

ВІСНИК
НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ "ХПІ"

ISSN 2079-5459

Збірка наукових праць

26'2012

***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.О. Горбунов, канд. техн. наук, доц.

Координаційна рада

А.П. Марченко, д-р техн. наук, проф.
Є.І Сокол, д-р техн. наук, проф.
Є.Є. Александров, д-р техн. наук, проф.
А.В. Бойко, д-р техн. наук, проф.
М.Д. Годлевський, д-р техн. наук, проф.
А.І. Грабчснко, д-р техн. наук, проф.
В.Г. Данько, д-р техн. наук, проф.
В.Д. Дмитриєнко, 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.О. Качанов, д-р техн. наук, проф.
В.Б. Клепіков, д-р техн. наук, проф.
С.І. Кондрашов, 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.
М.А. Ткачук, д-р техн. наук, проф.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Ответственный редактор

Є.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. Клепіков, 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. - №26 - 172с.

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 № від 2012

Національний технічний університет „ХПІ" 2012

УДК 621.744.3

В. Ю. СЕЛИВЕРСТОВ, докт.техн.наук, проф., НМетАУ, Днепропетровск,
Ю. В. ДОЦЕНКО, канд.техн. наук, доц., НМетАУ, Днепропетровск,
К.А. ДУМЕНКО, асп., НМетАУ, Днепропетровск

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА МЕТАЛЛ, ЗАТВЕРДЕВАЮЩИЙ В ЛИТЕЙНОЙ ФОРМЕ

Представлений опис і проведений аналіз технологічних особливостей застосування спеціалізованих пристроїв для здійснення газодинамічного впливу на метал, що твердіє в ливарній формі.

Ключові слова: газодинамічний вплив, технологія, пристрій, конструкція.

Представлено описание и проведен анализ технологических особенностей применения специализированных устройств для осуществления газодинамического воздействия на затвердевающий в литейной форме металл.

Ключевые слова: газодинамическое воздействие, технология, устройство, конструкция

Description is presented and the analysis of technological features of application of the specialized devices is conducted for realization of the gas-dynamic affecting solidifiable in a casting form metal.

Keywords: gas-dynamic influence, technology, device, construction.

Введение

Одним из путей повышения качества литого металла является использование давления в процессе кристаллизации. Известно, что наиболее эффективной является передача нарастающего давления в двухфазную зону, особенно в конце периода затвердевания. При существующих способах литья большая часть нагрузок, связанных с используемым давлением, реализуется за счет прочности литейной формы, или емкости, в которой она находится, что существенно ограничивает возможный диапазон давления и массу отливок. Также негативным образом влияет на качество отливок невозможность передачи давления жидкой фазе внутри отливки из-за наличия прочного поверхностного слоя затвердевшего металла в конце, например, поршневого прессования, или затвердевания в автоклаве при герметизации формы вместе с отливкой.

При реализации технологии газодинамического воздействия нарастающее газовое давление в герметизированной за счет металла, находящегося в литейной форме, системе «отливка – устройство для ввода газа», подается через жидкую фазу к фронту кристаллизации вплоть до полного затвердевания.

Анализ предыдущих публикаций

Технология газодинамического воздействия может применяться для получения литых заготовок различной конфигурации, изготавливаемых из разных сплавов, как в постоянных, так и в разовых формах [1 - 3, 5, 7, 8].

Для осуществления технологии разработаны устройства, конструктивно учитывающие специфику способа литья, конфигурацию, материал и массу отливки [4, 6]. При этом, все варианты устройства предполагают наличие основных элементов, таких как газопровод, холодильник и система регулирования подачи сжатого газа. При этом давление в течение всего процесса затвердевания передается непосредственно жидкой фазе внутри отливки.

Целью работы является анализ конструктивных особенностей и технологических особенностей применения устройств для осуществления газодинамического воздействия на металл, затвердевающий в литейной форме.

Основной материал

Схема одного из вариантов конструкции представлена на рисунке 1. Устройство для получения отливок состоит из литейной формы 1, крышки 2, которая расположена на ее поверхности, газопровода 3, соединенного с внешним источником подачи газа (на схеме не показана). Крышка имеет заслонку 4, используемую для визуального наблюдения за рабочей полостью формы. В состав конструкции также входит холодильник 5, закрепленный на съемном газоподающем патрубке 6. В данном варианте конструкции холодильник выполнен в виде диска.

Основные технологические операции осуществляются следующим образом. Литейную форму 1 устанавливают и крепят на поддоне 8. Отдельно производят соединение газопровода 3 с газоподающим патрубком 6 и холодильником. После этого в рабочую полость литейной формы заливают металл.

