

Одним із процесів переробки насіння соняшнику, що вимагає нових підходів до його вивчення та вдосконалення, є процес шеретування.

На підприємствах України існують наступні проблеми: висока кількість лушпиння залишається в ядрі, що поступає на пресування, лушпиння, що відділяється від ядра має високий вміст жиру. Це призводить до значних втрат олії, як цільового продукту. Наприклад, відоме підприємство з продуктивністю 1800 т/доб по початковій сировині. При біологічній олійності лушпиння приблизно 2%, олійність лушпиння що йде на утилізацію складає в середньому 4%. Зробивши приблизні підрахунки можна стверджувати, що кожну добу підприємство втрачає з лушпинням біля 5,4 тон олії. Огляд наукової та патентної літератури показав, що існує декілька підходів до підвищення якості обрушення: зміна попередньої обробки насіння з метою зниження міцності оболонок та модернізація конструкцій насіннерушок.

Перед дослідником було поставлено наступні задачі: порівняти бічову насіннерушку (н.), як н. застарілої конструкції, з модернізованою відцентровою н. Іхно-2, що розроблено на кафедрі технології жирів та продуктів бродіння; визначити яка стадія переробки насіння соняшнику призводить до за жирення лушпиння.

Фракційний склад рушанки після бічової н. визначався як процентний вміст у пробі ядра, ціляку, недорушу, січки, олійного пилу, лушпиння. Проба початкового насіння була обрушена на н.Іхно-2 (1300 об/хв), після чого визначався фракційний склад рушанки. Олійність лушпиння у всіх зразках визначалась згідно ГОСТ 13496.15-97. Визначення ботанічного вмісту олії в лушпинні проводилось з урахуванням зауважень приведених в статті [1]

Результати експерименту та порівняльна характеристика бічової н. BUHLER DGBA 2280 та н. Іхно-2 наведено в табл.1

Таблиця 1 - Порівняльна характеристика бічової насіннерушки BUHLER DGBA 2280 та насіннерушки Іхно-2

№	Показники	Бічова насіннерушка	Насіннерушка Іхно-2
1	Фракційний склад рушанки, %		
	ядро	24,99	25,21
	недоруш	16,51	30,94
	ціляк	12,47	20,94
	лушпиння	27,09	16,37
	пил	10,78	4,26
	січка	8,13	1,88
	Всього	100	100
2	Коефіцієнт шеретування ($K_{ш}$)	0,74	0,54
3	Коефіцієнт збереження ядра ($K_{зя}$)	0,50	0,75
4	Вміст олії в лушпинні на сух. реч., %	8,51	2,54

Було визначено вміст олії в лушпинні з різних технологічних стадій. Результати визначень наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – визначення вмісту олії в лушпинні з різних техн. стадій.

№	Проба зі стадії	Вміст жиру на сух. реч. %
1	Лушпиння з початкового насіння	2,16
2	Лушпиння після бічової насіннерушки	8,51
3	Лушпиння зі шроту	1,58
4	Шрот	0,88

За рахунок того, що конструкція н. Іхно-2 забезпечує односпрямований удар насіння, вміст в рушанці пилу і січки в порівнянні з бічовою н. значно нижчий – $K_{з\lambda}$ 0,75 в порівнянні з бічовою – 0,50 (табл. 1). Цей фактор істотно впливає на зажирення лушпиння під час шеретування. Експериментально встановлено, що вміст жиру в лушпинні після н. Іхно-2 в 3 рази менше ніж після бічової. А також встановлено, що вміст олії в лушпинні після н. Іхно-2 тільки на 0,38 % перевищує ботанічний вміст олії в лушпинні.

За умов, в яких було проведено експеримент $K_{ш}$ н. Іхно-2 був нижчий ніж бічової н. (табл. 1). Якщо змінити параметри обрушування на н. Іхно-2 можна значно підвищити цей показник. Відомо такі методи вирішення цієї проблеми: збільшення кількості обертів ротора н. з 1300 до 1700 об/хв, попереднє фракціонування та застосування низьких температур.

На н. Іхно-2 проводились дослід, які показали ефективність шеретування насіння соняшника з попереднім кондиціонуванням за фракціями та вологістю [2]. У роботах, виконаних на кафедрі технології жирів та продуктів бродіння НТУ «ХП» спільно з УкрНИИМЖ-ем НААН України, наведено результати дослідження нового способу обрушення соняшникового насіння в замороженому вигляді на н. Іхно-2. Створено математичну модель процесу, яка дозволила визначити параметри процесу обрушення, при яких досягається максимальна глибина обрушення ($K_{ш}$ від 0,986 до 0,994) і максимальні значення $K_{з\lambda}$ (від 0,882 до 0,955) [3].

Кількість лушпиння, що поступає на пресування з ядром становить 11%, підчас екстракції олійність лушпиння зменшується з ботанічної 2,16% до 1,58% в лушпинні зі шроту. Тобто вихід масла за рахунок лушпиння становить на 0,98 т/доб більше, і зменшення вмісту лушпиння в ядрі здається недоцільним. Але олія, що вилучається з лушпиння, має низку якість, містить велику кількість восків, продуктів окислення та ін. [4]. Крім цього високий вміст лушпиння у шроті значно впливає на вміст протеїну, а отже на вартість шроту.

Таким чином заміна бічової насіннерушки на насіннерушку Іхно-2 дозволить не тільки зменшити втрати олії з лушпинням з 5,37 т/доб до 1,35 т/доб, але й спростити технологію переробки насіння соняшника шляхом виключення стадії відділення олії від лушпиння на біттерах. А також існує перспектива впровадження технології шеретування з застосуванням холоду, яка дозволяє

отримувати безлушпинне ядро, а отже високоцінний продукт – соняшниковий білок.

Список літератури: 1. Журавлев А.И. Определение лузжистости и ботанической масличности лузги семян подсолнечника / А.И. Журавлев, В.Л. Проскурина// Масложир. пром. – 1986. – № 10. – с.8-9. 2. Іхно М.П. Науково-практичні основи отримання та використання харчового безлушпинного ядра соняшника: дисертація докт. техн. наук: 05.18.06 / Іхно Миколай Петрович – Х., 2004. – 258 с. 3. Перевалов Л.И. Обрушивание семян подсолнечника с использованием холода. Моделирование процесса / Перевалов Л.И. и др.// Химия и технология жиров. Перспективы развития масложировой отрасли: междунар. науч.-техн. конф., 25-26 мая 2011 г.: тезисы докл. – Алушта : 2011. – с.58. 4. Прохорова Л.Т. О «пользе» технологии переработки семян подсолнечника без отделения лузги./Масложир. пром. – 2005. – № 2. – с 16-17

Поступила в редколлегию 20.03.2012

УДК:637.52

О.П. ЧУМАК, канд. техн. наук, проф., НТУ "ХПИ",
М.Ф. ГОЛОДЕНКО, магистр, НТУ "ХПИ",
А.В. БОГУШ, ген. директор ООО СТК АГРОГРУП, Днепропетровск

УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА МЯСО-КОСТНОЙ МУКИ

Побочные продукты мясной промышленности могут быть использованы в качестве сырья для производства кормовой муки. Она самый дешевый натуральный продукт производства кормов для животных. Для улучшения качества муки и удлинения сроков ее хранения предлагается снижение содержания жира и свободных жирных кислот в мясо-костной муке.

Побічні продукти м'ясної промисловості можуть бути використані в якості сировини для виробництва кормового борошна. Воно найдешевший натуральний продукт виробництва кормів для тварин. Для поліпшення якості борошна та подовження термінів його зберігання пропонується зниження вмісту жиру і вільних жирних кислот в м'ясо-кістковому борошні.

Byproducts of meat industry can be used as raw materials for production of feeding meal. They are the cheapest natural product for production of animal fodder. To improve the quality and to prolong storage of flour it's promoted to reduce containing of fat and free fatty acids in meat and bone flour.

Продуктивность животных на 60% зависит от качества корма, его сбалансированности и обогащения его белками, минеральными веществами и витаминами.

Кормовая мука животного происхождения наиболее ценный компонент комбикормов, характеризующийся высоким содержанием протеина и его биологической полноценностью - содержатся все незаменимые аминокислоты, необходимые для интенсивного развития и откорма животных. Кроме того мука содержит витамины группы В: рибофлавин, пантотеновую и никотиновую кислоты, ниацин и В12; а также жирорастворимые витамины: Е, А и D; минеральные элементы, главными из которых являются фосфор, кальций, железо, медь, кобальт, цинк и марганец. Усвояемость животных кормов достигает 92% [1].

В зависимости от исходного сырья получают муку кормовую мясо-костную, мясную, кровяную, костную и муку из гидролизованного пера, а также животный кормовой и технический жиры.

Сырьем для производства кормовой продукции являются: ветеринарные конфискаты, непищевые отходы и малоценные в пищевом отношении продукты, получаемые при переработке всех видов скота, птицы и кроликов, отходы от производства пищевой и технической продукции, а также трупы скота и птицы, допущенные ветеринарно-санитарной службой.

Мясо-костная мука - белково-минеральный корм для животных, широко применяющийся в животноводстве и является наиболее доступным сырьем животного происхождения при производстве комбикормов[2]. Но из-за высокого наличия жира, содержащего преимущественно ненасыщенные жирные кислоты, кормовая мука может прогоркнуть - это приводит к недопустимо высокому кислотному числу. Учитывая опасность продуктов окисления жира для животных доброкачественная кормовая мука должна иметь кислотное число жира не более 20 мгКОН/г. Поэтому актуальным вопросом является сохранение качества кормовой муки. [3]

Наиболее используемыми методами обезжиривания являются: тепловой метод извлечения жира — вытопка, которая осуществляется мокрым и сухим способами.

При мокром способе сырье находится в непосредственном контакте с водой или острым паром. В результате нагрева белки жировой ткани денатурируют, коллаген сваривается, подвергается гидролитической дезагрегации и гидролизу, образуя глютин. Это приводит к разрыву оболочек жировых клеток, и жир в расплавленном состоянии мигрирует из разрушенных клеток. Под действием глютина выделившийся в расплавленном состоянии жир способен эмульгироваться, подвергаться гидролизу с образованием свободных жирных кислот, что нежелательно. В результате такой обработки получают трехфазную систему, включающую жир, бульон и шквару.

При сухом способе предусматривается кондуктивный нагрев сырья за счет контакта с греющей поверхностью. Влага, содержащаяся в сырье, испаряется. Белки жировой ткани дегидратируют, оболочки жировых клеток становятся хрупкими и разрушаются. Жир расплавляется, выделяется из клеток и частично задерживается за счет адсорбции на сухих поверхностях белковых частиц. В этом случае образуется двухфазная система, состоящая из шквары и жира. Окончательное отделение жира от шквары осуществляется физическими методами: прессованием или центрифугированием.

Также мясо-костную муку можно стабилизировать путем ввода в нее различных антиокислителей. Для замедления окислительных процессов в жире кормовую муку из мясокостного сырья обрабатывают антиокислителями, для чего разрешены к применению синтетические окислители сантохин, ионол и нифлекс-Д. Муку обрабатывают двумя методами - добавлением в сырье или во влажную шквару перед высушиванием и в готовую муку. [4]

Эти способы стабилизируют мясо-костную муку, но практически не влияют на снижение кислотного числа.

Методов обработки летучими растворителями в основном имеется два: в вертикальных, неподвижных аппаратах и горизонтальных, вращающихся. Хотя вертикальные аппараты обладают преимуществом в отношении лучшего использования емкости, уменьшения продолжительности процесса, удобства загрузки и выгрузки, меньшей стоимости аппаратов, все же при работе с утильсырьем, которое обычно содержит значительное количество слизистых и клеящихся веществ, а также влагу, необходимо предпочтение отдать горизонтально - вращающимся аппаратам в которых происходит процесс не только экстракции, но и предварительной и окончательной сушки. Продолжительность процесса при загрузке аппарата в 5 тонн составляет, примерно, 20 часов. Расход пара на предварительную сушку - 1,1 кг пара, на сам процесс экстракции - 0,2 кг и на окончательную сушку тоже 0,2 кг. Расход пара при установке котлов Лаабса составляет 1 кг на 1 кг сырья. Таким образом при экстракции получается лишний расход пара в 0,5 кг на 1 кг сырья, что при переработке 30 тонн сырья в сутки дает 15 тонн пара, или 5400 т в год. Считая тонну пара, примерно, в 35 грн, получаем лишнюю стоимость пара в 189000 грн в год.

Расход электроэнергии как в том, так и другом случае составляет одинаковую величину - 0,7 киловатт часа на 100 килограммов сырья.

Расход воды при экстракции - на 8 куб м больше, чем при сухом методе (в одном случае 10 куб.м а в другом 2 куб.м на 1 тонну сырья) что дает в год лишних 120 000 грн. Потери растворителя составляют 0,8% от веса сырья или 90 тонн в год на сумму 180 000 грн. Таким образом, лишние затраты при экстракции составляют в год 489000 гривен.

X1-вода, X2-Аф 9-12, X3-КОН

x1	x2	x3	y
1	0	0	55
0	1	0	34
0	0	1	0,4
2/3	1/3	0	41
1/3	2/3	0	38
2/3	0	1/3	1,3
1/3	0	2/3	0,4
0	2/3	1/3	1,8
0	1/3	2/3	1,2
1/3	1/3	1/3	0,9

x1
M
7899
566788
445566788
23334456678
12223334456678
1111222333445667
000111122233445677
000000111122233445667
000000000111122233455667
0000000000011122233445567
000000000000011122233445567
00000000000000011122233445567
0000000000000000011122233445567
000000000000000000011122233445567
00000000000000000000011122233445567
1000000000000000000000011122233445566
1110000000000000000000000011122233445567
111110000000000000000000000001112223344566
00000100000000000000000000000011122233445566
x3 0000000000000000000000000000000001112223344556 x2

$$Y = 55 \cdot x_1 + 34 \cdot x_2 + 0,4 \cdot x_3 - 22,5 \cdot x_1 \cdot x_2 - 120,825 \cdot x_1 \cdot x_3 - 70,65 \cdot x_2 \cdot x_3 - 27 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot (x_1 - x_2) - 116,775 \cdot x_1 \cdot x_3 \cdot (x_1 - x_3) - 71,54999999999999 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot (x_2 - x_3) - 138,375 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3$$

$$b_1=55 \quad b_2=34 \quad b_3=0,4 \quad b_{12}=-22,5 \quad b_{13}=-120,825 \quad b_{23}=-70,65 \\ v_{12}=-27 \quad v_{13}=-116,775 \quad v_{23}=-71,55 \quad b_{123}=-138,375$$

$$Y_{\max}=55 \quad \text{При параметрах } x_1=1 \quad x_2=0 \quad x_3=0 \\ Y_{\min}=2,57 \quad \text{При параметрах } x_1=0,49 \quad x_2=0,03 \quad x_3=0,48$$

Рис. 1- Результаты исследования влияния растворов реагентов на кислотное число жира

В связи с тем что данная работа выполнялась под заказ для предпринимателей которые не могут проводить обработку мясо-костной муки растворителями предлагается снизить содержание жира и его кислотное число в

УДК 664.653/.654:547

О. М. САФОНОВА, докт. техн. наук, проф., зав. каф. ХНТУСГ, Харьков
Т.В. ГАВРИШ, канд. техн. наук, доц., ХНТУСГ, Харьков

ВИКОРИСТАННЯ ПОЛІПШУВАЧІВ ДЛЯ РЕГУЛЮВАННЯ ЯКОСТІ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ

Показано можливість поліпшення формостійкості хлібобулочних виробів зі слабого пшеничного борошна за додавання поліпшуючих добавок. Рекомендовано раціональні концентрації поліпшуючих добавок. Розглянуто питання використання поліпшувачів у технології хлібобулочних виробів за будь-яким способом тістоприготування.

Ключові слова: клейковина, пшеничне борошно, формостійкість, поліпшуючі добавки.

Показана возможность улучшения формостойкости хлебобулочных изделий из слабой пшеничной муки внесением улучшающих добавок. Рекомендованы рациональные концентрации улучшающих добавок. Рассмотрен вопрос использования улучшителей в технологии хлебобулочных изделий разными способами тестоприготовления.

Ключевые слова: клейковина, пшеничная мука, формостойкость, улучшающие добавки.

The possibility of improving the shape stability of bakery products from a weak flour making improving additives. Recommended improving the rational concentration of additives. The question of the use of enhancers in the technology of bakery products in any way prepare the dough.

Keywords: gluten, wheat flour, dimensional stability, improving additives.

Клейковина є важливим фактором хлібопекарських переваг пшеничного борошна. Від її вмісту в борошні та властивостей залежить, в першу чергу, об'єм та пористість хліба. Однак в практиці роботи борошномельних підприємств є випадки виробництва борошна зі зниженими показниками якості, а саме борошно зі слабкою клейковиною.

Структурна міцність білків слабого борошна низька, тому під час замішування тіста з нього може відбуватися необмежене набрякання водорозчинних речовин (зазвичай вони набрякають обмежено), їх наступна пептизація і утворення в'язкого колоїдного розчину [1]. Такі процеси зумовлюють розрідження тіста і погіршення зовнішнього вигляду і консистенції хліба. Однак, переробки на хлібопекарських підприємствах потребує будь-яка борошняна сировина. На сьогоднішній день дану проблему вирішують шляхом використання хлібопекарських поліпшувачів, а саме комплексних, більшість яких, на жаль, іноземного походження.

Актуальною проблемою є створення хлібопекарських поліпшувачів вітчизняного виробника за більш доступною сировиною, що дозволить по-перше покращити якість хлібобулочних виробів, по-друге знизити собівартість готової продукції.

Питанням розробки комплексних поліпшувачів в Україні займалися вітчизняні науковці В.І. Дробот, Н.І. Савчук, О.Б. Шидловська, Л.Ю. Арсеньєва.

Метою даної роботи є розробка наукових основ технології хлібобулочних подових виробів високої якості на основі пшеничного борошна зі слабкою клейковиною шляхом використання добавок-поліпшувачів.

В якості поліпшувачів добавок було обрано органічні кислоти (оцтова, лимонна) та гліцерин. Потрібно відмітити, що запропоновані добавки в якості поліпшувачів здатні утворюватися та накопичуватися протягом виробничого процесу в тісті та готових виробах, а також підвищувати функціональні властивості сировини та кінцевої продукції. Відомо, що накопичення в пшеничному тісті молочної та оцтової кислот є результатом бродіння під дією гетероферментативних молочно-кислих бактерій. А дріжджі здатні в умовах рН, близьких до рН тіста, викликати не тільки спиртове бродіння, але й побічне, так зване “лужне” бродіння, яке призводить до утворення гліцерину та оцтової кислоти [2]. Всі ці речовини поступово накопичуються у певних концентраціях протягом бродіння і, на наш погляд, суттєво не впливають на реологічні характеристики слабкої клейковини, її газотримуючу здатність та формостійкість виробів під час розстоювання та випікання. Вище викладене свідчить про безпечність використання поліпшувачів добавок у технології хлібобулочних виробів, за умов тривалого вживання продукції.