Затем вручную или при помощи подъемно-транспортного оборудования на поверхность металла в форме опускают холодильник и погружают его в расплав. В таком положении производится выдержка в течение промежутка времени, необходимого для прохождения процесса герметизации системы отливка –

устройство для ввода газа. Затем устанавливают крышку 2 и подают сжатый газ через газоподающий патрубок 6.

Таким образом, на жидкий и затвердевающий металл отливки от внешнего источника подается регулируемое газовое давление до момента полного затвердевания отливки. Процесс происходит при герметизации отливки за счет образования на ее внешней поверхности слоя затвердевшего металла такой толщины, которая позволяет осуществлять газодинамическое воздействие без опасности разрушения герметизирующей корки под воздействием создаваемого внутри отливки газового давления.

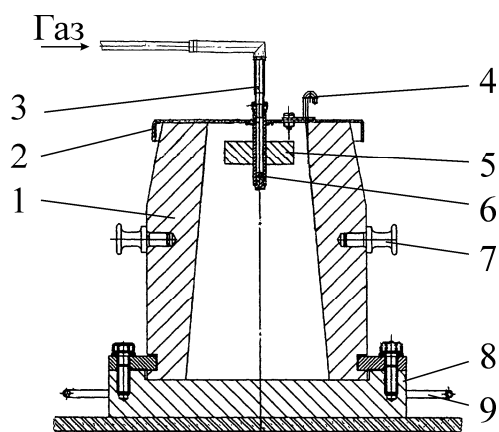


Рис. 1. Схема устройства с холодильником в виде диска (плиты):
1 – литейная форма; 2 – крышка;
3 – газопровод; 4 – заслонка;
5 – холодильник; 6 – съемный газоподающий патрубок; 7 – цапфы;
8 – поддон; 9 – скобы.

Технология газодинамического воздействия в различных вариантах реализации была опробована в промышленных условиях при производстве отливок из углеродистой стали, стали Х12Ф1Л, Х18Ф1Л и алюминиевых сплавов в кокиле, а также при производстве заготовок из стали Р18Л для режущего инструмента литьем по выплавляемым моделям.

Так, одно из промышленных испытаний работы соответствующей установки (рис. 2) было проведено в условиях литейного цеха ОАО «Днепропетровский агрегатный завод».

Источником газа был баллонный резервуар с аргоном под давлением 15 МПа. Для подачи газа от резервуара использовали трубопровод, состоящий из металлической трубы и гибкого рукава высокого давления. Для контроля за давлением в системе предусмотрен манометр. Также система оснащена вентилями подачи газа и соединения с атмосферой, регулируемым предохранительным клапаном и редуктором.

Функцию герметизирующего холодильника в ряде случаев может выполнять только газоподающий патрубок. Так, конструкция устройства для газодинамического воздействия при производстве отливок способом литья по выплавляемым моделям не предусматривает применение дополнительного холодильника.

В порядок технологических операций изготовления отливок по технологии ЛВМ были включены следующие: после заливки керамической формы осуществляли ввод устройства подачи газа в расплав через литниковую воронку в верхнюю часть стояка; осуществляли выдержку для герметизации системы отливка – устройство подачи газа и подачу газа (аргона) под нарастающим давлением с использованием разработанной установки (рис. 3).

При литье крупных отливок или слитков с высокой продолжительностью

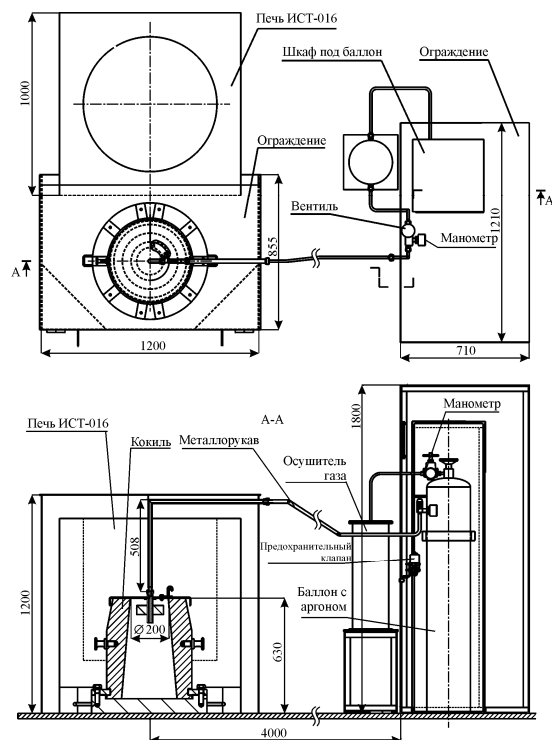


Рис. 2. Схема установки для газодинамического воздействия на расплав в литейной форме