На першому етапі досліджень було встановлення раціональних концентрацій органічних кислот (оцтової, лимонної) і гліцерину, введених під час замішування тіста, для поліпшення якісних показників подового хліба (формостійкості, пористості та ін.). На рис.1-2 наведено загальний зовнішній вигляд подових виробів залежно від концентрації кислоти або гліцерину.

Аналіз експериментальних даних свідчить, що додавання оцтової кислоти в рецептуру хліба сприяє підвищенню його формостійкості. Слід підкреслити, що за більш високих концентрацій формостійкість виробів також підвищується порівняно з контрольним зразком. Але разом з цим погіршуються органолептичні властивості – з'являється помітний кислий смак, зменшується загальний об'єм хліба. Додавання гліцерину призводить до поліпшення формостійкості виробу, якщо концентрація спирту не перевищує 0,2..0,3%; подальше додавання гліцерину знижує показник формостійкості.

Сумісне введення оцтової кислоти з гліцерином є ефективним, якщо концентрація кислоти складає 0,05%, гліцерину – 0,2 % (рис.3). При цьому зростає загальний об'єм виробу, його розпушеність покращується, пористість стає однорідною, дрібною (рис.4). Більш високі концентрації спирту сприяють розпливанню зразків.

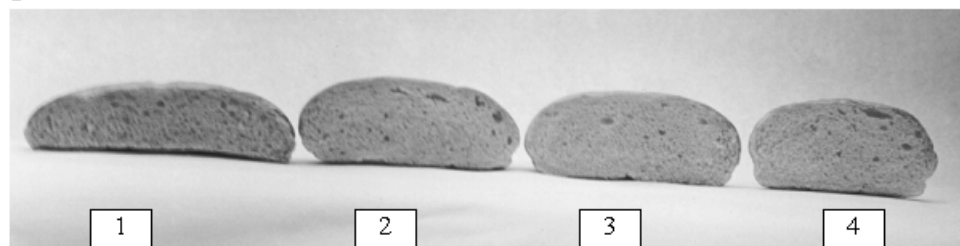


Рис. 1. Введення оцтової кислоти в рецептуру подового хліба зі слабого пшеничного борошна (1 – без кислоти, 2 - 0,05%, 3 - 0,1%, 4 - 0,2% до маси борошна)

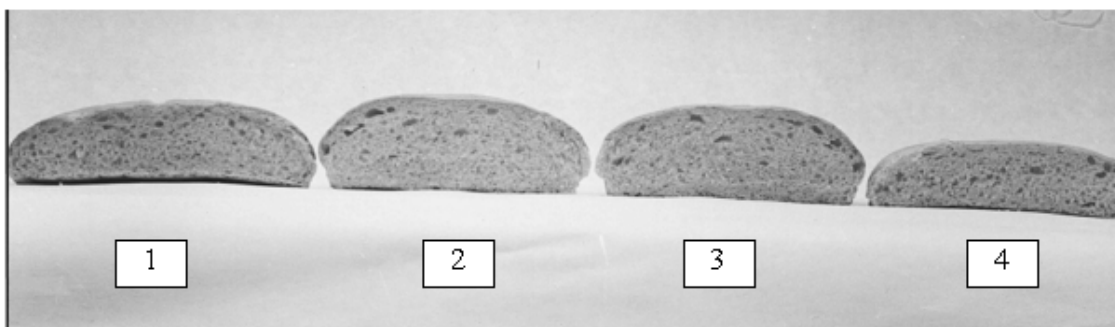


Рис. 2. Введення гліцерину в рецептуру подового хліба зі слабого пшеничного борошна (1 – без гліцерину, 2 - 0,2 %, 3 - 0,4 %, 4 - 0,6 % до маси борошна)

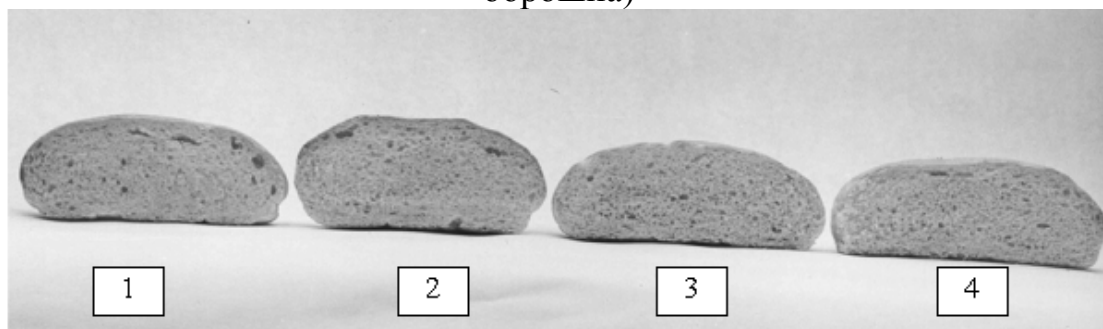


Рис. 3. Введення гліцерину в присутності 0,05 % оцтової кислоти в рецептуру подового хліба зі слабого пшеничного борошна (1 – без гліцерину, 2 - 0,2 %, 3 - 0,4 %, 4 - 0,6 % до маси борошна)

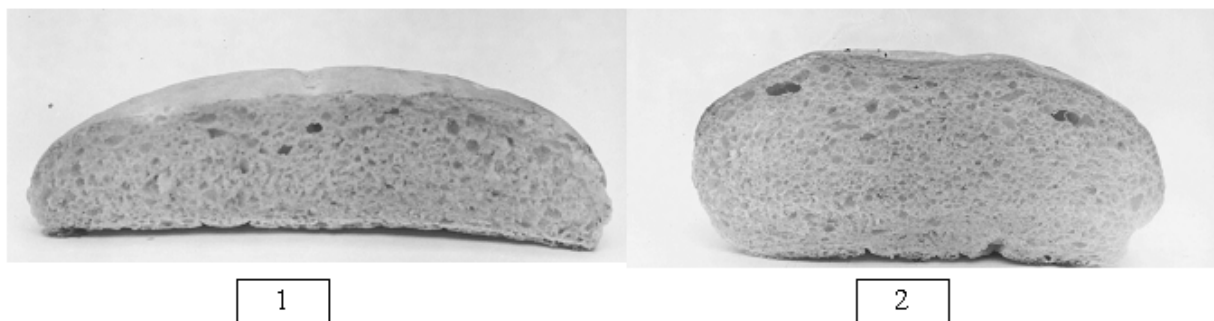


Рис. 4. Зовнішній вигляд дослідних зразків хліба (1 – без добавок (контрольний), 2 – з добавками)

Узагальнені дані, що характеризують якість випечених дослідних зразків, наведено в табл. 1.

На хлібопекарних підприємствах застосовують різноманітні способи тістоведення. Найбільш розповсюдженими способами є безопарний та опарний (рідкі опари, великі густі опари, густі опари), з подовженим замішуванням тіста. Застосування цих способів залежить від технічних характеристик обладнання, апаратурного оформлення технологічного процесу та якості сировини.

На другому етапі досліджень було вивчення можливості використання запропонованих добавок в технологіях пшеничного хліба за різними способами тістоведення.

Досліджено п'ять способів тістоприготування: безопарний, з подовженим замішуванням, на великій густій, густій опарі, рідкій опарі.

Таблиця 1. Показники якості дослідних зразків

Назва показника	Контрольний зразок (без добавок)	З добавками							
		0,05 % оцтової кислоти та гліцерину в кількості				0,05 % лимонної кислоти та гліцерину в кількості			
		0	0,2%	0,4%	0,6%	0	0,2%	0,4%	0,6%
Формо-стійкість	0,27	0,38	0,44	0,36	0,34	0,40	0,45	0,4	0,36
Пористість, %	79	79	83	80	79	75	82	79	76
Колір скоринки	Жовто-коричневий	Золотисто-коричневий		Жовто-коричневий		Золотисто-коричневий		Жовто-коричневий	
Смак	Притаманний хлібобулочним виробам, без стороннього смаку								
Запах	Притаманний хлібобулочним виробам, без стороннього запаху								

Наведені дані в табл. 2 показують, що залежно від способу приготування тіста якість виробів помітно варіює.

Таблиця 2. Показники якості хліба, приготованого за різними способами тістотворення в присутності поліпшувачів

Найменування показників	Значення показника якості за різними способами тістотворення		
	без добавок (контроль)	0,2% гліцерину та 0,05% оцтової кислоти	0,2% гліцерину та 0,05% лимонної кислоти
Безопарний			
Вологість, %	41,2	41,0	42,0
Кислотність, град	2,0	2,1	2,1
H/D	0,28	0,46	0,46
Пористість, %	69	79	78
Безопарний з подовженням замішування тіста			
Вологість, %	41,1	41,3	42,0
Кислотність, град	2,0	2,1	2,1
H/D	0,30	0,51	0,52
Пористість, %	71	84	82
На великій густій опарі			
Вологість, %	41,0	41,2	41,6
Кислотність, град	2,1	2,2	2,2
H/D	0,32	0,49	0,48
Пористість, %	73	81	80
На густій опарі			
Вологість, %	41,0	41,1	41,8
Кислотність, град	2,2	2,3	2,3
H/D	0,31	0,48	0,47
Пористість, %	70	80	79
На рідкій опарі			
Вологість, %	41,0	41,2	41,7
Кислотність, град	2,1	2,2	2,2
H/D	0,32	0,48	0,48
Пористість, %	72	80	80

З таблиці видно, що формостійкість та пористість хліба без добавок за будь-яким способом тістоприготування мають мінімальні значення. За додавання поліпшуючих добавок за безопарним способом формостійкість складає 0,46, тоді як інші способи тістоприготування здатні підвищити показник формостійкості до 0,48, особливо це помітно у зразка з подовженим замішуванням – 0,51. Пористість хліба з добавками, приготованого за безопарним способом, дорівнює 79%, за іншими способами цей показник зростає до 80...84%.

Видно, що гліцерин сумісно з лимонною кислотою діє так само, як і гліцерин з оцтовою кислотою. Формостійкість хліба (за безопарним способом) складає 0,46, за опарними способами цей показник збільшується до 0,46...0,52. Також підвищується пористість на 1,0...5,0 абсолютних відсотка відносно зразка, приготованого за безопарним способом.

Таким чином, для покращення реологічних властивостей тіста та подових хлібобулочних виробів з використанням слабкого пшеничного борошна доцільно застосовувати як поліпшувачі оцтову (або лимонну) кислоту у кількості 0,05 % (до маси борошна) сумісно з гліцерином в діапазоні концентрацій 0,2...0,3 % (до маси борошна). Крім того можна рекомендувати внесення гліцерину з органічною кислотою у дріжджові вироби для їх покращання за будь-яким способом тістоприготування.

Список літератури: 1. Беркутова Н.С., Шведова И.А. Технологические свойства пшеницы и качество продуктов ее переработки.- М.: Из-во «Колос», 1984.-220с. 2. Казанская Л.Н., Синявская Н.Д. Исследование процесса накопления кислотности в пшеничных полуфабрикатах и готовой продукции. ЦНИИТЭИПищепром .-М.:1971.-32с.

Поступила в редколлегию 22.03.2012

УДК 547.29:633.2:613.26

І.В.КУЗНЄЦОВА, канд. техн. наук, НААН, Київ

ЗНАЧЕННЯ ПОЛІНЕНАСИЧЕНИХ ЖИРНИХ КИСЛОТ СТЕВІЇ У ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Рациональне харчування один із основних чинників збереження здоров'я нації. У даному розрізі набуває особливого значення збалансованість харчових продуктів призначених для певної категорії людей. У статті розглянуто можливість використання поліненасичених жирних кислот у споживанні людям хворих на різні форми цукрового діабету або ожиріння. На сьогодні ПНЖК стевії не вивчені на достатньому рівні. Проте, у США вже здійснюються дослідження щодо використання речовин дитерпенових глікозидів та ПНЖК у спеціалізованому харчуванні військових.

Рациональное питание является одним из показателей сохранения здоровья нации. В решении данной проблемы особое значение имеет сбалансированность пищевых продуктов предназначенных для определенной категории людей. В статье рассмотрена возможность использования полиненасыщенных жирных кислот для питания людей больных на различные формы сахарного диабета или ожирение. Сегодня ПНЖК стевии практически не изучены. Однако, в США проводятся исследования по вопросу использования смеси дитерпеновых гликозидов и ПНЖК в специализированном питании военных.

Rational feed one of basic factors of maintainance of health of nation. The balanced of food products of the people intended for a certain category takes on in this cut the special significance. In the article possibility of the use poli of the unsaturated fat acids is considered in a consumption the people of patients with the different forms of saccharine diabetes or obesity. For today PUFA of stevia is not studied at sufficient level. However, in the USA researches are already carried out in relation to the use of matters of diterpenovikh glycosides and PUFA in the specialized feed of soldiery.

Харчування населення - один, із найважливіших факторів, який визначає здоров'я і збереження генофонду нації. Рациональне харчування сприяє зменшенню захворювань, продовженню життя, стійкості організму до несприятливого впливу навколишнього середовища та стресових ситуацій.

Важливим моментом у збереженні енергетичного балансу організму є надходження не тільки певної кількості основних харчових речовин, але і їх оптимальне співвідношення, наприклад, білків, жирів і вуглеводів - 1:1:4. Для людей розумової праці оптимальне співвідношення повинне бути на рівні білки : жири : вуглеводи як 12:30:58.

Із формуванням концепції рационального харчування у кожній країні визначилась певна тенденція щодо створення і виробництва харчових продуктів спеціального призначення, таких як низькокалорійних, зі зниженим вмістом кухонної солі, збагачених білками, вітамінами, мінеральними речовинами, тощо.

Харчові продукти спеціального призначення, направлені для забезпечення необхідними харчовими речовинами людей різного вікового сенсу, різного професійного навантаження, а також хворих на серцево-судинну систему, печінкові хвороби, обміну речовин, онкозахворювання, різні форми цукрового діабету, ожиріння, тощо. Кожна група людей потребує власного збалансованого харчування. Так, наприклад, для людей хворих на різні форми цукрового діабету та ожиріння харчові продукти повинні містити обмежену кількість солі та рідини, достатню кількість мікро- та макроелементів, вітаміну Е, натуральні цукрозамінники, харчові волокна (клітковину, пектинові речовини), жири із поліненасичених жирних кислот, тощо. Задовольнити зазначену потребу у біологічно цінних харчових речовинах для такої групи людей може також і стевія (*Stevia rebaudiana bertonii*), яка завдяки компенетному складу має низькокалорійну та еколого-протекторну здатність.

Надмірну вагу (ожиріння), як піддержують дослідження фахівців, має переважна кількість населення у Німеччині близько 50% населення, у США і Англії близько 46%, у Франції, Італії, Іспанії - понад 40%, Росії – близько 33%, в Японії лише 16% [4]. Даний низький показник досягнуто в Японії завдяки споживанню листків та продуктів переробки стевії як у прямому вживанні так і у харчових продуктах. Нещодавно Японія споживала близько 90% виробленої стевії у світі. Проте, сьогодні попит на цю культуру зростає в США, Китаї, Німеччині, В'єтнамі, Єгипті, тощо. Розширюються не тільки обсяги виробництва листків стевії, які за даними світових експертів повинні у 2014 р. зрости втричі, а й виробництво нових харчових продуктів на її основі.

В Україні стевія введена у культуру в 80-х роках минулого століття. У промислових обсягах вирощування стевії для переробки на концентрати здійснюється переважно в АР Крим. Створенням нових сортів та технологій її

виращування і переробки із 80-х років минулого століття займаються вчені Інституту біоенергетичних культур та цукрового буряка НААН.

На сьогодні фізико-хімічні властивості стевії як сировини для перероблення вивчали більше іноземні вчені П. Нісіяма, Д. Соєарто, С. Чанг і О. Танакі, Е. Абу-Араб, А. Абу-Араб, М. Абу-Сулім, І. Маркорік, З. Дарматі, тощо. Проте залишається ще низка невизначених питань щодо компонентного складу продуктів переробки стевії.

Метою роботи є розгляд стевії як перспективного джерела поліненасичених жирних кислот.

Стевія (*Stevia rebaudiana bertonii*) – це перспективна лікарська культура, яка найбільш відома як замінник цукру. Компонентний склад стевії представлений вмістом речовин дитепенових глікозидів (основним з яких є стевіозид), речовин флаваноїдного комплексу, 17 амінокислотами, вітамінами А, В, С, Е і К, хлорофілами А і В та необхідними макро- та мікроелементами, які сприяють нормалізації функції імунної системи, кровообігу, підтриманню артеріального тиску в необхідних межах, сприяють рубцюванню язв шлунку, усувають явища гастриту і карієсу зубів.

Важливим компонентним складом стевії є вміст поліненасичених жирних кислот (лінолева, ліноленова і арахідонова), необхідні для нормалізації жирового обміну, сприяють зниженню рівня холестерину, тобто знижують ризик розвитку атеросклерозу, інфарктів та інсультів. Поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК) необхідні для нормального функціонування печінки, нирок, нервової тканини, головного мозку. Загальний вміст ПНЖК за дослідженнями Е. Абу-Арабу становить 3,73 % в перерахунку на сухі речовини [1].

Для повноцінного харчування необхідно чітко дотримуватись співвідношенню жирних кислот [3]. Згідно рекомендацій Інституту харчування співвідношення ω -6: ω -3 у харчуванні здорової людини повинно бути на рівні 10:1, а для лікувального - 3:1 або 5:1. При збільшенні у раціоні ПНЖК класу ω -3 необхідно додатково вводити 5 мг вітаміну Е. Стевія має співвідношення ω -6: ω -3 як 3:1 і містить значну кількість вітаміну Е, який повинен прямо пропорційно надходити у організм ПНЖК для забезпечення нормальної роботи м'язів та міцність капілярів, нервових клітин та печінки. Для порівняння, співвідношення ω -6: ω -3 поширених рослинних олій становить: соняшникова – 1:0, виноградна – 1:0, розторопшева – 4:1, соєва - 4:1, кукурудзяна – 1:0, горіхова 10:1, гарбузова олії - 3:1, лляна – 1:1,2, ріпакова – 3,2:1 [2].

У США наприкінці ХХ століття було введено програми з впровадження стевії як замінника цукру і джерела ПНЖК в раціоні американської армії [4]. Незамінні жирні кислоти не синтезуються в організмі людини і сприяють нормальному функціонуванню серцево-судинної системи. Лінолева кислота в організмі людини перетворюється на ейкозопентаєнову (C20:5) і докозогексаєнову (C22:6), які є попередниками лейкотрієнів, які відіграють важливу роль в утворенні імунітету і диференціації лімоцитів. Лінолевою кислотою збагачені в основному; ліноленовою кислотою – лляна, ріпакова, горіхова та соєва олії.

Сьогодні застосування стевії та продуктів її переробки як джерела ПНЖК у харчових продуктів спеціального призначення ще не набули поширення. Поки що набувають попиту інші основні властивості даної культури у виробництві харчових продуктів спеціального призначення в Японії, Китаї, Німеччині, США в таких як кондитерські вироби (шоколад, мармелад, печиво, тощо), молочні вироби (йогурти, кефіри, морозиво, тощо), безалкогольних напоїв, у виробництві дієтичних виробів. Набуває поширення застосування її антимікробних властивостей для покращення смакових якостей та подовження терміну зберігання у виробництві компотів, варення, джемів, тощо.

Таким чином, стевія має багатий компонентний склад біологічно цінних речовин для виробництва харчових продуктів спеціального призначення. Розпочаті наукові дослідження щодо її застосування як джерела поліненасичених жирних кислот свідчать про перспективність її вивчення та можливості розширення раціону харчування.

Список літератури: 1. *A.E. Abou-Arab*, A.A. Abou-Arab, M.F. Abou-Salem. Phisico-chemical assessment of natural sweetenerns steviosides produced from *Stevia rebaudiana bertroni* plant. *A.J. of Food Science* 4(5), 2010, p. 269-281. 2. Лікувально-профілактична здатність олії розторопшевої : зб. тез 3-ої Міжнародної науково-технічної конференції «Хімія і біотехнологія жирів. Перспективи розвитку масло-жирової галузі» / І.В. Кузнецова – Харків. - 2010. – С. 14-15. 3. *Погожева А.В.* Основы рациональной диетотерапии при сердечно–сосудистых заболеваниях // Клиническая диетология. – 2004. – Т.1, №2. – С.17–29. 4. Худеем правильно [Інтернет-ресурс <http://stattja.pp.ua>]

Поступила в редколлегию 20.03.2012

УДК 65.59.91 : 664.7

О.М.САФОНОВА, докт. техн. наук, проф., зав. каф. ХНТУСГ, Харків,
А.Т.ТЕЙМУРОВА, канд. техн. наук, доц., ХНТУСГ, Харків,
К.В.ДУГІНА, асп., ХНТУСГ, Харків,
І.О.ГОЛОВКО, студ., ХНТУСГ, Харків

ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБУ ВВЕДЕННЯ КОНЦЕНТРАТИВ ТВАРИННИХ БІЛКІВ ДО СКЛАДУ БОРОШНЯНИХ СУМІШЕЙ

В статті розглянуто актуальність використання тваринних білків в продуктах переробки зерна. Досліджено оптичні властивості та стійкість розчинів концентратів тваринних білків. Обґрунтовано спосіб введення добавок в сухому вигляді.

Ключові слова: концентрати тваринних білків, оптичні властивості білкових розчинів, ефект Тіндалля.

В статье рассмотрены актуальность использования животных белков в продуктах переработки зерна. Исследованы оптические свойства и устойчивость растворов концентратов животных белков. Обоснован способ введения добавок в сухом виде.

Ключевые слова: концентраты животных белков, оптические свойства белковых растворов, эффект Тиндалля.

The relevance of animal proteins in grain processing products is considered in the paper. The optical properties and stability of functional animal proteins' solutions were studied. The method of additives use in a dry form was substantiated.

Keywords: functional animal proteins, optical properties of protein solutions, Tindal's effect.

Важливе значення в світовому виробництві займає раціональне використання зерна та продуктів його переробки за цільовим призначенням, дотримання науково обґрунтованих норм виходу і втрат зерна та продуктів його переробки при їх зберіганні, транспортуванні та реалізації.

Разом із збільшенням виробництва зерна та його раціональним використанням, особлива увага звертається на поліпшення його якості, тому виникає необхідність пошуку альтернативних сировинних джерел для покращення властивостей зернової сировини та для підвищення його технологічного потенціалу. Покращення продуктів зерно переробки може відбуватися за рахунок створення комбінованих борошняних сумішей, що дає змогу оптимально збалансувати амінокислотний склад продуктів та забезпечити максимальне зниження глікемічного індексу, що є важливим фактором для людей хворих на цукровий діабет.

Технологічна схема виробництва крупів підвищеної поживної цінності включає подрібнення зернової сировини, дозування рецептурних компонентів, замішування тіста, пресування, формування та сушіння [1]. Крупи представляють собою швидко розварювані пресовані вироби, які за формою та розмірами імітують натуральні.

Основним недоліком даного продукту є недостатньо щільна структура виробів, які при варінні характеризуються підвищеною розварюваністю і занадто високим відсотком переходу сухих речовин у варильне середовище. Вченими було запропоновано використання в якості структуроутворюючих добавок сухе молоко та яєчні продукти. Але, досвід показав, що такі добавки не дають бажаного ефекту навіть при використанні у великих кількостях. До того ж жир, що міститься у значній кількості в яєчному жовтку спричиняє скорочення термінів зберігання продуктів, так як може стати причиною прогорання.

В цілях покращення структури виробів нами було обрано в якості добавок концентрати тваринних білків, а саме товарні форми добавок Сканпро Т91 та Т95 (виробник - компанія BHI A/S, Данія), Scanflavour А та Scanflavour 95 (виробник - компанія Scanflavour, Данія), Геліос-11 (компанія Проліфік Трейд, Україна) та білок Gitpro D (Група компаній «ПТІ», Росія).

Представлені добавки виробляються з відходів м'ясопереробної промисловості, є повністю натуральними, не мають Е-коду, не містять ГМО та володіють значними зв'язуючими властивостями. Добавки широко застосовуються у виробництві ковбас та інших м'ясних продуктів. Концентрати тваринних білків виробляються з різної м'ясної сировини, а саме: Сканпро Т91, Сканпро Т95, Scanflavour А та Scanflavour 95 – колагенові білки, вироблені зі свинячої шкіри та інших колагеновмісних тканин; Геліос 11 – колагеновий білок, вироблений з яловичої шкіри; Gitpro D – білок плазми свинячої крові. Перелічені концентрати тваринних білків зв'язують вологу у кількості від 10 до 20 частин на 1 частину добавки [2,3,4].

Найбільш широкого застосування концентрати тваринних білків набули у м'ясопереробній промисловості, а саме у виробництві ковбас. Виробники добавок

пропонують вводити концентрати тваринних білків у вигляді водних розчинів, білково-жирових емульсій, а також в сухому вигляді.

Метою нашого дослідження є встановлення оптимального способу введення добавок до складу тіста для крупів підвищеної харчової цінності.

Удосконалений компонентний склад продуктів дозволяє підвищити вміст незамінних амінокислот та в цілому покращити якість зернового білку (таблиця).

Отримані результати свідчать про високу поживність нових крупів, а також дозволяють спрогнозувати підвищену увагу споживачів. Особливо це стосується тих верств населення, що мають захворювання шлунково-кишечного тракту, цукровий діабет та ожиріння.

Таблиця. Порівняльний амінокислотний скор звичайних крупів та крупів підвищеної харчової цінності.

Показники	Характеристика для різних видів виробів						
	Ідеальний білок	круп «Артек»	Вівсяна крупа	Горохова крупа	суміш «Світанок»	суміш «Цілюща»	суміш «Веселка»
Вміст білку, г/100г	-	11,0	11,0	20,5	12,2	15,1	11,0
Амінокислотний скор, %							
Валін	50	60	86	99	87	98	106
Ізолейцин	40	93	90	133	101	118	100
Лейцин	70	100	91	115	152	140	128
Лізин	55	56	69	137	65	96	66
Метіонін	35	26	36	29	57	49	66
Треонін	40	57	80	102	83	94	87
Триптофан	10	73	155	127	133	139	139
Фенілаланін	60	94	76	82	87	84	79

Табл. 1 наглядно демонструє підвищення вмісту незамінних амінокислот. Найбільше зростання останніх спостерігається в крупі «Веселка», на що впливає зростання лімітуючої амінокислоти Метіоніну більш ніж в 2 рази в порівнянні з крупою «Артек». Дещо нижчі показники якості білку характеризують крупу «Цілюща», однак цей недолік компенсується найбільшим вмістом загального білку на 100 гр. продукту.

Задача експериментального дослідження полягала у вивченні оптичних властивостей розчинів концентратів тваринних білків та встановленні часу їх розшарування.

Для приготування дослідних розчинів концентратів тваринних білків використовували концентрацію 0,5%, для цього порошки розчиняли в дистильованій воді при поступовому нагріванні до температури 80...85 °С.

Готові розчини температурою 80...85 °С переносили в прозору скляну ємкість, геометричні розміри якої становили h=23м, l=27см, s=6см, потім

розміщували в затемнене середовище, для більш наочного виду розсіяних світлом колоїдних частинок. З одної сторони скляної ємкості встановлювали джерело лазера, а з протилежної сторони фіксували діаметр встановленої області розсіяного променя. Вимірювання проводили протягом 60 хвилини.

Після вимірювання діаметру встановленої області розсіяного променя визначали $\text{tg}\alpha$ утворюемого кута за формулою (1):

$$\text{tg}\alpha = \frac{r}{l} \quad (1)$$

де r – радіус розсіяної області променя лазера;

l – відстань між початковою точкою входу лазера та виходу променя лазера.

За даними математичної обробки, було зроблено висновок, що значення відносної помилки не перевищує 2,61 %, тобто грубих помилок при проведенні досліду не було допущено.

Особливі оптичні властивості колоїдних розчинів концентратів тваринних білків обумовлені їх головними особливостями: дисперсністю і гетерогенністю. На оптичні властивості дисперсних систем в значній мірі впливають розмір і форма частинок. Проходження світла через такі розчин супроводжується явищем розсіяння світла.

Розсіювання світла в колоїдних розчинах білків виявляється у вигляді опалесценції, яке добре помітно на темному фоні. Причиною опалесценції є розсіяння світла на колоїдних частинках за рахунок дифракції. З опалесценцією пов'язано характерне для колоїдних систем явище - ефект Тіндала: при пропусканні яскравого пучка світла через колоїдний розчин з напрямів, перпендикулярному ходу світлових променів, спостерігається розсіювання світла в розчині в вигляді конуса. Конус Тіндала тим яскравіше, чим вище концентрація і більше розмір частинок. Те ж саме відбувається, коли ми помічаємо в заповищеній кімнаті світлу смугу сонячного світла з вікна.

Розсіювання світла можливе, якщо розмір колоїдної частинки менше довжини хвилі світла, що проходить, і показники заломлення дисперсної фази і дисперсійного середовища різні. Розміри колоїдних частинок менше довжин хвиль видимої частини спектру і поглинена світлова енергія знов випускається частинками в різних напрямках, що виявляється в розсіюванні світла.

Об'єктами дослідження виступали такі концентрати тваринних білків як: Геліос-11, Scanpro T 95, Scanpro T 91, GitPro D, Scanflavour A, Scanflavour 95. Кожен білок досліджували в трьох кратній повторності.

За результатами експериментального дослідження концентратів тваринних білків, встановлено, що при пропусканні джерела лазера через їх розчин, відбувається розсіювання частинок колоїдної системи, у вигляді світлового конуса, яке спостерігається на темному тлі (ефект Тіндала).

В ході експерименту, встановлено, що протягом години розчин концентратів тваринних білків розшаровується, протягом перших 10 хвилин ця закономірність спостерігається більш інтенсивно, потім розшарування майже не відбувається. Найбільш стійким розчином було виявлено розчин Scanflavour A, найменш стійким є розчин Scanpro T 91, середня стійкість у розчину Scanpro T 95. Графічне зображення результатів дослідження приведене на рис. 1...3.

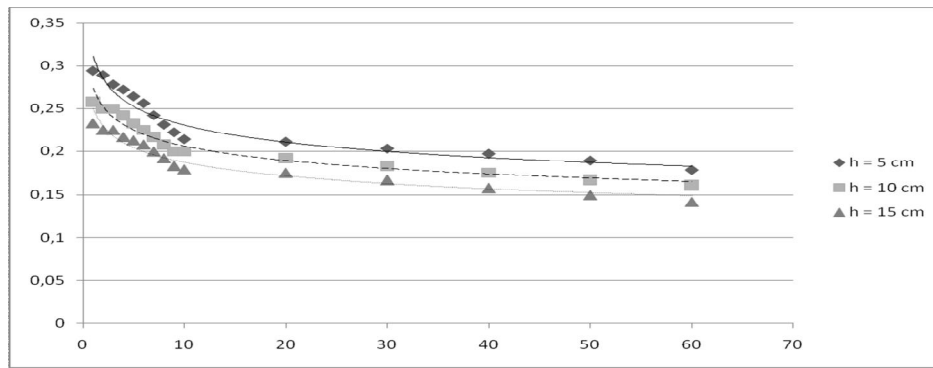


Рис. 1 Залежність tga розчину Scanflavour A від часу

За результатами експериментальних досліджень було підтверджено, що концентрати тваринних білків володіють оптичними властивостями, при пропусканні яскравого пучка світла через колоїдний розчин в напрямку, перпендикулярному ходу світлових променів, спостерігалось розсіювання світла в розчині в вигляді конуса, тобто спостерігався ефект Тіндаля.

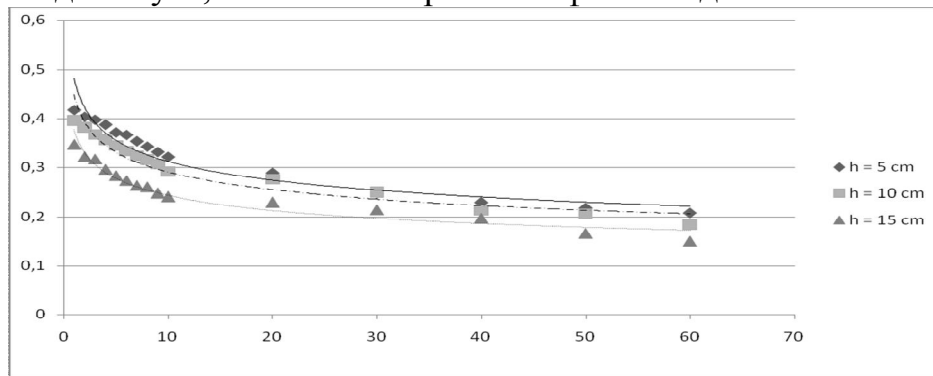


Рис. 2. Залежність tga розчину Scanpro T 91 від часу

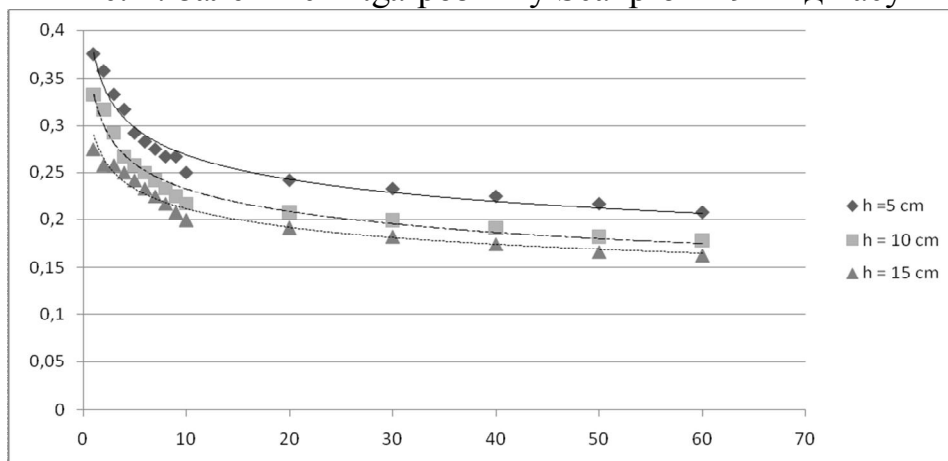


Рис. 3. Залежність tga розчину Scanpro T 95 від часу

За експериментальними даними можна зробити висновок, що при введенні концентратів тваринних білків, для покращення технологічних властивостей продуктів переробки зерна і при виробництві харчових продуктів, їх потрібно використовувати в сухому вигляді, так як при проведенні дослідів, встановлено, що розчин не стійкий, і частинки відносно швидко осідають на дно. Застосовуванні їх у вигляді сухого порошку дозволяє покращити зовнішній вигляд готової продукції; поліпшити реологічні властивості харчових продуктів,

їх консистенцію, одночасно виконуючи роль стабілізаторів та драгле утворювачів.

Висновки

Таким чином, проаналізувавши доцільність комбінування борошняної сировини різних зернових культур, слід зробити висновок про необхідність виробництва крупів підвищеної харчової цінності. Дані крупы дозволяють забезпечити населення продуктами високої поживної цінності, що за якістю білку наближаються до продуктів тваринного походження та перевищують ідеальний білок за вмістом незамінних амінокислот. Використання концентратів тваринних білків дозволяє отримати продукти з необхідною консистенцією та високими споживчими властивостями без використання продуктів хімічного походження та харчовими добавками.

В ході дослідження встановлено доцільність використання концентратів тваринних білків в сухому вигляді в якості компоненту борошняної суміші, так як внесення добавок в вигляді розчину не є ефективним через його високу нестабільність. Дослідження показали, всі розчини білків володіють приблизно однаковими оптичними характеристиками і повністю розшаровуються за 10 хвилин. Отримані дані дозволяють стверджувати, що внесення добавок у вигляді розчинів спричинить нерівномірне перемішування тіста для крупів підвищеної харчової цінності та неефективний технологічний процес.

Список літератури: 1. Зберігання та переробка сільськогосподарської продукції / О.В. Богомолів, Н.В. Верешко, О.М. Сафонова та ін. Під ред. О.І. Шаповаленка, О.М. Сафонові. – Харків: Еспада, 2008. – 544с. 2. Концентраты соединительнотканного белка. Спецификация. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: < vremya.spb.ru/cgi-bin/download.pl/Сканпро%2004.doc?id=152 > 3. Преимущества использования «Гелиос-11». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: < http://www.tomig.com.ua/products/gelios_11 >. 4. Животный белок для м'ясних продуктів Scanflavour. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: < <http://www.scanflavour.dk/?lang=ru> >.