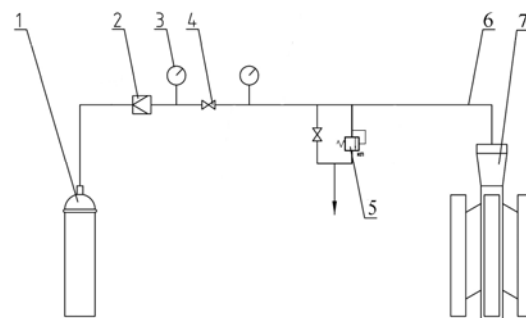


Рис. 3. Схема устройства для газодинамического воздействия на расплав в керамической оболочковой форме: 1 – баллон с аргоном; 2 – редуктор; 3 – манометр; 4 – вентиль; 5 – клапан предохранительный; 6 – металлорукав; 7 – литейная форма.

затвердевания особенно необходимо максимально полно использовать резерв перегрева расплава в прибыльной зоне. При этом конфигурация (конструкция) холодильника должна не только обеспечивать герметизацию системы отливка-устройство для ввода газа, но и утепление максимально возможного объема металла в прибыли.

В литейном цехе ЧАО «Никопольский завод технологической оснастки» были проведены опытно-промышленные испытания технологии газодинамического воздействия при литье кузнечных слитков массой 3,9 т.

Для осуществления газодинамического воздействия использовали устройство, состоящее из стального корпуса, футерованного утеплителем, с подведенным к нему стальным газопроводом, через который подавался сжатый газ.

После окончания заливки в металл прибыльной части слитка через слой теплоизоляционной засыпки погружали устройство для ввода газа (рис. 4), выдерживали в течение времени, необходимого для формирования герметизирующего слоя затвердевшего металла на поверхности слитка, а затем подавали сжатый газ и наращивали его давление в процессе затвердевания слитка. Для контроля давления в системе предусмотрен манометр, вентили и предохранительный клапан.

Схема конструкции, предусматривающая использование плавающей вставки из огнеупорного материала, представлена на рис. 5.

Устройство состоит из литейной формы 1, металлического корпуса 2, вставки из огнеупорного материала 3, которая расположена в металлическом корпусе, газопровода 4, соединенного с системой внешнего обеспечения газом высокого давления (на схеме не показана). Металлический корпус оборудован осевым газоподающим патрубком 5.

Работа устройства осуществляется следующим образом. Литейную форму 1 устанавливают на поддон 9. Отдельно от собранных таким образом элементов осуществляют сборку металлического корпуса с огнеупорной вставкой и размещают устройство в литейной форме 1. Далее начинают заполнение литейной формы расплавом. При последующем подъеме уровня расплава в

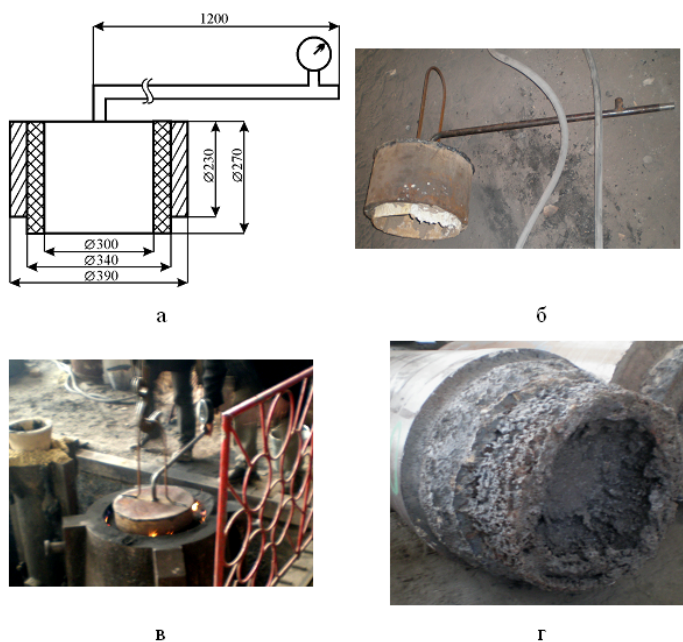


Рис. 4. Схема конструкции (а) и общий вид герметизирующего холодильника с газоподающим патрубком (б), погружение устройства для ввода газа (в), общий вид прибыльной части опытного слитка (г)

форме происходит погружение вставки из огнеупорного материала в расплав под действием собственной массы и массы металлического корпуса. В конце заполнения литейной формы расплавом в прибыльной зоне устройство останавливается с помощью стопора и металлический корпус погружается в расплав, после этого прекращают заливку и в этом положении выдерживают в течение времени, необходимого для осуществления герметизации системы отливка - элементы подачи газа. После этого к газоподающему патрубку 5 с помощью муфты 10 присоединяют газопровод 4 и подают сжатый газ. На жидкий и кристаллизующийся металл оказывается газодинамическое воздействие по выбранному режиму вплоть до полного затвердевания отливки.