Поступила в редколлегию 04.04.2012

УДК 641.546.22

В.М. МИХАЙЛОВ, докт. техн. наук, проф., ХДУХТ, Харків

І.В. БАБКІНА, канд. техн. наук, доцент, ХДУХТ, Харків

А.О. ШЕВЧЕНКО, асистент, ХДУХТ, Харків

ВИЗНАЧЕННЯ ЕЛЕКТРОПРОВІДНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СІЧЕНОЇ М'ЯСНОЇ МАСИ

Стаття містить результати експериментальних досліджень по визначенню електропровідних властивостей кулінарної продукції на основі січених м'ясних мас в залежності від компонентного складу, кратності подрібнення та прикладеного тиску. Наведено розрахункові результати електропровідності натуральної січеної м'ясної маси від лінійних розмірів напівфабрикатів.

Статья содержит результаты экспериментальных исследований по определению электропроводных свойств кулинарной продукции на основе рубленых мясных масс в зависимости от компонентного состава, кратности измельчения и приложенного давления.

Приведены расчетные результаты электропроводности натуральной рубленой мясной массы от линейных размеров полуфабрикатов.

The article contains the results of experimental researches on determination of electro-conductivity properties of culinary products on the basis of the chopped meat masses depending on component composition, multiplicity of growing and attached pressure shallow. Brought the calculation results over of electro-conductivity of the natural chopped meat mass from the linear sizes of ready-to-cook foods.

Процеси жарення, основними з яких є смаження, запікання та випікання, полягають у тепловому впливі на напівфабрикат протягом часу, необхідному для прогріву внутрішніх шарів до температури 85...90 °С та формування специфічної скоринки на поверхні. Практичний досвід здійснення таких процесів свідчить про значну тривалість термообробки, пов'язану з нерівномірністю температурного поля; суттєві витрати матеріальних та енергетичних ресурсів за рахунок низьких виходу продукції та ККД процесу.

Можливим шляхом зменшення впливу вищевказаних недоліків на техніко-економічні показники жарення є застосування комбінованих процесів та апаратів, які створюють шляхом комбінування двох або кількох способів обігріву. Одним з варіантів такої комбінації є застосування електроконтактного нагрівання (ЕКН) поряд з традиційним нагріванням. Цей метод має низку переваг, що полягають у рівномірності температурного поля за об'ємом кулінарного виробу, простоті реалізації, швидкості прогрівання та ін. Проте, для визначення раціональних режимів комбінованої обробки із застосуванням ЕКН необхідним елементом є наявність відомостей про електропровідні властивості сировини, що підлягає обробці. Саме цей параметр є одним з визначальних при регулюванні швидкості нагрівання електроконтактним методом.

Авторами роботи здійснено комплекс теоретичних і експериментальних досліджень з визначення раціональних режимів комбінованого жарення для широкого асортименту кулінарної продукції, що вимагало дослідження електропровідних властивостей напівфабрикатів в залежності від різних визначальних чинників.

Основною метою досліджень, наведених в межах даної статті, є визначення електропровідних властивостей січених м'ясних мас у залежності від компонентного складу, тиску, кратності подрібнення сировини та лінійних розмірів напівфабрикату.

Кулінарні вироби виготовляють відповідно до складених рецептур, отже вони мають різний компонентний склад, а в разі використання однакових компонентів, їх співвідношення зазвичай різняться. Це зумовлює відмінність електропровідних властивостей. З метою встановлення впливу компонентного складу на питому електропровідність продукції було проведено дослідження ЕКН зразків січених кулінарних виробів за співвідношенням компонентів згідно рецептур, наведених у [1]:

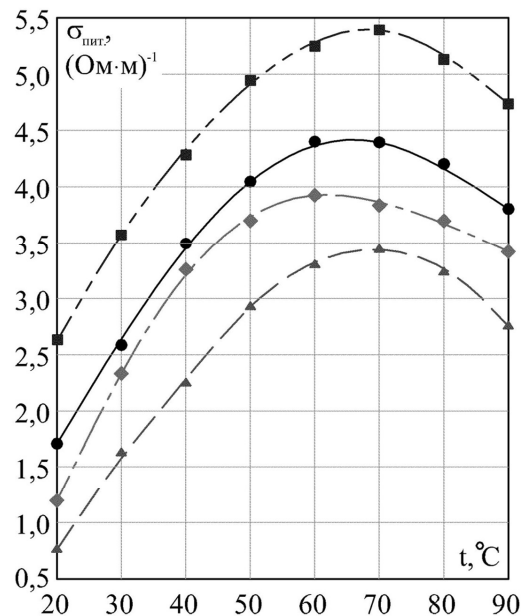
- натуральних: баранина – 77,6 %; жир – 11,6 %; вода – 9,6 %; сіль – 1,2 %;
- особливих: яловичина – 45,1 %; хліб – 12,3 %; свинина – 17,6 %; вода – 15,9 %; сухарі – 7,9; сіль – 1,2 %;

- московських: яловичина – 50 %; хліб – 14,0 %; жир – 8,9 %; вода – 20,8 %; цибуля – 1,2 %; сухарі – 4%; перець – 0,1; сіль – 1,2 %;

- домашніх: яловичина – 36 %; цибуля – 2 %; свинина – 24,3 %; хліб – 13 %; жир – 2,0 %; вода – 20 %; перець – 0,1 %; сухарі – 4 %; яйця – 1 %; сіль – 1,2 %.

Дослідження здійснювали під час ЕКН змінним електричним струмом прямокутної форми з амплітудною напругою 40 В та частотою 50 Гц. Визначали динаміку питомої електропровідності залежно від температури в інтервалі нагрівання 20...90 °С (рис. 1).

Аналіз отриманих кривих свідчить про однакову тенденцію зростання питомої електропровідності в межах температури від 20 до 60...70 °С, після чого спостерігається зменшення питомої електропровідності. Такий характер зміни електропровідності можна пояснити пожатавленням руху іонів при зростанні температури. З подальшим зростанням температури відбувається денатурація білкової складової, між діелектриками та розсолон у фарші здійснюється обмінна дифузія.



вид зразків січеної м'ясної маси: —▲— - натуральні;
—■■— - особливі; —◆— - московські; —●— - домашні

Рис. 1 – Зміна питомої електропровідності зразків з січених м'ясних мас в інтервалі температур 20...90 °С

Це призводить до перерозподілу солі та води і, вочевидь, до зменшення електропровідності в температурному діапазоні 60...90 °С.

У таблиці наведено середні значення питомої електропровідності досліджуваних зразків. Серед них найменше значення електропровідності мають зразки з фаршу натурального – 2,5 (Ом·м)⁻¹, для інших зразків середня питома електропровідність має дещо більші значення і коливається в межах 3,2...4,5 (Ом·м)⁻¹.

Таблиця – Середня питома електропровідність зразків січених виробів під час ЕКН

Вид зразка фаршів	Середня питома електропровідність, $\sigma_{с. \text{ пит.}}$, (Ом·м) ⁻¹
особливих	4,5
домашніх	3,6
московських	3,2
натуральних	2,5

Таким чином, електропровідність різних за складом зразків кулінарної продукції може значно відрізнятися, що, вочевидь, залежить від складових компонентів та їх кількості. В підтвердження цьому було проведено дослідження впливу додавання до зразків, виготовлених на основі січеної яловичини, різної кількості таких компонентів, як жир, вода та водний розчин NaCl. Отримані залежності зміни середньої питомої електропровідності наведено на рис. 2.

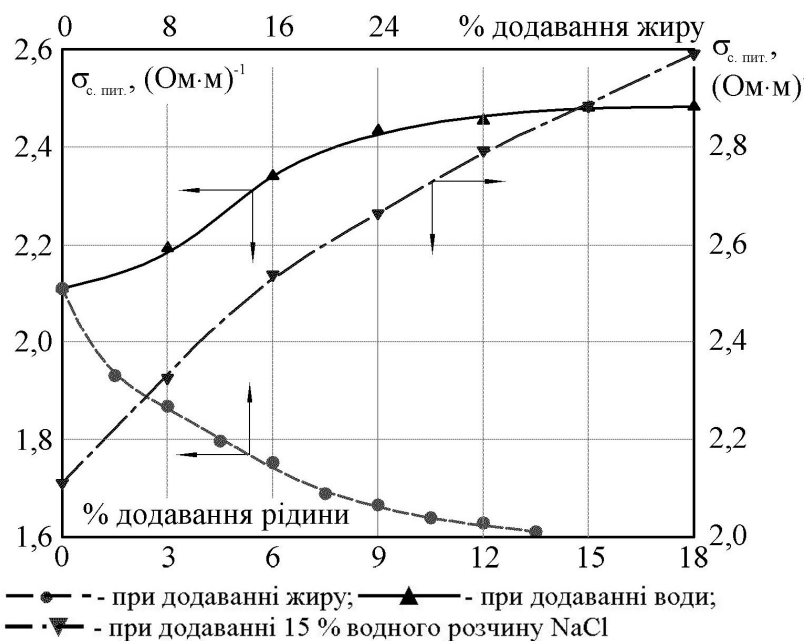


Рис. 2 – Зміна середньої питомої електропровідності зразків січеної яловичини при ЕКН змінним струмом прямокутної форми частотою 50 Гц та напругою 40 В

Встановлено зменшення електропровідності при додаванні жиру. Із графіка видно, що навіть додавання 4 % жиру зменшує електропровідність на 9 %. Подальше збільшення кількості жиру до 10...15 % знижує електропровідність приблизно на 7...19 %, а додавання жиру в кількості 25...35 % – на 23...25 %.

Додавання води в подрібнений фарш дещо підвищує його середню питому електропровідність, що спостерігається при збільшенні кількості води в межах 3...12 %. При цьому середня питома електропровідність збільшується на 0,07...0,35 (Ом·м)⁻¹, тобто максимум на 17 %. Таке відносно несуттєве підвищення електропровідності, вочевидь, пояснюється тим, що кількість іонів у воді порівняно з соленою водою міститься у незначній кількості. За цих умов зростання електропровідності відбувається лише за рахунок зміцнення електропровідних шляхів, що забезпечує рідина. Надалі при збільшенні кількості води у фарші до 18 % зростання електропровідності відбувається не суттєво, так як зразок перенасичується вологою, в якій вільно рухається майже однакова кількість іонів солей.

Подібна тенденція зростання середньої питомої електропровідності спостерігається при додаванні до фаршу водного розчину кухарської солі. Однак, в цьому випадку зростання електропровідності є більш інтенсивним та рівномірним. Відзначається, що додавання 15 % водного розчину NaCl у кількості 3 % по відношенню до маси фаршу збільшує його середню питому електропровідність з 2,11 (Ом·м)⁻¹ до 2,33 (Ом·м)⁻¹, тобто на 10 %, а додавання у кількості 18 % – майже до 3 (Ом·м)⁻¹, тобто на 42 %, що пояснюється збільшенням кількості іонів.

Отже, експериментальними дослідженнями доведено, що електропровідність фаршів залежить від температури та компонентного складу напівфабрикатів.

Відзначено, що при підвищенні температури до 60...70 °С електропровідність зростає, а при подальшому нагріванні до 90 °С знижується. Додавання жиру призводить до зменшення середньої питомої електропровідності, а води та водного розчину NaCl – до її збільшення, причому для останнього випадку більш суттєвого.

Технологічною практикою кулінарного виробництва на різних стадіях передбачається обробка сировини різноманітними методами механічного впливу. Під механічним впливом змінюються структурно-механічні, теплопровідні та інші властивості сировини.

Одним з таких методів є подрібнення сировини на м'ясорубці з метою отримання фаршу, причому для підвищення ніжності виробу приготування окремих видів продукції передбачається дворазове пропускання сировини через м'ясорубку. Другим поширеним методом механічного впливу на продукт є обробка за умов надлишкового тиску, що створюється з метою інтенсифікації теплообміну.

Основною задачею даного дослідження було виявлення залежності середньої питомої електропровідності сировини від кратності пропускання через м'ясорубку (при незмінному значенні діаметра отворів решітки), а також від зміни тиску, за якого здійснюється теплова обробка (рис. 3).

В ході експериментальних досліджень як контроль використовували фарш, отриманий при одноразовому пропусканні через м'ясорубку, при цьому його середня питома електропровідність складала 2,5 (Ом·м)⁻¹. При дворазовому пропусканні через м'ясорубку середня питома електропровідність збільшилась на 10 % і склала 2,76 (Ом·м)⁻¹, а при триразовому – збільшилась на 11 % і склала близько 2,8 (Ом·м)⁻¹. Подальше чотириразове – шестиразове пропускання практично не вплинуло на зміну середньої питомої електропровідності і сприяло її збільшенню лише приблизно на 1...2 %.

Вочевидь такі результати пояснюються тим, що додаткове

пропускання через м'ясорубку дозволяє в більшій мірі зруйнувати структуру сировини і отримати фарш з більш рівномірним розподілом часток за розміром, що й призводить до підвищення їх електропровідних властивостей. Подальше додаткове пропускання фаршу через м'ясорубку з тим самим діаметром отворів решітки вже несуттєво впливає на зміну структури фаршу і, відповідно, його електропровідних властивостей.

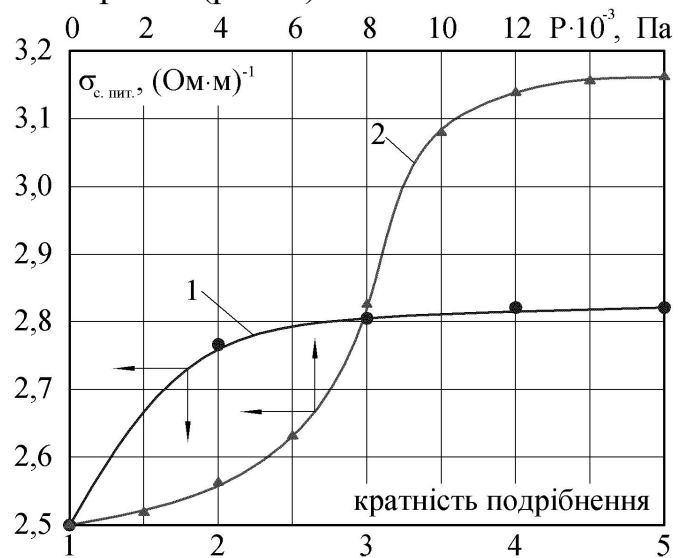


Рисунок 3 – Залежності середньої питомої електропровідності зразків з натуральної січеної м'ясної маси від факторів механічного впливу:

1 – від кратності подрібнення; 2 – від прикладеного тиску

При незначних значеннях надлишкового тиску помітного збільшення середньої питомої електропровідності не відбувається. Помітні зміни починають спостерігатися лише при надлишковому тиску $(6...10) \cdot 10^3$ Па. Збільшення тиску до 10^4 Па призводить до підвищення електропровідності на 23 % і складає $3,08 (\text{Ом} \cdot \text{м})^{-1}$. Очевидно це пояснюється спресовуванням фаршевої маси і зменшенням внаслідок цього кількості пустот усередині напівфабрикату. При подальшому збільшенні тиску від 10^4 Па до $1,4 \cdot 10^4$ Па зміна електропровідності відбувається лише до $3,16 (\text{Ом} \cdot \text{м})^{-1}$, тобто на 2...3 %.

Отже, на підставі отриманих результатів можна зробити висновок про те, що дво- і триразове пропускання фаршу через м'ясорубку призводить до збільшення середньої питомої електропровідності, що пояснюється більшим ступенем руйнування структури сировини і отриманням фаршу з більш рівномірним розподілом часток за розміром. Помітні зміни електропровідності спостерігаються при надлишковому тиску в межах 6...10 кПа, що пояснюється спресовуванням фаршевої маси і зменшенням внаслідок цього кількості пустот усередині напівфабрикату.

Швидкість процесу ЕКН зразків значною мірою визначається їх геометричними параметрами, зокрема формою та лінійними розмірами, співвідношення яких впливає на дійну електропровідність. Лінійний розмір представляє собою відношення площі контакту продукт-електрод до міжелектродної відстані.

У практичній діяльності застосування ЕКН важливим завданням є встановлення раціональних співвідношень лінійних розмірів напівфабрикату при заданій масі. Маса зразка є лише побічним чинником впливу на електропровідність, оскільки при конкретному значенні маси можуть змінюватися геометричні параметри зразка і, відповідно, площа контакту з електродом і міжелектродна відстань.

Розрахункові результати зміни дійсної електропровідності натуральної січеної м'ясної маси в залежності від площі контакту продукт-електрод та міжелектродної відстані при ЕКН змінним електричним струмом прямокутної форми з частотою 50 Гц та напругою 40 В наведено на рис. 4.

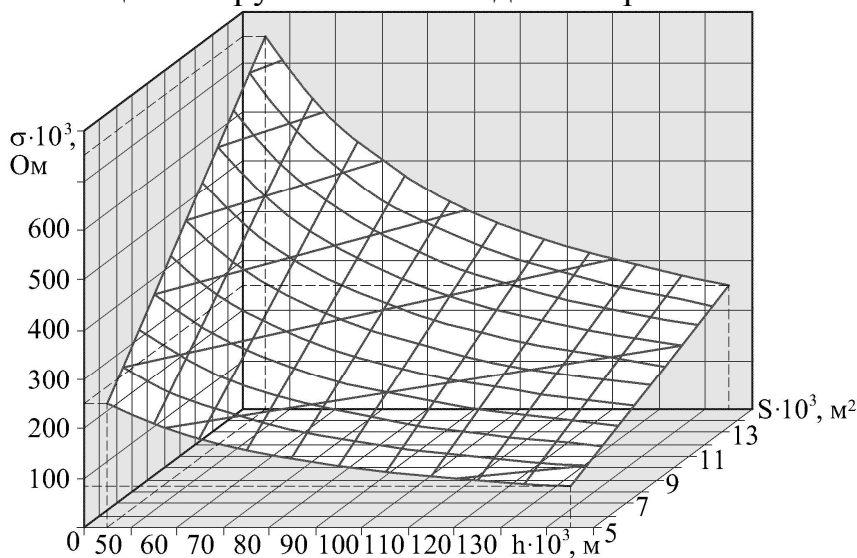


Рисунок 4 – Залежність дійсної електропровідності σ січеної м'ясної маси від міжелектродної відстані h та площі контакту продукт-електрод S

При цьому змінювали міжелектродну відстань у межах 0,05...0,15 м та площу контакту продукт-електрод – $(5...15) \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$.

З отриманої діаграми видно, що дійсна електропровідність підвищується при збільшенні площі контакту та зменшенні міжелектродної відстані.

Практичне використання отриманої діаграми полягало у визначенні дійсної електропровідності напівфабрикатів з натуральної січеної м'ясної маси під час запікання у комбінованому пристрої теплової обробки ПТО-0,1 [2]. Так, згідно діаграми, для напівфабрикату масою 0,450 кг за міжелектродної відстані 0,06 м при площі контакту $7,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$ дійсна електропровідність складає $313 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}^{-1}$.