После затвердения отливки подачу сжатого газа прекращают и систему соединяют с атмосферой, чем выравнивают давление в литейной форме с атмосферным.

На рисунке 6 представлена схема варианта конструкции устройства для осуществления комбинированной технологии газодинамического воздействия и электрошлакового обогрева (КТГВЭШО) прибыльной части отливки или слитка.

Устройство для реализации способа состоит из металлического корпуса 1, электродов 2 (графитовых), оборудованных контактными элементами 3, которые вместе с электродами свободно двигаются вдоль металлических токопроводящих стержней 4, на которых закреплены (сваркой) шайбы 5. Токопроводящие стержни герметически крепятся к металлическому корпусу с помощью электронепроводных прокладок 6, шайб 7 и гаек 8. Электроды оборудованы насадками 9 из электронепроводного огнеупорного материала. Во вставке 10 из электронепроводного огнеупорного материала расположен вкладыш 11 из твердого флюса и закреплен металлическими фиксаторами 12. Металлический корпус оборудован осевым газоподающим патрубком 13, который с помощью муфты 14 соединяется с газопроводом 15 системы внешнего обеспечения газом высокого давления (на схеме не показана). Газоподающий патрубок перекрыт газопроницаемой пробкой 16. По мере наполнения литейной формы происходит погружение вставки из огнеупорного материала в слой теплоизолирующей засыпки, а затем и в расплав под действием собственной массы и массы металлического корпуса. В конце заполнения литейной формы расплавом в прибыльной зоне устройство останавливается и металлический корпус погружается в расплав с помощью стопора, после этого прекращают заливку и в таком положении делают выдержку на протяжении определенного времени с

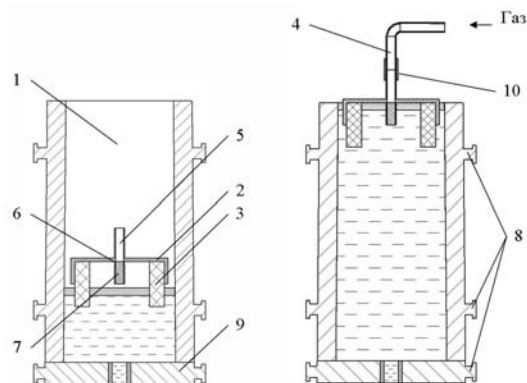


Рис. 5. Схема устройства с плавающей вставкой из огнеупорного материала: 1 – литейная форма; 2 – металлический корпус; 3 – вставка из огнеупорного материала; 4 – газопровод; 5 – газоподающий патрубок; 6 – отверстия; 7 – газопроницаемая пробка; 8 – цапфы; 9 – поддон; 10 – муфта.

целью осуществления процесса герметизации системы отливка - элементы подачи сжатого газа.

В это время происходит расплавление вкладыша 11 и погружение электродов 2 с насадками 9 в расплав флюса, причем, электроды не контактируют с металлическим расплавом. Далее, к токопроводящим стержням 4 присоединяют токопроводящие кабели (на схеме не указано), к газоподающему патрубку 13 с помощью муфты 14 присоединяют газопровод 15.

После этого подают напряжение, в слое жидкого флюса выделяется тепло и, соответственно, осуществляется обогрев металла прибыльной части отливки на

протяжении необходимого промежутка времени. Температуру нагрева расплава регулируют силой тока (I , А) и напряжением (U , В) сварочного трансформатора (на схеме не указано). В процессе электрообогрева подают сжатый газ через газопроницаемую пробку 16. Таким образом, на жидкий и кристаллизующийся металл оказывается дополнительное газодинамическое воздействие. Процесс происходит при герметизации отливки от окружающей среды за счет образования на внешней поверхности отливки слоя твердого металла.

Для реализации КТГВЭШО может использоваться сварочный флюс АН-1 [198], химический состав которого представлен в таблице .

Таблица. Химический состав флюса

Компонент	Количество, %
SiO_2	36 – 40
CaO	19 – 21,5
MnO	14 – 18
CaF_2	4 - 6
Al_2O_3	13 – 16
$\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$	1,6 – 3,5

При осуществлении КТГВЭШО удельные затраты энергии значительно ниже, чем при плавке металла в традиционном плавильном агрегате (рис. 7) [9].

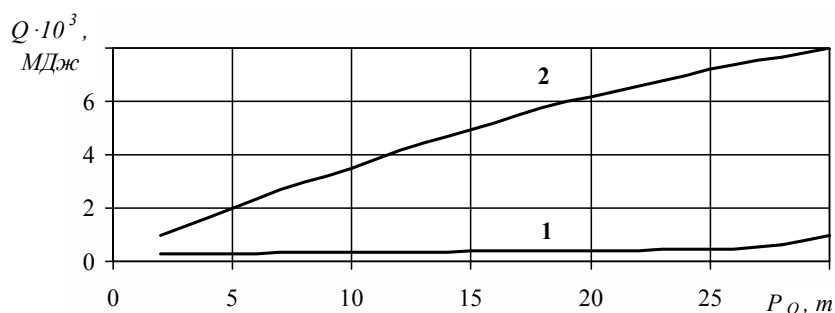


Рис. 7. Расчетные затраты энергии (Q) при электрошлаковом обогреве прибыли (1) и расплавлении массы металла (P) в индукционной печи (2)

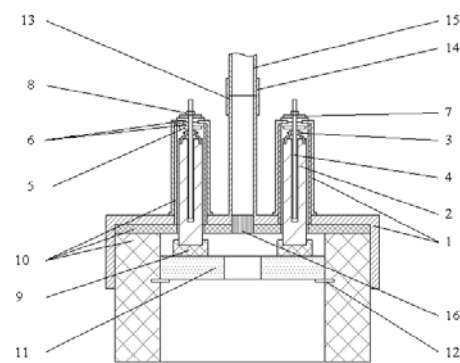


Рис. 6. Схема устройства для осуществления КТГВЭШО (пояснения в тексте)

Выводы

1. Разработанные конструкции устройств для осуществления технологического процесса газодинамического воздействия учитывают специфику способа литья, конфигурации, материала и массы отливки, и предполагают наличие таких основных элементов, как газопровод, холодильник и система регулирования подачи сжатого газа, обеспечивающие передачу газового давления внутри отливки через жидкую фазу к фронту затвердевания вплоть до охлаждения всего объема металла до температуры солидус.

2. Одним из преимуществ разработанной технологии газодинамического воздействия на затвердевающий металл является то, что в отличие от технологии литья под низким давлением, литья под всесторонним газовым давлением и др., не предусматривается наличие специального оборудования, усложнение конструкции литниковой системы и, практически, нет ограничений по массе и габаритам литой заготовки.

3. С учетом необходимости обеспечения утепления металла в прибыльной части крупных отливок и слитков для обеспечения эффективного питания усадки в процессе газодинамического воздействия, разработаны оригинальные конструкции холодильников в виде металлического корпуса со вставкой из огнеупорного материала, а также вставкой из электроизоляционного огнеупорного материала и оборудованного электродами и вкладышем из флюса для осуществления электрошлакового обогрева металла в прибыли, работающих, в том числе, по технологии плавающей прибыльной вставки. Это дает возможность максимально полно использовать резерв перегрева расплава в прибыльной зоне и эффективно осуществлять процесс газодинамического воздействия.

Список литературы: 1. Селиверстов В.Ю. Технология газодинамического воздействия на расплав в литейной форме – один из перспективных способов повышения качества металла отливок [Текст] / В.Ю. Селиверстов // Сучасні проблеми металургії. Наукові праці. Днепропетровск: Системные технологии. - 2007. – Том 10. – С. 25 – 35. 2. Селиверстов В. Ю. Перспективы применения комбинированных способов управления структурообразованием литого металла [Текст] / В.Ю. Селиверстов, Ю.В. Доценко // Вісник ДДМА. - 2009. - № 1 (15). – С.267-273. 3. Пат. 28858 Україна, МПК (2006) B22D 18/00. Спосіб отримання виливків / Селівьорстов В.Ю., Хричиков В.Є., Доценко Ю.В. – № 200708968; заявл.03.08.2007; опубл. 25.12.2007, Бюл.№21. 4. Пат. 28859 Україна, МПК (2006) B22D 18/00. Пристрій для отримання виливків / Селівьорстов В.Ю., Хричиков В.Є., Доценко Ю.В. – № 200708969; заявл.03.08.2007; опубл. 25.12.2007, Бюл.№21. 5. Пат. 37838 Україна, МПК (2006) B22D 18/00. Спосіб отримання виливків / Селівьорстов В.Ю., Хричиков В.Є., Доценко Ю.В. – № 200808859; заявл.07.07.2008; опубл. 10.12.2008, Бюл.№23. 6. Пат. 37837 Україна, МПК (2006) B22D 18/00. Пристрій для отримання виливків / Селівьорстов В.Ю., Хричиков В.Є., Доценко Ю.В. – № 200808858; заявл. 07.07.2008; опубл. 10.12.2008, Бюл.№23. 7. Пат. 46128 Україна, МПК (2009) B22D 18/00. Спосіб отримання виливків / Селівьорстов В.Ю., Хричиков В.Є., Куцова В.З., Меньяло О.В., Савега Д.О. – № u 200906107; заявл.15.06.2009; опубл. 10.12.2009, Бюл. №23. 8. Пат. 55301 Україна, МПК (2009) B22D 18/00. Спосіб отримання виливків / Селівьорстов В.Ю., Хричиков В.Є., Доценко Ю.В., Куц П.Д., Савега Д.О. – № u 201006702; заявл. 31.05.2010; опубл. 10.12.2010, Бюл. № 23. 9. Хрычиков В.Е. Направленное затвердевание чугуновых прокатных валков: Дис. ... д-ра техн. наук: 05.16.04. – Киев, 1993. – 454 с.