Отримані дані можуть бути використані під час вибору раціональних значень міжелектродної відстані та площі контакту продукт-електрод з метою регулювання швидкості нагрівання й, відповідно, тривалості ЕКН.

Таким чином, доведено, що середня питома електропровідність січеної м'ясної маси залежить від температури та компонентного складу напівфабрикатів. Також вона змінюється під впливом факторів механічного впливу, зокрема кратності пропускання фаршу через м'ясорубку та створеного тиску під час теплової обробки. Визначено, що дво- і триразове пропускання фаршу через м'ясорубку призводить до збільшення середньої питомої електропровідності. Помітні зміни середньої питомої електропровідності спостерігаються при надлишковому тиску у межах 6...10 кПа. Розрахунковим шляхом визначено дійсну електропровідність натуральної січеної м'ясної маси в залежності від міжелектродної відстані та площі контакту продукт-електрод. Отримані у вигляді діаграми дані можуть бути використані з метою регулювання швидкості нагрівання й, відповідно, тривалості ЕКН, під час вибору раціональних значень міжелектродної відстані та площі контакту продукт-електрод за умов запікання напівфабрикатів з натуральної січеної м'ясної маси в комбінованому пристрої теплової обробки ПТО-0,1.

Список літератури: 1. Сборник рецептов блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания. – К.: А.С.К., 1998. – 657 с. 2. Пат. 37175 Україна, МПК А 23 L 1/025, А 47J 37/00. Багатофункційний пристрій теплової обробки харчових продуктів / Михайлов В.М., Бабкіна І.В, Дьяков О.Г., Шевченко А.О. – 200804522; заявл. 09.04.08; опубл. 25.11.08, Бюл. № 22.

Поступила в редколлегию 20.03.2012

УДК 005. 8: 658.051.012

Т.В.КЛИМОВА, канд.техн.наук, доц.,НМетАУ, Днепропетровск

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ПРЕДПРОЕКТНОЙ ОЦЕНКЕ ПРЕДПРИЯТИЯ

Математичні методи прискорюють проведення аналізу, сприяють повнішому обліку впливу чинників на результати діяльності, підвищенню точності обчислень, підвищенню можливості ухвалення чіткіших рішень. У статті приведений алгоритм здобуття математичної моделі передпроектної оцінки підприємства в неявному вигляді, що дозволяє оцінити набір тих основних параметрів, при яких можна оцінити стан підприємства в будь-який фіксований момент часу t .

Ключові слова: Математичне моделювання, передпроектна оцінка, алгоритм набуття моделі.

Математические методы ускоряют проведение анализа, способствуют более полному учету влияния факторов на результаты деятельности, повышению точности вычислений, повышению возможности принятия более четких решений. В статье приведен алгоритм получения математической модели предпроектной оценки предприятия в неявном виде, позволяющая оценить набор тех основных параметров, при которых можно оценить состояние предприятия в любой фиксированный момент времени t .

Ключевые слова: Математическое моделирование, предпроектная оценка, алгоритм получения модели

Mathematical methods accelerate the leadthrough of analysis, instrumental in more complete account of influence of factors on the results of activity, to the increase of exactness of calculations, increase of possibility of acceptance of more clear decisions. In the article the algorithm of receipt of mathematical model of pre-project estimation of enterprise is resulted in a non-obvious kind, allowing to estimate the set of those basic parameters at which it is possible to estimate the state of enterprise in any fixed moment of time of t .

Keywords: Mathematical design, pre-project estimation, algorithm of receipt of model

1. Введение

Использование математических методов в сфере управления - важнейшее направление совершенствования систем управления. Математические методы ускоряют проведение анализа, способствуют более полному учету влияния факторов на результаты деятельности, повышению точности вычислений, повышению возможности принятия более четких решений с учетом возможных рисков. Учитывая возможность многовекторность подобных исследований, применение математических методов требует:

- системного подхода к исследованию заданного объекта, учета взаимосвязей и отношений с другими объектами (предприятиями, фирмами);
- разработки математических моделей, отражающих количественные показатели системной деятельности работников организации, процессов, происходящих в сложных системах, какими являются предприятия;
- совершенствования системы информационного обеспечения управления предприятием с использованием компьютерной техники.

Решение подобных задач математическими методами возможно, если они сформулированы математически, т.е. реальные экономические взаимосвязи и зависимости выражены с применением математического анализа.

Решение экономических задач с помощью метода математического моделирования позволяет осуществлять эффективное управление как отдельными производственными процессами на уровне прогнозирования и планирования экономических ситуаций и принятия на основе этого управленческих решений, так и всей экономикой в целом [1]. Следовательно, математическое моделирование как метод тесно соприкасается с теорией принятия решений в проектном менеджменте. Одна из важных особенностей математических моделей - потенциальная возможность их использования для решения разноплановых, многовекторных проблем.

2. Математический анализ модели

Немаловажен математический анализ модели. Целью этого этапа является выяснение общих свойств модели. Здесь применяются чисто математические приемы исследования. Наиболее важный момент - доказательство существования решений в сформулированной модели (теорема существования). При аналитическом исследовании модели выясняются такие вопросы, как, например, единственно ли решение, какие переменные (неизвестные) могут входить в решение, каковы будут соотношения между ними, в каких пределах и в зависимости от каких исходных условий они изменяются, каковы тенденции их изменения и т.д. Аналитическое исследование модели по сравнению с эмпирическим имеет то преимущество, что получаемые выводы сохраняют свою силу при различных конкретных значениях внешних и внутренних параметров модели [2].

Исследование, проводимое численными методами, может существенно дополнить результаты аналитического исследования, а для многих моделей оно является единственно осуществимым. Класс экономических задач, которые можно решать численными методами, значительно шире, чем класс задач, доступных аналитическому исследованию.

Моделирование—единственный к настоящему времени систематизированный способ увидеть варианты будущего и определить потенциальные последствия альтернативных решений, что позволяет их объективно сравнивать. Модели проектного менеджмента в наибольшей мере приспособлены к этим целям и как мощное аналитическое средство позволяют преодолевать множество проблем, связанных с принятием решений в сложных ситуациях.

Так, например, рассматривая будущий проект, необходимо предусмотреть сразу несколько многовекторных условий. Исходя из экономической необходимости, обычно используют параметры, которые учитываются при предпроектной оценке.

1. Параметры проекта X^π .

В рыночной экономике принято характеризовать результаты проекта следующими показателями:

а) чистый приведенный эффект проекта ($NPV_\pi, \pi \in \Pi$):

$$NPV_{\pi} = -IC_{\pi} + \sum_{t=1}^T \frac{S_{\pi}(t) - R_{\pi}(t)}{(1 + d_t)^t},$$

где $S_{\pi}(t), R_{\pi}(t)$ – поступления и расходования денежных средств по проекту π соответственно в течении прогнозного периода $t = 1 \dots T^{\pi}$; d_t – ставка дисконтирования в момент времени t ; IC_{π} – вкладываемые в проект инвестиции [3];

б) индекс доходности (PI_{π}, p ОР):

$$PI_{\pi} = \left[\sum_{t=1}^T \frac{S_{\pi}(t) - R_{\pi}(t)}{(1 + d_t)^t} \right] : IC_{\pi};$$

в) срок окупаемости (PP_{π}, p ОР):

$$PP_{\pi} = \min T, \text{ при котором } \sum_{t=1}^T \frac{S_{\pi}(t) - R_{\pi}(t)}{(1 + d_t)^t} > IC_{\pi};$$

г) норма доходности (IRR_p, p ОР) определяется из выражения:

$$-IC_{\pi} + \sum_{t=1}^T \frac{S_{\pi}(t) - R_{\pi}(t)}{(1 + IRR_{\pi})^t} = 0$$

д) средний прирост доходов ($GR_{\pi}, \pi \in \Pi$):

$$GR_{\pi} = \sqrt[T]{\frac{S_{\pi}(t) - R_{\pi}(t)}{IC_{\pi}}} - 1 = (1 + d_t) \sqrt[T]{\frac{NPV_{\pi}}{IC_{\pi}}} + 1 - 1. \quad [3]$$

Кроме этого, надо ввести ряд параметров, определяющих потребность проекта в различного рода ресурсах Res^{π} :

е) параметры материалоёмкости проекта. Обозначим через $M_{j\pi}(t)$ потребность в материальных ресурсах вида j для выполнения проекта π в период t в натуральном (объёмном) выражении. Множество $\{M_{j\pi}(t), j = 1 \dots N^M, t = 1 \dots T^{\pi}\}$ представляет собой модель материалоёмкости проекта, где N^M – количество видов материальных ресурсов;

ж) параметры фондоёмкости. Потребность в технологическом оборудовании и других основных фондах определим следующим образом. Обозначим через $F_{i\pi}(t)$ потребность в оборудовании вида i для выполнения проекта π в период t в фондо-часах. Множество $\{F_{i\pi}(t), i = 1 \dots N^F, t = 1 \dots T^{\pi}\}$ представляет собой модель фондоёмкости проекта, где N^F – количество видов оборудования;

з) параметры трудоёмкости. Обозначим через $K_{m\pi}(t)$ потребность в сотрудниках специальности m для выполнения проекта π в период t в человеко-часах. Множество $\{K_{m\pi}(t), m = 1 \dots N^K, t = 1 \dots T^{\pi}\}$ представляет собой модель трудоёмкости проекта, где N^K – количество персонала требуемой квалификации.

2. Параметры предприятия P .

Эта группа параметров определяет технологические возможности предприятия:

а) технологическое оборудование и другие основные фонды. Обозначим через $F_i^{Ip}(t)$ фонд времени работы оборудования вида i в период t в фондо-часах. Множество $\{F_i^{Ip}(t), i=1...N^F, t=1...T\}$ представляет собой модель основных фондов предприятия.

б) кадровый состав предприятия. Обозначим через $K_m^{Ip}(t)$ фонд времени работы сотрудников специальности m в период t в человеко-часах. Множество $\{K_m^{Ip}(t), m=1...N^K, t=1...T\}$ представляет собой модель кадрового состава предприятия.

3. Деятельность заказчика.

Обозначим через $S_\pi(t)$ величину поступлений денежных средств от заказчика по проекту π в период t .

4. Внешняя среда, внутренняя среда предприятия и риски

Влияние на проект внешней среды, как отмечалось ранее, проявляется, прежде всего в том, что при реализации проекта всегда присутствует некоторая степень неопределённости, следствием чего является то, что на любой проект оказывает влияние множество факторов риска Φ' и Φ'' , т.е. любому проекту присущ риск. Существует множество методов анализа рисков [4], позволяющих оценить вероятность возникновения неблагоприятного события r при выполнении проекта π (обозначим её $p_{r\pi}$) и связанную с ним ожидаемую величину убытков $S_\pi^{yb}(r)$. Модель рисков проекта можно определить как множество пар $\{(p_{r\pi}, S_\pi^{yb}(r))\}$. Аналогичным образом можно определить и внутренние риски проекта.

5. Параметры стратегии Str .

а) основным параметром стратегии целесообразно определить резервный фонд предприятия, который, как правило, создается для ликвидации последствий неблагоприятных событий. Обозначим его величину через S^{pez} . Величина резервного фонда будет являться основным критерием определения базовой стратегии предприятия;

б) время реализации стратегии T , которое будет определять предполагаемый период, за время которого будет внедряться проект.

Теперь, когда основные параметры предприятия описаны, можно переходить к математическому моделированию тех ситуаций, которые могут возникать при внедрении проекта. Выбор методов и моделей также осуществляется исходя из временных и структурных показателей стратегической деятельности предприятия и того или иного проекта, выбранного к внедрению.

Для описания проекта параметры деятельности предприятия необходимо рассмотреть во времени, т.е. от множества $\{P_l\}$ необходимо перейти к множеству зависимостей $\{P_l(t)\}$. Лишь в некоторых редких случаях возможно представить данную зависимость в форме аналитической функции. В основном можно использовать табличную форму представления функции, задавая явные значения изменяющихся параметров для некоторых заранее определённых периодов

времени. Для этого, используя методы прогнозирования или заранее разработанный план, необходимо рассчитать значения параметров на фиксированные сроки $t_1, t_2, \dots, t_T$. Тогда модель множества параметров будет иметь вид матрицы:

$$\{P_i(t)\} = \begin{vmatrix} P_1(t_1) & P_2(t_1) & \dots & P_n(t_1) \\ P_1(t_2) & P_2(t_2) & \dots & P_n(t_2) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_1(T) & P_2(T) & \dots & P_n(T) \end{vmatrix}$$

Однако такую таблицу в явном виде можно составить лишь для небольшого количества параметров на ограниченный период времени. При этом изменения в плане отследить крайне сложно.

Выводы

Таким образом, в результате всего вышесказанного, можно утверждать, что нами получена математическая модель предпроектной оценки предприятия заданная в неявном виде, но позволяющая оценить набор тех основных параметров, при которых можно оценить состояние предприятия в любой фиксированный момент времени t .

Список литературы: 1. Монахов А.В. Математические методы анализа экономики. СПб.: Издательство «Питер», серия «Краткий курс», 2002 г. 2. Пинегина М.В. Математические методы и модели в экономике. М.: Издательство «Экзамен», 2002 г. 3. Бирман Г., Шмидт С. Экономический анализ инвестиционных проектов/ Пер с англ. Под ред. Л.П. Белых. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997. – 631 с. 4. Балабанов И.Т. Риск – менеджмент. – М.: “Финансы и статистика”, 1996. – 192 с.

Поступила в редколлегию 02.04.2012

УДК 65.012.25

А.С. ВАНЮШКИН, канд.техн. наук, доц., Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского

АПРОБАЦИЯ НА НАЦИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ АЛГОРИТМА ОТБОРА ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ В ПОРТФЕЛЬ

У статті проведено апробацію на національному рівні України авторського алгоритму відбору інвестиційних проектів у їх портфель, уточнено специфічні моменти методики на різних етапах відбору, в т.ч. состав відповідних показників.

Ключові слова: інвестиційний проект, портфель, відбір, ефективність, зв'язок.

В статье проведена апробация на национальном уровне Украины авторского алгоритма отбора инвестиционных проектов в их портфель, уточнены специфические моменты методики на разных этапах отбора, в т.ч. состав соответствующих показателей.

Ключевые слова: инвестиционный проект, портфель, отбор, эффективность, связь.

There, in the article, the approbation of the author's algorithm of choosing of investment projects into their portfolio is conducted, also the specific moments of the method in various steps of choose are clarified, as well as the structure of corresponding parameters.

Keywords: investment project, portfolio, choose, effectiveness, interconnection.

Актуальность

Сегодня все большую значимость в Украине приобретает деятельность по разработке и реализации национальных проектов. В Украине для этого было сформировано Государственное агентство по инвестициям и управлению национальными проектами. Однако его деятельность по разработке и реализации национальных проектов пока нельзя признать успешной. Этому способствуют, как субъективные, так и объективные причины. Основной объективной причиной является отсутствие четкой и внятной методологии отбора национальных проектов в их портфель. Поэтому тема данного исследования является крайне актуальной.

Анализ публикаций по теме исследования

Тематика формирования портфеля инвестиционных проектов традиционно рассматривается с позиций, как управления проектами, так и проектного анализа. Первое относится к российской монографии «Модели и методы управления портфелями проектов» авторов А.А. Матвеев, Д.А. Новиков, А.В. Цветков [1]. В этом труде рассматриваются проблемы, как планирования и распределения ресурсов между проектами, так и формирования портфеля проектов на основании показателей их оценки. При этом в нем присутствуют показатели финансовой эффективности инвестиционных проектов. В то же время показатели экономической эффективности там отсутствуют. В трудах по проектному анализу, например, украинского автора Т.А. Воркут, рассмотрены показатели как финансовой, так и экономической эффективности [2]. Однако, во-первых, там не указано как разрешить противоречие между финансовой и экономической эффективностью, а, во-вторых, изложенный материал касается одиночных проектов, что явно недостаточно для формирования портфеля проектов.

В двухтомном труде «Управление инвестициями» под редакцией В.В. Шеремета, В.М. Павлюченко, В.Д. Шапиро среди прочего рассмотрены подходы к ранжированию инвестиционных проектов в ситуации, когда они оцениваются сразу по нескольким критериям отбора [3]. Там указаны методы ранжирования по Парето и по Борда. Эти методы вполне можно взять на вооружение для использования в рамках данного исследования.

Нерешенная часть проблемы

Сегодняшняя практика рассмотрения национальных инвестиционных проектов имеет фрагментарный, с точки зрения методологии, характер. Так, основное внимание уделяется показателям финансовой эффективности инвестиционных проектов. При этом забывают, что для страны или ее отдельного региона приоритет имеет экономическая эффективность. Практика деятельности по отбору инвестиционных проектов показывает, что зачастую финансово эффективные проекты имеют сомнительную с точки зрения общества полезность, т.е. экономическую эффективность. В то же время в Украине есть значительный потенциал для разработки и реализации экономически эффективных инвестиционных проектов. Однако такие проекты могут оказаться низко эффективными с финансовой точки зрения. Именно решение указанного противоречия между финансовой и экономической эффективностью инвестиционных проектов должно лечь в основу формирования их портфеля.

Помимо этого, мало уделяется внимания факту наличия различных видов взаимосвязи между инвестиционными проектами. А наличие такой взаимосвязи может существенно скорректировать перечень отобранных инвестиционных проектов. Поэтому связь между инвестиционными проектами также очень желательно учитывать при формировании их портфеля в стране и в регионе.

Основная часть исследования

Разработка необходимого алгоритма отбора инвестиционных проектов в их портфель уже была проведена нами ранее и соответствующие результаты были нами опубликованы в [4]. Здесь мы приводим основные выполненные нами расчеты по конкретным инвестиционным проектам на национальном уровне в Украине и результаты формирования портфеля проектов на основе этих расчетов по нашему алгоритму. Поэтому в названии статьи присутствует слово апробация. Нами были проработаны обоснования 14 национальных проектов. Ввиду значительного требуемого объема, массив исходных данных мы здесь не приводим. Это касается, в т.ч., и денежных потоков по проектам.

Ниже, в табл.1, приведены результаты выполненных нами расчетов основных показателей финансовой эффективности инвестиционных проектов: чистой текущей стоимости NPV, внутренней нормы рентабельности IRR, срока окупаемости PBP, индекса прибыльности PI.

На основании результатов, приведенных в табл.1, можно сделать следующие выводы. Несмотря на то, что все 14 национальных проектов имеют $NPV > 0$, они являются мало привлекательными с финансовой точки зрения. Так, обращает на себя внимание очень малая разница между k и IRR. У двух проектов («Модернизация судостроительного завода «Океан»», «Техническое перевооружение авиационного завода «Авиант»») она менее 1%: при $k = 15\%$, $IRR = 15,7\%$. Таким образом, любое незначительное изменение внешней среды по этим проектам автоматически переводит их в разряд убыточных.