Поступила в редколлегию 12.05.2012

Є.А. АСТАХОВ, докт. техн. наук, пров.наук.співр., інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, Київ

В.В. АРТЕМЧУК, канд. техн. наук, доц., ДНУЗТ ім. академіка В. Лазаряна, Дніпропетровськ

СТРУКТУРА ТА ВЛАСТИВОСТІ АМОРФНИХ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ПОКРИТТІВ НА ОСНОВІ ЗАЛІЗА

У статті розглянуті структура та властивості шаруватих аморфізованих покриттів, отриманих в умовах газотермічного напилення. Наведено порівняльний аналіз покриттів із сплавів на основі заліза. Показано фактори, що впливають на утворення аморфної структури в детонаційних покриттях з металевих сплавів. Експериментально показано вплив структури покриттів на зносостійкість та витривалість відновлених деталей.

Ключові слова: відновлення деталей, газотермічне напилення, структура, покриття, аморфний

В статье рассмотрены структура и свойства слоистых аморфизированных покрытий, полученных в условиях газотермического напыления. Приведен сравнительный анализ покрытий из сплавов на основе железа. Показаны факторы, которые влияют на образование аморфной структуры в детонационных покрытиях из металлических сплавов. Экспериментально показано влияние структуры покрытий на износостойкость и выносливость восстановленных деталей.

Ключевые слова: восстановление деталей, газотермическое напыление, структура, покрытие, аморфный

A structure and properties of the stratified amorphous coverages, got in the conditions of thermal spraying is considered in the article. The comparative analysis of coverages is resulted from alloys on the basis of iron. Factors which influence on formation of amorphous structure in coverages of detonations from metallic alloys are shown. Influence of structure of coverages is experimentally shown on wearproofness and endurance of the recovered details.

Keywords: restoration parts, thermal spraying, structure, coverage, amorphous

Вступ. Постановка проблеми

Рухомий склад залізниць працює у важких умовах, піддається підвищеним експлуатаційним навантаженням, що часто приводить до передчасного зносу деталей, особливо тягового рухомого складу. Проблема підвищення надійності та ресурсу деталей рухомого складу потребує комплексного підходу, одним із етапів якого є застосування відновлювальних і одночасно зміцнюючих технологій. Серед деталей рухомого складу, що зношуються багато таких, що мають циліндричну форму. Наприклад, сумарна кількість валиків гальмівної важільної передачі, підвісу редуктора, гідроамортизаторів, ресорного підвішування, підвісу тягових електричних двигунів для електровозів ЧС 7, ЧС 8 складає 426 од., ВЛ 80 – 272 од., ЧС 2 – 310 од. Враховуючи середню вартість валиків 32 грн. (станом на 2010 р.), нескладно підрахувати економічну доцільність їх відновлення, якщо вартість відновлення складає не більше 20...50 % від вартості нових деталей.

На даний час існує багато способів відновлення та зміцнення поверхні деталей машин і механізмів. Одним із перспективних методів отримання функціональних покриттів є газотермічне напилення. В залежності від способу

нанесення, режимів процесу та напилюваного матеріалу поверхня відновлених деталей отримує ті або інші експлуатаційні властивості, наприклад, підвищену зносостійкість, корозійну стійкість, втомлену міцність та ін. Використання порошкових матеріалів значно збільшує функціональні можливості відновлюваних покриттів, дозволяючи отримувати комбіновані композиційні покриття. Важливим позитивним економічним фактором газотермічного напилення є можливість нанесення покриттів на поверхню відносно дешевих звичайних конструкційних сталей.

Особливий науковий та практичний інтерес представляють композиційні покриття, до яких можна віднести шаруваті, градієнтні, диспернозміцнені, волокнисті. В даній роботі розглянута можливість побудови вискоефективної шаруватої структури покриття. Причому для нанесення робочого шару застосовували різні аморфізовані матеріали.

Аналіз публікацій показує, що дослідженню структури, умов створення та властивостям аморфних покриттів присвячено немало робіт [1-4]. У той же час залишається широке коло питань пов'язаних із використанням аморфізованих матеріалів різних складів для багатоцільових задач, зокрема на залізничному транспорті.

Метою даної роботи є дослідження структури та властивостей шаруватих аморфізованих покриттів, отриманих в умовах газотермічного напилення, а також факторів, що впливають на утворення аморфної структури в детонаційних покриттях з металевих сплавів. А також експериментально визначити вплив структури покриттів на зносостійкість та витривалість відновлених деталей.

Виклад основного матеріалу

Властивості зміцнюючих фаз в структурі напилених покриттів суттєво впливають на експлуатаційні характеристики відновлених деталей. Дослідження структури газотермічних покриттів, розподілу, складу і властивостей фаз дозволяє оцінити зносостійкість, втомлену міцність, твердість поверхні. Формування структури відновлювальних покриттів залежить від великої кількості вхідних факторів, чим пояснюється складність теоретичних досліджень та практичної реалізації. Останнє пояснює велику кількість різноманітних експериментальних даних.

Аморфний стан газотермічних покриттів із сплавів, що містять бор на основі заліза привертає до себе увагу завдяки високому рівню експлуатаційних характеристик. Висока міцність зчеплення, твердість, зносостійкість при низькій вартості дозволяють розглядати їх, як перспективні матеріали для отримання зносостійких покриттів на зношених деталях рухомого складу [1, 2].

У даній роботі представлені результати дослідження структури та деяких властивостей детонаційних покриттів з використанням матеріалів Fe-B-C, Fe-Ni-B-C, Fe-Ni-Cr-B-Si та ін. Дані сплави схильні до аморфізації при надшвидкому охолодженні з розплавленого стану [1].

Напилення проводили порошками різної фракції (5...40, 50...63, 63...100 и 100...160 мкм). Покриття наносили на зразки із сталі 45 на автоматичному детонаційному комплексі «ПЕРУН-С» [3] із застосуванням ацетилен-кисневою і пропан-бутан-кисневою сумішей. Витрату напилюваного матеріалу на кожен

постріл підтримували у всіх дослідах постійним (товщина за постріл складала 8...10 мкм). Напилення та дослідження покриттів проводили в інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України.

Фазовий склад покриттів визначали рентгенографічним методом на установці ДРОН-1.5 у випромінюванні $Fe_{K\alpha,\beta}$ без фільтру. Аналіз металографії шліфів проводили на мікроскопі «Неофот-32» та «МІМ-8», мікротвердість вимірювали на приладі ПМТ-3 при навантаженні 0,49 Н. Міцність зчеплення покриттів (товщиною 400...500 мкм) з основою визначали по методиці конусного штифта.

Триботехнічне випробування покриттів проводили в умовах граничного тертя з обмеженим мастилом [4] при швидкості ковзання 1 м/с і питомих навантаженнях 5,1 та 10,2 МПа. Матеріалом контртіла служила сталь 40Х.

Приведені в таблиці дані показують зміну характеристик покриттів залежно від складу детонаційної суміші.

Таблиця. Вплив складу детонаційної суміші на характеристики детонаційних покриттів із сплаву $Fe_{61}B_{27}C_2$

Характеристика покриття Склад детонаційної суміші	Зміст аморфної фази, %	Міцність зчеплення, МПа	Пористість, %	Мікротвердість МПа
$C_3H_8 + 3,5O_2$	60	65	1,5	7500
$C_2H_2 + O_2 + N_2$	80	70	1,0	8200

З таблиці видно, що використання ацетилен-кисневої суміші, що має вищі енергетичні характеристики (температуру нагріву та швидкість їх руху [4]) забезпечують підвищення ступеня деформації напилюваного матеріалу, і відповідно, приводить до збільшення аморфної фази.

На рис. 1 для випадку напилення при стехіометричних співвідношеннях двох типів детонаційної суміші показаний вплив розміру часток на кількість аморфної фази, що утворилася.

Наведені на рис. 1 дані вказують, що з погляду аморфізації покриттів застосування пропан-бутан-кисневої детонаційної суміші ефективно для порошків з розміром частинок до 40 мкм.

Разом з тим деякі з цих віддзеркалень співпадають з найбільш сильними лініями бороцементата $Fe(B,C)$, що дозволяє припустити його присутність у порошку в дуже малих кількостях.

Напилені покриття з порошків сплаву $Fe_{61}B_{37}C_2$ мають аморфно-кристалічну

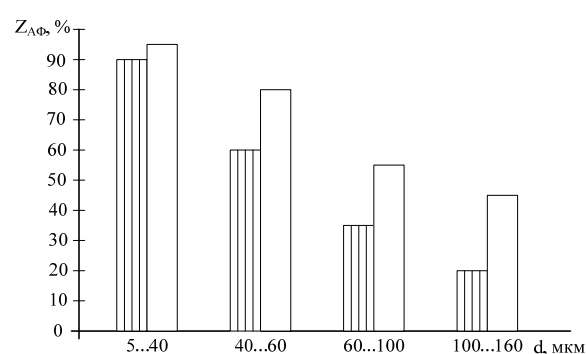


Рис. 1. Вплив розміру частинок порошку із сплаву $Fe-B-Si-C$ на об'ємний зміст аморфної фази при детонаційному напиленні сумішами: - ацетилен-кисень  ; - пропан-бутан-кисень .