Таблица 1. Результаты расчета основных показателей финансовой эффективности по региональным инвестиционным проектам

Модернизация инфраструктуры морского порта «Южный» (Одесса).			
NPV = 74,4 млн. у.е.	IRR = 16,3%.	PBP = 10,77 лет.	PI = 0,07.
Модернизация нефтеперерабатывающего завода (НПЗ) в г. Лисичанск.			
NPV = 88,96 млн. у.е.	IRR = 20,25%.	PBP = 6,07 лет.	PI = 0,18.
Модернизация судостроительного завод «Океан» (г. Николаев).			
NPV = 14,3 млн. у.е.	IRR = 15,7%.	PBP = 11,23 лет.	PI = 0,03.
Модернизация инфраструктуры аэропорта Симферополь.			
NPV = 22,1 млн. у.е.	IRR = 16%.	PBP = 11,63 лет.	PI = 0,07.
Техническое перевооружение авиационного завода «Авиант» (г. Киев).			
NPV = 11,9 млн. у.е.	IRR = 15,85%.	PBP = 11,02 лет.	PI = 0,04.
Техническое перевооружение тепловозостроительного завода «Луганск тепловоз».			
NPV = 81,42 млн. у.е.	IRR = 23%.	PBP = 5,41 лет.	PI = 0,27.
Модернизация турбиностроительного завода «Турбоатом» (г. Харьков).			
NPV = 78,1 млн. у.е.	IRR = 23,6%.	PBP = 5,32 лет.	PI = 0,33.

Продолжение таблицы 1

Модернизация химического завода удобрений «Азот» в г. Северодонецк.			
NPV = 59,0 млн. у.е.	IRR = 20,8%.	PBP = 5,92 лет.	PI = 0,2.
Модернизация Новокраматорского машиностроительного завода НКМЗ.			
NPV = 22,1 млн. у.е.	IRR = 17,4%.	PBP = 8,4 лет.	PI = 0,1.
Модернизация Краматорского завода тяжелого станкостроения КЗТС.			
NPV = 13,37 млн. у.е.	IRR = 16,6%.	PBP = 8,86 лет.	PI = 0,06.
Модернизация металлургического завода в г. Енакиево.			
NPV = 19,2 млн. у.е.	IRR = 17,3%.	PBP = 7,02 лет.	PI = 0,08.
Модернизация автомобилестроительного завода «Авто КраАЗ».			
NPV = 32,4 млн. у.е.	IRR = 20,8%.	PBP = 5,96 лет.	PI = 0,22.
Техническое перевооружение приборостроительного завода в г. Изюм.			
NPV = 15,62 млн. у.е.	IRR = 17,7%.	PBP = 8,2 лет.	PI = 0,1.
Модернизация завода по производству комбайнов в г. Херсон.			
NPV = 7,7 млн. у.е.	IRR = 17,3%.	PBP = 7,02 лет.	PI = 0,08.

Кроме того, ставка дисконтирования $k = 15\%$ по большинству проектов табл. 1 заведомо ниже текущей ставки кредитования украинскими коммерческими банками, которая начинается от 20% .

Индекс прибыльности PI по всем 14 проектам имеет низкое значение и колеблется от 0,03 до 0,33. Срок окупаемости рассматриваемых проектов PBP находится в диапазоне 6 – 12 лет, что больше приемлемого для украинских коммерческих банков срока кредитования – 5 лет.

Теперь перейдем к рассмотрению взаимосвязи между проектами. В отличие от портфеля региональных проектов, в данном случае ярко выражена технологическая связь между проектами. Так, проект «Модернизация металлургического завода» связан поставками металлопроката сразу с восемью проектами сферы машиностроения, проект «Модернизация Краматорского завода тяжелого станкостроения КЗТС» связан поставками тяжелых станков с четырьмя проектами тяжелого машиностроения, и, кроме того, приобретением металлопроката с металлургическим проектом. Кроме того, проект «Модернизация Новокраматорского машиностроительного завода НКМЗ» имеет двустороннюю технологическую связь с проектом «Модернизация металлургического завода», выраженную поставками металлопроката и модернизацией машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ). Стоит также отметить, что проект «Модернизация судостроительного завода «Океан»» имеет критическую технологическую зависимость (80% себестоимости) от двух упомянутых проектов в виде поставок корабельной стали и судовых двигателей.

Как уже отмечалось выше, больше половины рассматриваемых проектов (восемь из 14) принадлежит к сфере машиностроения. Одна из особенностей этой сферы в Украине заключается в случайном характере сбыта машиностроительной продукции и критической зависимости от наличия заключенных контрактов на ее поставку. Это относится к таким проектам как «Модернизация судостроительного завода «Океан»», «Техническое перевооружение авиационного завода «Авиант»», «Модернизация турбиностроительного завода

«Турбоатом»», «Модернизация Новокраматорского машиностроительного завода НКМЗ», «Модернизация Краматорского завода тяжелого станкостроения КЗТС», «Техническое перевооружение тепловозостроительного завода «Луганск тепловоз»». Поэтому для этих проектов невозможно подсчитать корреляцию объемов продаж в силу отсутствия необходимых исходных данных. Также «плавает» статистика объемов продаж и по проекту «Модернизация завода по производству комбайнов в г.Херсон». При этом стоит отметить, что в этом проекте на сбыт продукции очень сильное влияние оказывает позиция Министерства аграрной политики и продовольствия Украины в части предоставления субсидий сельхоз производителям, призванным покрыть разницу между б/у и новой техникой.

К сказанному выше можно добавить то, что почти все рассмотренные проекты сферы машиностроения принадлежат к разным его сегментам, с разными рынками сбыта продукции. За исключением проектов «Модернизация Новокраматорского машиностроительного завода НКМЗ», «Модернизация Краматорского завода тяжелого станкостроения КЗТС». Однако при изучении основных идей этих проектов, становится видно, что они также практически не пересекаются по видам продукции и услуг в их рамках. Так, второй из упомянутых проектов должен специализироваться на выпуске универсальных обрабатывающих центров, а первый – на широкой гамме специализированной продукции: выпуске судовых дизелей, тяжелых козловых и порталных кранов, традиционных для этого завода гидравлических прессов, а также модернизации / поставке машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) для нужд металлургических заводов. Так что можно уверенно утверждать об отсутствии корреляции объемов продаж, т.е. отрицательной связи между рассмотренными машиностроительными проектами.

Что касается оставшихся шести проектов из табл.1, то они никак не связаны между собой. При этом только один из этих проектов – «Модернизация инфраструктуры морского порта «Южный»», связан с машиностроительным проектом «Модернизация Новокраматорского машиностроительного завода».

Для обеспечения возможности ранжирования инвестиционных проектов по рискам, нами проведен расчет коэффициентов чувствительности NPV к изменению объемов производства, эксплуатационных расходов, цены продукции для 14 проектов. Усредненные по этим факторам коэффициенты чувствительности для 24 проектов приведены ниже, в табл.2.

Таблица 2. Усредненные коэффициенты чувствительности по проектам

Наименование проекта	К-т
Модернизация инфраструктуры морского порта «Южный» (Одесса).	64,6
Модернизация инфраструктуры аэропорта Симферополь.	47,5
Модернизация судостроительного завода «Океан» (г.Николаев).	66,9
Техническое перевооружение авиационного завода «Авиант» (г.Киев).	63,3
Модернизация турбиностроительного завода «Турбоатом» (г.Харьков).	19,0
Техническое перевооружение завода «Луганск тепловоз».	9,6
Модернизация Новокраматорского машиностроительного завода НКМЗ.	28,5

Продолжение таблицы 2

Модернизация Краматорского завода тяжелого станкостроения КЗТС.	37,5
Модернизация автомобилестроительного завода «Авто КрАЗ».	15,0
Техническое перевооружение приборостроительного завода в г.Изюм.	26,5
Модернизация завода по производству комбайнов в г.Херсон.	28,0
Модернизация металлургического завода в г. Енакиево.	93,3
Модернизация нефтеперерабатывающего завода (НПЗ) в г. Лисичанск.	212,7
Модернизация химического завода удобрений «Азот» в г. Северодонецк.	25,4

Из сопоставления табл.1 и табл.2 видно, что максимальным значениям коэффициентов чувствительности соответствуют минимальные значения NPV по базисному варианту проекта. Так, согласно табл.2, максимальные коэффициенты чувствительности NPV наблюдаются у следующих проектов: «Модернизация нефтеперерабатывающего завода (НПЗ)» (212,7) и «Модернизация металлургического завода» (93,3). В то же время рентабельность производства в этих проектах минимальная: 2% и 10%.

Далее, для расчета экономической важности инвестиционных проектов объединим в один общий показатель долю в экспорте продукции по отрасли в Украине, долю в импорте по отрасли в Украине, долю импорто замещения. Сложим долю в экспорте по отрасли $Уд. \text{ э.}$ с долей в импорто замещении $Уд. \text{ из.}$ и вычтем долю импорта по отрасли $Уд. \text{ и.}$ Сведение воедино в таком виде трех упомянутых показателей показано ниже, в табл.3.

Из табл.3 видно, что все представленные в ней проекты являются экономически важными. Наименее экономически важными оказались проекты в области химии и металлургии – по 15 баллов.

Таблица 3. Результаты расчета экономической важности проектов по ВЭД, %

Наименование проекта	Уд. э.	Уд. и.	Уд. из	Важн.
Модернизация судостроительного завода «Океан».	95	5	0	90
Техническое перевооружение авиационного завода «Авиант».	90	10	50	130
Модернизация турбиностроительного завода «Турбоатом».	85	5	0	80
Техническое перевооружение завода «Луганск тепловоз».	80	50	0	30
Модернизация Краматорского завода тяжелого станкостр-я.	50	0	50	100
Модернизация Новокраматорского машиностроит. завода.	50	0	80	130
Модернизация автомобилестроительн. завода «Авто КрАЗ».	60	30	0	30
Техническое перевооружение приборостроительного завода.	20	20	50	50
Модернизация завода по производству комбайнов.	0	10	50	40
Модернизация металлургического завода.	30	15	0	15
Модернизация нефтеперерабатывающего завода (НПЗ).	39,6	19,8	25,3	45
Модернизация химического завода удобрений «Азот».	30	15	0	15

Стоит отметить, что не у всех 14 проектов присутствуют такие показатели как доля в экспорте продукции по отрасли в Украине, доля в импорте по отрасли в Украине, доля в импорто замещении. Это касается, прежде всего, инфраструктурных проектов, априори экономически важных для страны. Для таких проектов будем учитывать долю модернизируемой в их рамках инфраструктуры в общей потребности по модернизации инфраструктуры в стране. Расчет этой доли для национальных инфраструктурных проектов приведен ниже, в табл.4.

Таблица 4.Расчет доли проектов в потребности модернизации инфраструктуры региона

Модернизация инфраструктуры морского порта «Южный» (Одесса).		
Грузооборот / год	Грузооборот портов Украины	Доля проекта в потребности страны
18 – 48 млн. т	120 млн. т. /год	15% – 40%.
Модернизация инфраструктуры аэропорта Симферополь.		
Авиа пассажир /год	Авиа пассажиров в Украине	Доля проекта в потребности страны
0,75 – 2,7 млн. чел.	9 млн. чел. /год	8,3% – 30%.

Из табл.4 видно, что здесь присутствуют два значения экономической значимости проектов: в начале их реализации и в конце. Это связано с запланированным ростом грузо / пассажирооборота в течение функционирования этих проектов. Априори будем считать, что конечная цель обоих проектов должна быть достигнута, и поэтому в дальнейших расчетах будем учитывать последнее, наибольшее значение.

Определение рейтингов проектов по правилу Борда было проведено нами поэтапно, ввиду разного количества составляющих показателей по финансовой эффективности (четыре), экономической важности (один) и рискам (два). В таблице 5 приведены итоговые результаты расчета суммы рейтингов проектов по этим составляющим.

Таблица 5.Объединение промежуточных рейтингов проектов в один итоговый

Наименование проекта	Фин. эфф-ть	Эк. важн.	Риск	Сумма
Модернизация инфр-ры морского порта.	6	3	3	12
Модернизация инфр-ры аэропорта.	3	2	4	9
Модернизация судостроительного завода.	1	7	1	9
Тех. перевооружение авиационного завода.	2	9	3	14
Модернизация турбиностроительного завода.	12	6	8	26

Продолжение таблицы 5

Тех. перевооружение завода Луганск тепловоз.	11	2	10	23
Модернизация НКМЗ.	8	9	6	23
Модернизация КЗТС.	4	8	5	17
Модернизация завода «Авто КраЗ».	9	2	9	20
Тех. перевооружение приборостроит. завода.	8	5	7	20
Модернизация завода по пр-ву комбайнов.	5	3	6	14
Модернизация металлургического завода.	7	1	2	10
Модернизация НПЗ.	10	4	1	15
Модернизация химического завода «Азот».	10	1	8	19

Согласно табл.5, минимальное число баллов (10 и менее) набрали проекты: «Модернизация судостроительного завода «Океан»», «Модернизация инфраструктуры аэропорта» и «Модернизация металлургического завода».

Теперь, для удобства и наглядности, выстроим оставшиеся проекты в порядке убывания суммарного балла по табл.5. Для возможности формирования из них вариантов регионального портфеля, рядом укажем стоимость этих проектов. Это показано в табл.6.

Таблица 6. Выстраивание проектов в порядке убывания суммарного ранга по табл.5

Наименование проекта	Суммарный ранг	Стоимость проекта
<i>Модернизация турбиностроительного завода.</i>	26	240
<i>Тех. перевооружение завода Луганск тепловоз.</i>	23	300
<i>Модернизация НКМЗ.</i>	23	220
Модернизация завода «Авто КраЗ».	20	150
Тех. перевооружение приборостроит. завода.	20	150
Модернизация химического завода «Азот».	19	300
<i>Модернизация КЗТС.</i>	17	220
Модернизация НПЗ.	15	500
<i>Тех. перевооружение авиационного завода.</i>	14	300
Модернизация завода по пр-ву комбайнов.	14	100
<i>Модернизация инфр-ры морского порта. (1 год).</i>	12	250
<i>Модернизация металлургического завода.</i>	10	250
Модернизация инфр-ры аэропорта. (1 год).	9	150
<i>Модернизация судостроительн. завода. (1 год).</i>	9	220

В табл.6 нами выделены курсивом проекты, составляющие главный портфель. При этом первые три проекта взяты по рейтингу, а остальные являются взаимосвязанными с проектом «Модернизация Новокраматорского машиностроительного завода НКМЗ», третьим по рейтингу.

Выводы

Проведенные расчеты по формированию портфеля инвестиционных проектов на национальном уровне позволили, с одной стороны, подтвердить правильность разработанного нами ранее алгоритма (см. [4]), а с другой – выявили новые детали. К ним относятся:

- уточнение показателей отбора проектов и способа их сведения воедино,
- расчет рейтингов проектов по правилу Борда в четыре этапа: по финансовой эффективности, экономической важности, рискам, и общего рейтинга.

Список литературы: 1.Матвеев А.А. Модели и методы управления портфелями проектов. / А.А. Матвеев, Д.А. Новиков, А.В. Цветков. –М.: ПМСОФТ, 2005. –206 с. 2.Воркут Т.А. Проектный анализ. / Т.А. Воркут. –К., 2000. –440с. 3.Управление инвестициями. / В.В. Шеремет, В.М. Павлюченко, В.Д. Шапиро. –М.: ВШ, 1998. –512с. 4.Ванюшкин А.С. Портфельный подход к формированию проектной экономики. / А.С. Ванюшкин. // Вестник ОНМУ. –2009. –№28. – с.127–140.

Поступила в редколлегию 01.04.2012

УДК 332.3

В.Д. ШИПУЛИН, проф., ХНАГХ, Харьков,
М.Н. ИЛЯШЕВИЧ, бакал., ХНАГХ, Харьков,
М.С. ЕВСЮКОВ, бакал., ХНАГХ, Харьков

АНАЛИЗ ДАННЫХ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЗЕМЕЛЬНОГО КАДАСТРА НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС

Дана стаття присвячена можливостям удосконалення ведення земельно-кадастрових робіт шляхом впровадження геоінформаційних автоматизованих системи ведення земельного кадастру.

Ключові слова: Геоінформаційна система (ГІС), державний земельний кадастр, база геоданих, центроїд.

Данная статья посвящена возможностям усовершенствования ведения земельно-кадастровых работ путем внедрения геоинформационных автоматизированных систем ведения земельного кадастра.

Ключевые слова: Геоинформационные системы (ГИС), государственный земельный кадастр, база геоданных, центроид.

The article is devoted to opportunities to improve management of land cadastre works through the introduction of automated geoinformation systems of cadastre.

Keywords: Geographic Information Systems (GIS), State Land Cadastre, geodatabase, centroid.

Введение

В настоящее время значительно возрастает роль государственного земельного кадастра, поскольку он является информационной базой для

эффективного управления земельными ресурсами, ведения земельной статистики, землеустройства, регуляции земельных отношений [1]. Поэтому необходимым условием эффективного управления городом является создание современной геоинформационной системы (ГИС), которая позволяет решать многие задачи, связанные с учетом и управлением земельными ресурсами. В качестве примера приведем типовые задачи, решаемые с помощью ГИС [2]:

- автоматизированный учет изменения динамики структуры земельных ресурсов города;
- учет изменений прав владельцев земли и ограничений этих прав; учет параметров, которые влияют на оценку земли;
- автоматизированный расчет стоимости земельных участков (базовый) с формированием и выдачей соответствующих документов об оценке участка;
- прогнозирование возможных изменений в структуре и стоимости земельных ресурсов, планирования поступлений налогов, сравнительный анализ в пределах города;
- поддержка законодательной и нормативной базы и другие задачи планирования и управления земельными ресурсами [2]

Земельный кадастр является многоцелевой регистрационно-информационной системой сбора, обработки, систематизации, сохранения, обобщения, предоставления сведений и документов, о правовом режиме, состоянии земельных участков с размещенными на них объектами недвижимости, а также о юридических и физических лицах, их правах собственности, правах пользования землей и договоров, на аренду земли [1, 2].

Земельный кадастр жилой и общественной застройки должен дать характеристику земель, которая должна включать характеристику о владельцах земли, землепользователях, составе угодий, их качественным состоянием на начало проведения работ. Земельный кадастр должен обеспечить своевременное внесение всех изменений в соответствующие документы.

В статье рассматривается один из подходов, позволяющий оценивать точность размещения земельных участков по данным карты города и данным документов, выданных на эти участки.

Постановка и математическое описание задачи

Информация о земельных участках хранится в базе геоданных ГИС. Размещение участков однозначно определяется их центроидами.

Под центроидом понимают точку, находящуюся в точном географическом центре области или полигона [3]. В ГИС центроид выполняет функцию точечного объекта, к которому можно отнести данные полигона.

Координаты центроида в векторном случае вычисляются в ГИС автоматически по формулам Гаусса [3]:

$$x_c = \frac{1}{6S} \sum_{i=1}^{n-1} (x_{i+1}y_i - x_iy_{i+1}) * (x_i + x_{i+1}), \quad (1)$$

$$y_c = \frac{1}{6S} \sum_{i=1}^{n-1} (x_{i+1}y_i - x_iy_{i+1}) * (y_i + y_{i+1}). \quad (2)$$

При выделении земельных участков на карте для каждого участка ГИС вычисляет его центроид. В базу геоданных также заносится информация о

земельных участках, полученная на основании документов на эти участки. Расстояние между центроидами пар участков и дирекционный угол (угол между прямой, проходящей через центроиды, и направлением на север) можно использовать для оценки точности размещения данных в базе геоданных земельного кадастра. Большие расстояния между центроидами соответствующих пар участков свидетельствуют о несоответствии расположения земельных участков на карте и по данным документов на участки. Следовательно, требуется внесение изменений в базу геоданных.

Расстояние (d_i) между центроидами и дирекционный угол (a_i) вычисляются по формулам обратной геодезической задачи [3]:

- расстояние:

$$d_i = \sqrt{(x_{in4} - x_{in4_tr})^2 + (y_{in4} - y_{in4_tr})^2}; \quad (3)$$

- румб - угол (r_i) между меридианом и данным направлением, отсчитываемый от меридиана в обе стороны:

$$r_i = \arctg \left| \frac{y_{in4} - y_{in4_tr}}{x_{in4} - x_{in4_tr}} \right|. \quad (4)$$

Дирекционный угол (a) вычисляется в зависимости от четверти по формулам, приведенным в табл.1.

Таблица 1. Правила вычисления дирекционного угла в зависимости от четверти

Четверти:	Первая четверть	Вторая четверть	Третья четверть	Четвертая четверть
знак приращения	+X, +Y	-X, +Y	-X, -Y	+X, -Y
дирекционный угол	$a = r$	$a = 180 - r$	$a = 180 + r$	$a = 360 - r$

Для оценки ошибок размещения объектов в слоях базы геоданных используются математическое ожидание m (5), дисперсия D (6) и среднеквадратическое отклонение σ (7):

$$m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i, \quad (5)$$

$$D = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (d_i - m_i)^2, \quad (6)$$

$$\sigma = \sqrt{D}. \quad (7)$$

Необходимо рассчитать расстояния между центроидами соответствующих пар земельных участков и оценить точность их размещения с использованием математического ожидания, дисперсии и среднеквадратического отклонения ошибок.

Методика проведения исследований

Исходные данные:

- карта г. Мерефа 1:5000;
- файлы данных in4 за 2003 - 2006 г.г.

Для проведения исследований разработаны структуры данных и проект ГИС для создания земельного кадастра г. Мерефы. Проект разработан в среде программного продукта ArcGis 9.3 фирмы ESRI [3].

На рис.1 показаны фрагмент карты г. Мерефы с выделенными на ней земельными участками и часть земельных участков, построенных на основании документов на эти участки.

Основной составной частью проекта является база геоданных, предназначенная для хранения следующих слоев и атрибутивных данных:

- in4 – слой точечного объекта, построенный по центроидам слоя BlockParsel (слой земельных участков, выделенных на карте г. Мерефа);
- in4_tr – слой точечного объекта, построенный по центроидам слоя Dilyanka_in4_tr (слой земельных участков г. Мерефа, построенных на основании документов на эти участки);
- Building_2et – слой 2-х этажные дома;
- Road – слой улицы;
- Dilyanka_in4_tr – слой объединенные участки, по данным файлов in4;
- Building – 1 этажные дома;
- BlockParsel – слой участки;
- BlockCdstrZone – слой кадастровые зоны;
- BlockCdstrQuarter – слой кадастровые кварталы;
- Building_in4 – слой постройки, по данным файлов in4;
- Dilyanka_in4 – слой участки, по данным файлов in4;
- Boundary – слой границы г. Мерефа;
- 98.tif – 113.tif – слои растровых объектов (исходная карта г. Мерефы).

Для оценки точности размещения участков разработана программа на языке Visual Basic for Application (VBA)) для ArcGIS Desktop с использованием библиотеки объектов ArcObjects. Программа включена в состав проекта и запускается нажатием кнопки «Расчет погрешностей», панели главного меню окна (рис. 1).

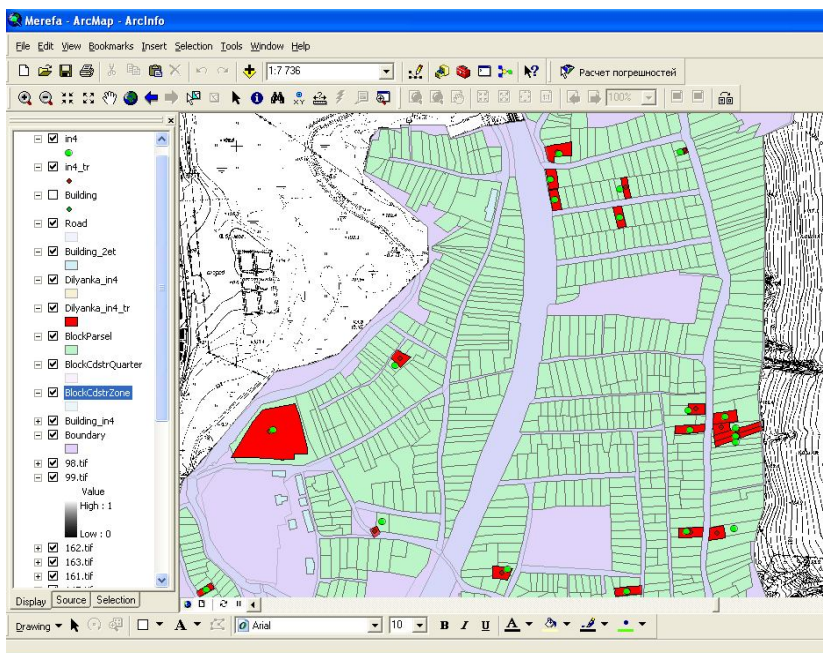


Рис. 1. Основные слои проекта земельного кадастра г. Мерефы

При вычислении расстояний между центроидами пар участков используется атрибутивная информация об их координатах, которая хранится в таблицах базы геоданных.

При запуске программы вычисляются все расстояния и ошибки. Окно программы на этапе ее выполнения приведено на рис.2.

Анализ полученных результатов показывает, что в двух разных слоях одни и те же земельные участки

размещены по-разному. В данном случае ошибки незначительны. Однако требуется детальный анализ ошибок по каждой паре участков и при значительных ошибках требуется внесение изменений в земельный кадастр.

Выводы

1. Наличие достоверных данных о текущем состоянии земельных ресурсов, эффективных механизмов их обработки и четкого взаимодействия разных подразделений и служб городского хозяйства, необходимы для полноценного развития города. Важным условием эффективного управления городом является создание современной геоинформационной системы, которая позволяет решать многие вопросы, связанные с учетом и управлением земельными ресурсами.

2. Предложенный подход к оценке точности информации по земельным участкам позволяет выявить ошибки и своевременно их устранить. Для более глубокого анализа информации требуется расширить задачи, решаемые программой. Программа должна автоматически определять участки, размещенные с ошибками, и устранять обнаруженные ошибки.

3. Для уточнения карт целесообразно использовать космические снимки высокого разрешения. С помощью ГИС по космическим снимкам можно оперативно вносить изменения в карты и земельный кадастр.

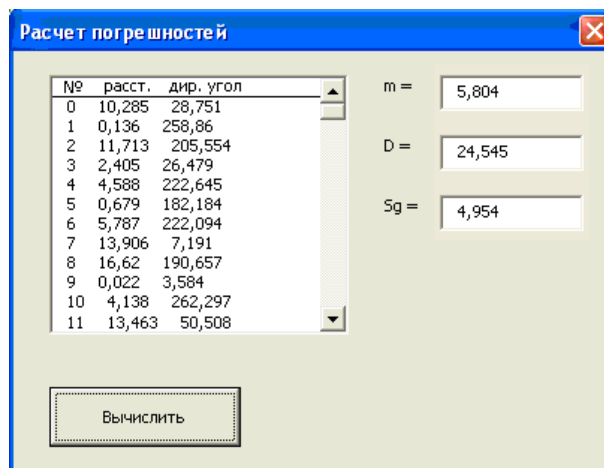


Рис. 2. Окно программы на этапе выполнения

Список литературы: 1. Земельний кодекс України : о ф ц . т е к с т : з а с т а н о м н а 20 с ч н я 2007 р. – К. : Вид. Дім “Ін Юре”, 2007. – 896 с. 2. Геоінформаційна система (ГІС) – як шлях до цивілізованих земельних відносин [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.1zemelna.com.ua>. 3. Шипулін В. Д. Основні принципи геоінформаційних систем: навч. Посібник / Харьк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМХ, 2010. – 313 с.

Поступила в редколлегию 02.04.2012

УДК 66.045

В. М. АТАМАНЮК, докт.техн.наук, проф., зав.каф., НУ “Львівська політехніка”, Львів

І. Р. БАРНА, асп., НУ “Львівська політехніка”, Львів

І. Я.МАТКІВСЬКА, асп., НУ “Львівська політехніка”, Львів

ТЕПЛОМАСООБМІН ПІД ЧАС ФІЛЬТРАЦІЙНОГО СУШІННЯ СИРЦЕВИХ ГРАНУЛ ШЛАКОВОГО ГРАВІЮ

В роботі наведені теоретичні і експериментальні дослідження тепломасообміну фільтраційного сушіння сирцевих гранул шлакового гравію. Запропоновано розрахункові залежності для визначення коефіцієнтів тепло- та масовіддачі від теплового агенту до сирцевих гранул шлакового гравію.

Ключові слова: сирцеві гранули, дисперсний матеріал, стаціонарний шар, фільтраційне сушіння, тепломасообмін, коефіцієнт тепловіддачі, коефіцієнт масовіддачі.

В работе приведены теоретические и экспериментальные исследования тепломассообмена фильтрационной сушки сырцовых гранул шлакового гравия. Предложены расчетные зависимости для определения коэффициентов тепло- и массоотдачи от теплового агента к сырцовым гранулам шлакового гравия.

Ключевые слова: сырцовые гранулы, дисперсный материал, стационарный шар, фильтрационная сушка, тепломассообмен, коэффициент теплоотдачи, коэффициент массоотдачи.

Experimental and theoretical investigation of process of heat exchange during filtration drying of source granules of slag gravel is shown in work. Calculative dependences for researching of coefficients heat and mass transfer from heat agent to source granules of slag gravel is proposed.

Keywords: source granules, dispersion material, stationary layer, filtration drying, heat and mass transfer, heat transfer coefficient, mass transfer coefficient.

Постановка проблеми

Враховуючи істотне подорожчання паливних ресурсів, в Україні гостро стоїть питання про виробництво та використання теплоізоляційних матеріалів, що забезпечують зниження енерговитрат для опалення будинків, промислових будівель, теплових апаратів тощо. У той же час золи і шлаки теплових електричних станцій можна ефективно використовувати у виробництві різних будівельних матеріалів (зокрема теплоізоляційних), що підтверджується численними науковими дослідженнями і практичним досвідом. Перспективним напрямком утилізації золошлакових відходів є виробництво з них шлакового гравію. Технологія виробництва шлакового гравію передбачає попереднє сушіння сировини (шлаку та глини) та сирцевих гранул. На даний час сирцеві гранули сушать в сушильному барабані, який відноситься до малоефективного і громіздкого обладнання.

Одним із високоінтенсивних методів сушіння є фільтраційне, суть якого полягає у профільтруванні теплового агенту крізь пористу структуру вологого

матеріалу в напрямку “шар матеріалу – перфорована перегородка”. Даний метод сушіння відповідає вимогам, які ставляться до сучасних технологій.

Для призначення оптимальних режимів фільтраційного сушіння сирцевих гранул необхідно визначити коефіцієнти тепло- і масообміну і їх залежність від швидкості фільтрування теплового агента. Інтенсивність процесу тепло- та масообміну між тепловим агентом і вологим матеріалом визначає тривалість процесу та енергозатрати на його реалізацію [1].

Тому, **метою** даної роботи є вивчення особливостей тепломасообміну під час фільтраційного сушіння сирцевих гранул.

Сирцеві гранули отримують шляхом гранулювання шихти, яка складається із подрібнених і висушених шлаку і глини. Усереднений діаметр сирцевих гранул шлакового гравію становить 12 мм. Вологість утворених сирцевих гранул становить приблизно 13 – 15%, тому згідно технологічного регламенту процесу їх необхідно сушити до вологості 2% перед випалом у печі.

Аналіз останніх публікацій

Дослідженням процесу тепломасообміну між твердими тілами і тепловим агентом присвячено ряд наукових робіт, зокрема [1 – 5]. В роботі [2], автор наводить методику розрахунку коефіцієнта тепловіддачі під час охолодження срібної кульки у рідкому середовищі на основі густини теплового потоку і температури на поверхні частинки. В роботах [1, 3 – 5] наведено результати дослідження тепломасообміну під час фільтраційного сушіння, узагальнення яких представлено у вигляді безрозмірних комплексів. Проте дані дослідження стосуються конкретних матеріалів та режимів тепломасообміну і застосувати їх для інших матеріалів є важко, внаслідок того, що форма, розміри і шорсткість зовнішньої поверхні досліджуваних частинок значно відрізняються від гранульованих частинок шлакового гравію.

Експериментальна частина

Під час фільтраційного сушіння сирцевих гранул тепловий агент фільтрується крізь стаціонарний шар матеріалу, при цьому теплота до поверхні гранул передається конвективно, а в самих гранулах – шляхом теплопровідності.

Для наукового обґрунтування режимів процесу фільтраційного сушіння сирцевих гранул, необхідним є дослідження впливу дійсної швидкості руху теплового агента на значення коефіцієнтів тепло- та масовіддачі до сирцевих гранул, та встановлення залежностей, які б давали змогу розрахувати ці коефіцієнти для промислового обладнання за подібних умов.

Дослідження зовнішнього теплообміну між тепловим агентом сухими і вологими гранулами під час фільтраційного сушіння виконували за методикою та на установці, опис яких наведено в [6]. Для дослідження зовнішнього теплообміну висушену до постійної ваги наважку сухих сирцевих гранул завантажували в контейнер циліндричної форми, який виготовлений із теплоізоляційного матеріалу (рис. 1).

Для досягнення однакової температури верхніх і нижніх шарів сирцевих гранул та рівномірного фільтрування теплового агента по всій площині контейнера дослідження поводити в “короткому шарі” матеріалу, висота якого становила $5 \cdot d_{\text{ч}}$. На висоті 20 мм над матеріалом і 20 мм під перфорованою перегородкою встановлювали термопари для вимірювання температури теплового агента. Вимірювання температури проводилися автоматично за допомогою восьмиканального перетворювача температури ПТ-108 з виводом інформації на комп’ютер.

Температура теплового агента вимірювалась на виході з шару сирцевих гранул в шести точках: у центрі контейнера і на відстані 5, 10, 15, 20, 25, 30 мм від стінки і визначалась як середнє арифметичне з шести значень. Температура над шаром матеріалу підтримувалось постійною 80°C з точністю $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ за допомогою терморегулятора РТ-100 і двох термопар, які були розміщені над шаром матеріалу в різних точках (в центрі контейнера і 30 мм від його стінки).

Відомо [7], що фільтраційне сушіння носить зональний характер і в шарі одночасно існують сухий і вологий матеріал, який бере участь у теплообміні (сухий матеріал нагрівається від температури мокрого термометра до температури теплового агента) і на його нагрівання затрачається частина теплоти теплового агента. Тому для опису процесу фільтраційного сушіння сирцевих гранул шлакового гравію необхідно визначити коефіцієнти теплообміну між сухими та вологими гранулами.

Зовнішній теплообмін між тепловим агентом і сирцевими гранулами

Для визначення усереднених коефіцієнтів тепловіддачі від теплового агента до шару сухих сирцевих гранул, із заданою швидкістю і температурою профільтровували тепловий агент. Зафіксовані значення температури теплового агента на виході із шару сирцевих гранул наведені на рис. 2.

Значення коефіцієнту тепловіддачі α для сухих сирцевих гранул розраховували на основі експериментальних даних наведених на рис. 2, згідно методики наведеної у [6]. Вважали, що температура теплового агента однакова з усіх сторін частинки. Приймали, що розподіл температурного поля по об’єму частинки має параболічний характер. Кількість теплоти, яка залишається в шарі гранул розраховували згідно теплового балансу.

Дослідження теплообміну сирцевих гранул під час фільтраційного сушіння проводили в “короткому шарі”, щоб виключити переміщення зони масообміну [7]. Сушіння проводили шляхом профільтровування теплового агента в напрямку “вологий матеріал – перфорована перегородка” протягом 15с. Час між завершенням сушіння і його зважуванням складав не більше 10 – 15с. Для

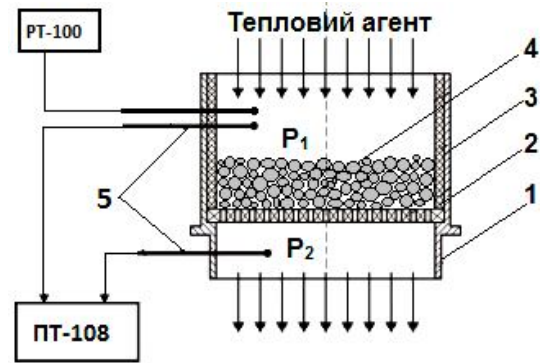


Рис. 1. Схема контейнера для дослідження процесів тепло- і масообміну: 1 – корпус контейнера; 2 – перфорована перегородка; 3 – теплоізоляційна вставка; 4 – сирцеві гранули; 5 – термопара ХК

уникнення випаровування води під час зважування контейнер з матеріалом закривали кришкою.

Під час фільтраційного сушіння відбувається одночасно передача тепла від теплового агента до поверхні висушуваного матеріалу та передача води з поверхні частинок до теплового агента. Обидва процеси належать до конвективних: конвективний теплообмін та конвективний масообмін.

Коефіцієнти тепловіддачі від теплового агента до вологих сирцевих гранул визначали із залежності наведених у [8]:

$$\frac{\Delta W}{\Delta \tau} \cdot r = \alpha \cdot F \cdot \left(\frac{t_{\text{вх}} + t_{\text{вих}}}{2} - t_{\text{м.т}} \right), \quad (1)$$

де ΔW – кількість води, кг; $\Delta \tau$ – час проведення експерименту, с; r – питома теплота пароутворення, Дж/кг; F – ефективна поверхня гранул, яка омивається тепловим агентом, м²; $t_{\text{вх}}$, $t_{\text{вих}}$, $t_{\text{м.т}}$ – температура теплового агента на вході, виході із шару і мокрого термометра відповідно, °C.

На рис. 3 наведено залежність коефіцієнту тепловіддачі α від дійсної швидкості фільтрування теплового агента для сухих і вологих сирцевих гранул. Коефіцієнт тепловіддачі α для вологих сирцевих гранул, аналогічно як і для сухих, лінійно зростає з ростом дійсної швидкості руху теплового агента, однак для вологого матеріалу коефіцієнт тепловіддачі є приблизно на 40% більшим, ніж для сухого матеріалу, за однакових гідродинамічних умов, що пояснюється кращою теплопровідністю вологого матеріалу. Отримані значення коефіцієнтів тепловіддачі є усередненими по шару.

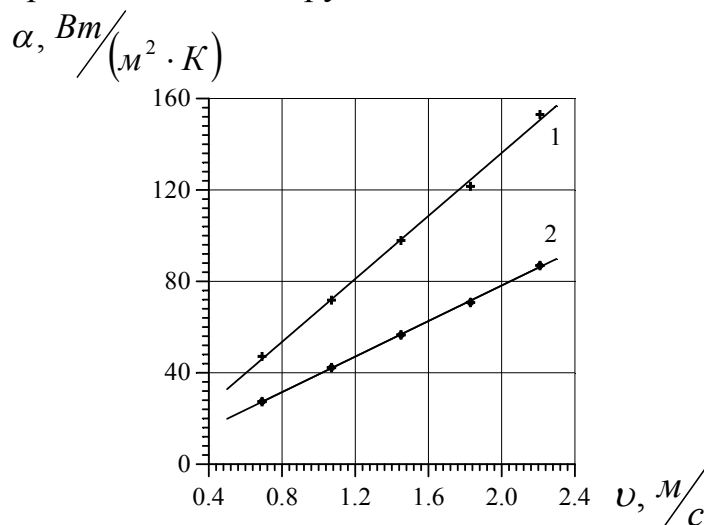


Рис. 3. Залежність коефіцієнту тепловіддачі α від дійсної швидкості v фільтрування теплового агента крізь шар сирцевих гранул: 1 – вологі; 2 – сухі

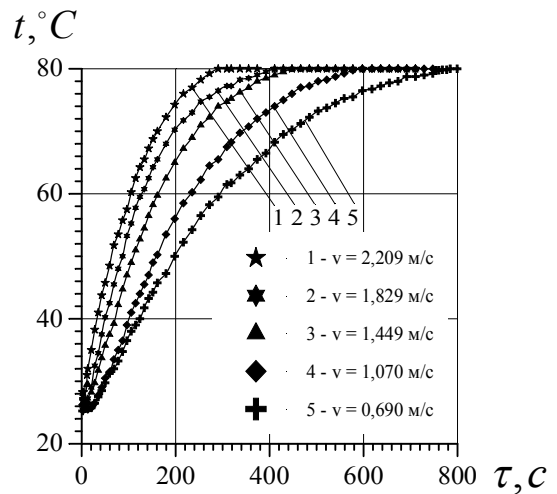


Рис. 2. Зміна температури теплового агента на виході із шару сухих сирцевих гранул

Зовнішній масообмін під час фільтраційного сушіння сирцевих гранул

Під час фільтраційного сушіння сирцевих гранул інтенсивність масообміну визначається гідродинамікою омивання вологих гранул тепловим агентом і його сушильним потенціалом, а також характером зв'язку води з твердим матеріалом. Дослідження масообміну сирцевих гранул аналогічно, як і теплообміну також проводили в “короткому шарі” протягом 15с.

Коефіцієнти масовіддачі під час фільтраційного сушіння визначали із залежності наведеної у [8]:

$$\frac{\Delta W}{\Delta \tau} = \beta \cdot F \cdot \left(x_{\text{нас}} - \frac{x_{\text{нас}} + x_0}{2} \right) \cdot \rho, \quad (2)$$

де β – коефіцієнт масовіддачі, м/с ; $x_0, x_{\text{нас}}$ – відповідно початковий вологовміст теплового агента і в стані насичення, $\text{кг } H_2O / \text{кг сух.м.}$; ρ – густина теплового агента, кг/м^3 .

Експериментальні значення коефіцієнту масовіддачі β від дійсної швидкості v фільтрування теплового агента наведено на рис. 4.

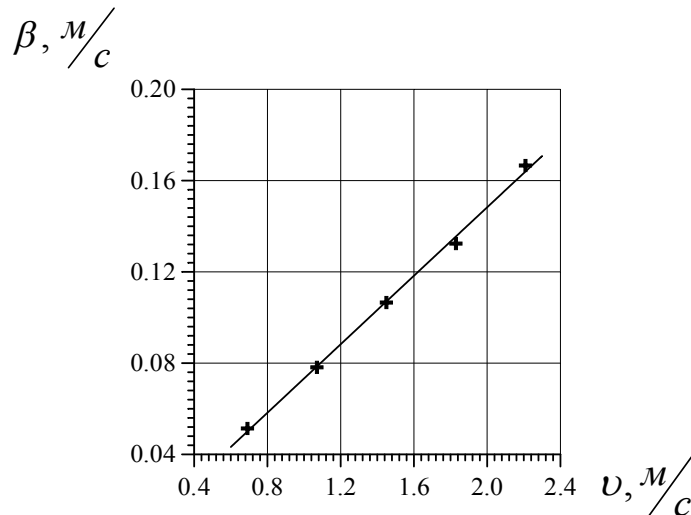


Рис. 4. Залежність коефіцієнту масовіддачі β від дійсної швидкості v фільтрування теплового агента крізь шар сирцевих гранул

Узагальнення результатів дослідження тепло- і масообміну між тепловим агентом і сирцевими гранулами шлакового гравію

Узагальнення експериментальних результатів наведених на рис. 3 і 4 проводили за рівнянням [8]:

$$Nu = A \cdot Re_e^n \cdot Pr^m \quad (3)$$

та

$$Sh = A \cdot Re^n \cdot Sc^m, \quad (4)$$

де $Nu = \frac{\alpha \cdot d_e}{\lambda}$ – критерій Нусельта; A – коефіцієнт, який визначають експериментально;

$Re_e = \frac{v \cdot d_e}{\nu}$ – критерій Рейнольдса; $Pr = \frac{\nu}{a}$ – критерій

Прандтля; ν – коефіцієнт кінематичної в'язкості, $\text{м}^2/\text{с}$; a – коефіцієнт температуропровідності, $\text{м}^2/\text{с}$; v – дійсна швидкість фільтрування теплового агенту, $\text{м}/\text{с}$; d_e – еквівалентний діаметр каналів між частинками, м ; n і m – показники степеня, які визначають експериментально; $Sh = \frac{\beta \cdot d_e}{D}$ – критерій

Шервуда; D – коефіцієнт дифузії водяної пари у повітря, $\text{м}^2/\text{с}$; $Sc = \frac{\nu}{D}$ – критерій Шмідта.

Враховуючи, те що фізичні параметри повітря змінюються у вузькому діапазоні, згідно з рекомендаціями [8] приймаємо: $Nu \approx Pr^{0,33}$ та $Sh \approx Sc^{0,33}$.

Для визначення невідомих коефіцієнтів "А" та "n" в залежності (3) і (4) експериментальні дані представляли у логарифмічній системі координат (рис. 5)

у вигляді: $\frac{Sh}{Sc^{0,33}} = f(Re)$ та $\frac{Nu}{Pr^{0,33}} = f(Re)$, кожна точка є середнім арифметичним значенням мінімум трьох експериментів.

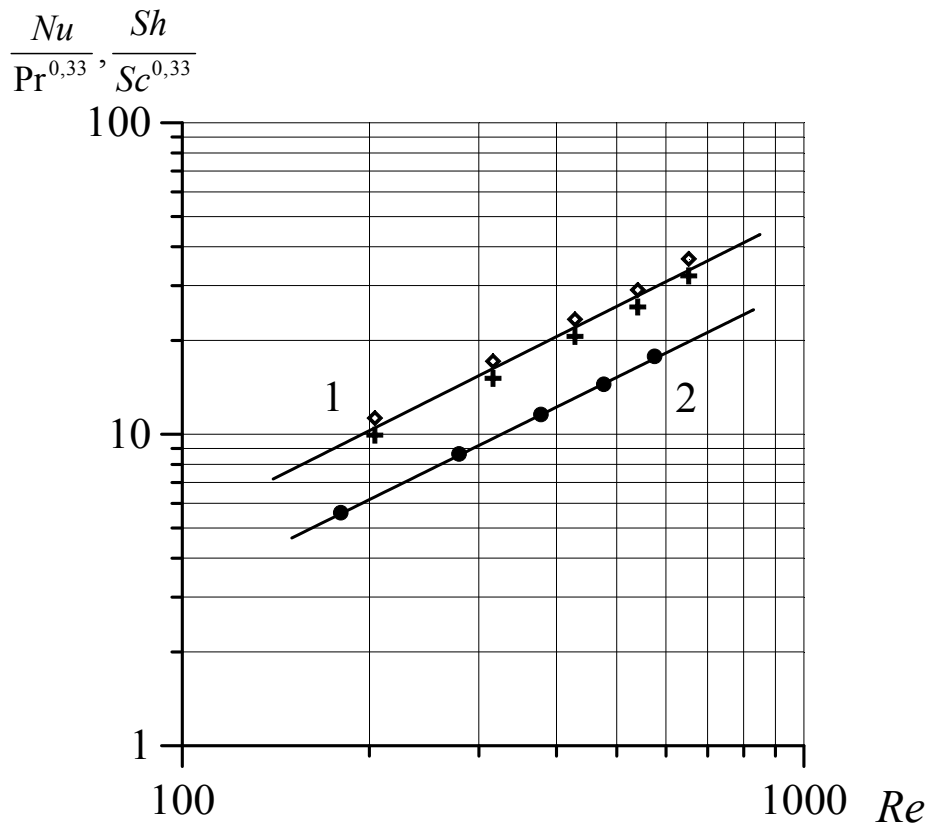


Рис.5. Залежність $\frac{Sh}{Sc^{0,33}} = f(Re)$ та $\frac{Nu}{Pr^{0,33}} = f(Re)$ (1) для вологих та

$\frac{Nu}{Pr^{0,33}} = f(Re)$ (2) для сухих сирцевих гранул ($H=72$ мм) за температури 80°C

Визначивши із графічної залежності рис. 5 невідомі коефіцієнти "А" та "n" рівняння (3), (4) можна представити у вигляді:

- для сухих сирцевих гранул

$$Nu = 0,06 \cdot Re^{0,9} \cdot Pr^{0,33} \quad (5)$$

- для вологих сирцевих гранул

$$Nu = 0,06 \cdot Re \cdot Pr^{0,33} \quad (6)$$

$$Sh = 0,06 \cdot Re \cdot Sc^{0,33} \quad (7)$$

Узагальнення експериментальних даних теплообміну і масообміну за допомогою критеріальних залежностей показало, що для обох випадків рівняння в безрозмірних комплексах (6) та (7), характеризуються однаковими показниками степеня біля числа Рейнольдса, що вказує на однаковий вплив гідродинаміки на ці коефіцієнти.

Абсолютне значення максимальної відносної похибки між експериментальними значеннями і розрахованими за залежністю (5) – (7) не перевищує $\pm 10,4 \%$, в межах чисел Рейнольдса $180 \leq Re_e \leq 650$.

Висновки

Отримані розрахункові залежності (5) – (7) дають змогу визначити з достатньою точністю коефіцієнти тепловіддачі і масовіддачі під час фільтраційного сушіння в стаціонарному шарі сирцевих гранул, а також прогнозувати затрати теплової енергії, розрахувати оптимальні параметри процесу, та експлуатаційні затрати на сушіння і визначити основні конструктивні розміри сушильної установки на етапі її проектування.

Список літератури: 1. Атаманюк В.М. Теплообмін в стаціонарному шарі сухого дрібнодисперсного капілярно-пористого матеріалу [Текст] / В.М. Атаманюк, Д.П. Кіндзера, І.О. Гузьова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий // Харків: – 2010, – 3/7(45), – С.21-25. 2. Зотов Е.Н. Методика определения коэффициента теплоотдачи охлаждающих сред в условиях нестационарного теплообмена [Текст] / Е.Н. Зотов, А.А. Москаленко, Л.Н. Проценко, О.В. Разумцева // Промышленная теплотехника.–К.: – 2003, Т. 25, – №4, – С.315-317. 3. Симак Д.М. Тепломасообмін під час фільтраційного сушіння дисперсних матеріалів, що протікає у першому періоді [Текст] /Д.М. Симак, В.М. Атаманюк // Восточно-Европейский журнал передовых технологий // Харків: –2011, – 1/9 (49), – С. 23-26. 4. Атаманюк В.М. Зовнішній тепло- і масообмін під час фільтраційного сушіння подрібненої енергетичної верби [Текст] / В.М. Атаманюк, Я.М. Гумницький, М.І. Мосюк // [Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Хімія, технологія речовин та їх застосування. – 2011, – № 700](#), – С. 290-296. 5. Атаманюк В.М. Теплообмін під час фільтраційного сушіння гранульованого і осадженого поліакриламідру [Текст] / В.М. Атаманюк, М.С. Мальований, В.П. Дулеба // Науковий вісник НЛТУ України. – 2010. – Вип. 20.6 –С.113-121. 6. Атаманюк В.М. Зовнішній тепломасообмін під час фільтраційного сушіння [Текст] /В.М. Атаманюк/ Промышленная теплотехника. –К.: –2006, Т. 28, –№5, –С.47-54. 7. Ханьк Я.Н. Фильтрационная сушка плоских проницаемых материалов [Текст] : дис... док. техн. наук: 05.17.08 /Я.Н. Ханьк . –Львов, 1992. – 426 с. 8. Гельперин Н.И. Основные процессы и аппараты химической технологии./Н. И.Гельперин / В двух книгах. – М.: Химия, 1981. –812 с.

Поступила в редколлегию 12.04.2012

СОДЕРЖАНИЕ

А. Г. Журило, Д.Ю. Журило Металлообработка у наших предков: технология и топонимика	3
А.Н. Горяинов Средства диагностирования в транспортной диагностике	8
А.Л. Коворотный, В.Н. Горобец, Ю.В. Гончаренко, С.И. Рымарь Измерительный комплекс дециметрового диапазона для диагностики условий распространения радиоволн в атмосфере	11
А.О. Подорожняк, М.О. Корнева Метод БЧВ сигналов для інформаційно-вимірювальних систем метрополітену	16
О.А. Ляшенко, І. В. Кузьменко Побудова функціональної моделі розрахунку навантаження професорсько- викладацького складу кафедри	20
О.А. Онищенко Оценка свойств бытового холодильного прибора, как объекта управления	27
Л.С. Абрамова, І.С. Наглюк, Г.Г. Птиця Аналіз методів визначення складу транспортного потоку	35
А.А.Скопа, Н.Ф.Казакова, С.Т.Сорока Политика предупреждения угроз информационной безопасности в практической деятельности одесского филиала ОАО «УКРТЕЛЕКОМ»	42
А.А. Андрусевич, С.В. Сотник Анализ возможностей мониторинга жизненного цикла РЭС в рамках CALS-систем	48
Ф.И. Кирчу, И.Ф. Кинашук, Мохаммади Пейман Моделирование трехмерного вязкого течения в лопаточных венцах направляющих аппаратов осевых компрессоров	55
А. В. Приходько Планирование экспериментов при аппроксимации расходной характеристики	61
В.В. Березуцкий Малые или миниатюрные очистные системы	68
О.В. Аксёнова, О.Д. Журило	71

Безопасна ли наша посуда?

О.Ю. Хавунко, Ю.Г. Медведевских Динамічні властивості полістирену в розчинах	74
В.Н. Бредихин, И.Ф. Червонный, Е.Ю. Кушнерова, О.В. Цыганкова, С.Г. Егоров Радиометрический анализ сырья. информационные методы сортировки отходов	79
О.П. Чумак, Д.А. Козлов, И.В. Пахомова Использование сжиженных газов в качестве растворителей при получении масла семян льна	93
О.П. Чумак, Н.Ю. Менделева Глицериновая рафинация масла	97
О.П. Чумак, И.В. Пахомова, Д.А. Козлов Исследование процесса экстракции масла зародышей пшеницы	100
Ф.Ф. Гладкий, М.В. Тарадайченко Удосконалення технології переробки насіння соняшнику на олієдобуваючому підприємстві	103
О.П. Чумак, М.Ф. Голоденко, А.В. Богуш Улучшение качества мясо-костной муки	106
О. М. Сафонова, Т.В. Гавриш Використання поліпшувачів для регулювання якості хлібобулочних виробів	110
І.В.Кузнєцова Значення поліненасичених жирних кислот стевії у харчових продуктах спеціального призначення	114
О.М.Сафонова, А.Т.Теймурова, К.В.Дугіна, І.О.Головко Обґрунтування способу введення концентратів тваринних білків до складу борошняних сумішей	117
В.М. Михайлов, І.В. Бабкіна, А.О. Шевченко Визначення електропровідних властивостей січеної м'ясної маси	122
Т.В.Климова Использование математических методов в предпроектной оценке предприятия	129

А.С. Ванюшкин	133
Апробация на национальном уровне алгоритма отбора инвестиционных проектов в портфель	
В.Д. Шипулин, М.Н. Иляшевич, М.С. Евсюков	141
Анализ данных для создания земельного кадастра населенного пункта с использованием ГИС	
В. М. Атаманюк, І. Р. Барна, І. Я.Матківська	146
Тепломасообмін під час фільтраційного сушіння сирцевих гранул шлакового гравію	

Наукове видання

**ВІСНИК НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ "ХПІ"**

Збірник наукових праць

Тематичний випуск

"Нові рішення в сучасних технологіях"

Випуск №17

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. №51-12

Підписано до друку 27.04.2012. Формат 60x84/16. Надруковано на різнографі

Gestetner 6123CP. Ум.-друк. арк. 9,4. Облік.вид.арк. 10,0.

Наклад 300 прим. 1-й завод 1-100. Зам. №17. Ціна договірна

Видавничий центр НТУ «ХПІ»
61002, Харків, вул. Фрунзе, 21

Типографія "Технологічний центр"
вул. Новгородська, 3а, м. Харків, 61145