структуру: на рентгенограмі (рис. 2б) видно два розмиті максимуми характерних для розплавів і аморфних сплавів [2], на фоні яких спостерігаються інтенсивні лінії кристалічних фаз, присутніх в початкових порошках.

Введення в сплав $\text{Fe}_{61}\text{B}_{37}\text{C}_2$ титану перешкоджає утворенню бориду заліза. На рентгенограмах порошку (рис. 3а) сплаву $\text{Fe}_{67}\text{Ti}_7\text{B}_{24}\text{C}_2$ ідентифікація FeB , Fe_2B , Fe_3B ускладнена, при цьому найбільшу інтенсивність мають лінії α - Fe.

На рентгенограмах напиленого сплаву $\text{Fe}_{67}\text{Ti}_7\text{B}_{24}\text{C}_2$ (рис. 3, б) також присутні розмиті дифракційні максимуми, на фоні яких розміщені піки кристалічних фаз. На відміну від порошку ідентифікація фаз TiC , B_4C , Ti_2B_5 та графіту ускладнена. В порівнянні з покриттями із сплаву $\text{Fe}_{61}\text{B}_{37}\text{C}_2$ дифузні максимуми від аморфної фази в даному випадку мають велику інтенсивність. Це свідчить про збільшення об'ємного змісту аморфної фази у разі покриття із сплаву, що містить титан.

Аналіз мікроструктур початкових порошків та порівняння їх рентгенограм з рентгенограмами напилених покриттів показують, що в результаті напилання в обох сплавах виявляються істотні структурні зміни. На рентгенограмах порошків сплаву $\text{Fe}_{61}\text{B}_{37}\text{C}_2$ (рис. 2, а) найбільшу інтенсивність мають лінії монобориду заліза FeB .

Рентгенографічні також реєструються лінії α -Fe. Дифракційні віддзеркалення, відповідні напівбориду заліза Fe_2B , мають слабкішу інтенсивність, на рентгенограмах помітні тільки найбільш сильні його лінії. Слід зазначити, що ряд дифракційних віддзеркалень ідентифікувати складно із-за їх дуже слабкої інтенсивності.

На рис. 4 представлена структура покриття із сплаву $\text{Fe}_{61}\text{B}_{37}\text{C}_2$. Чітко виявляється моноборид заліза FeB у вигляді сірих включень округлої форми в матриці α -Fe. Мікротвердість FeB досягає 1650...1700 МПа. Між моноборидом заліза розміщені області фази Fe_2B і мілкодисперсні включення, якими, можливо, є Fe_3B та $\text{Fe}_3(\text{B},\text{C})$. Покриття мають шарувату будову, характерну для напилених структур.

Шаруватість структури напиленого покриття із сплаву $\text{Fe}_{67}\text{Ti}_7\text{B}_{24}\text{C}_2$ (рис. 4, г) у порівнянні із структурою покриття із сплаву $\text{Fe}_{61}\text{B}_{37}\text{C}_2$ виражена чіткіше. При

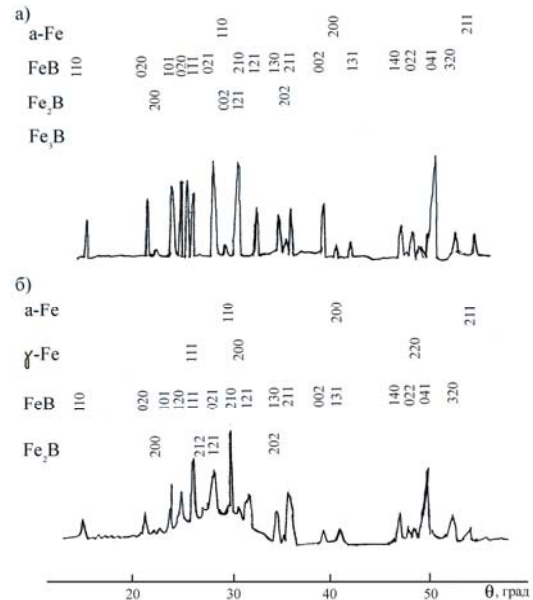


Рис. 2. Рентгенограми порошку (а) і покриття (б) з сплаву $\text{Fe}_{61}\text{B}_{37}\text{C}_2$

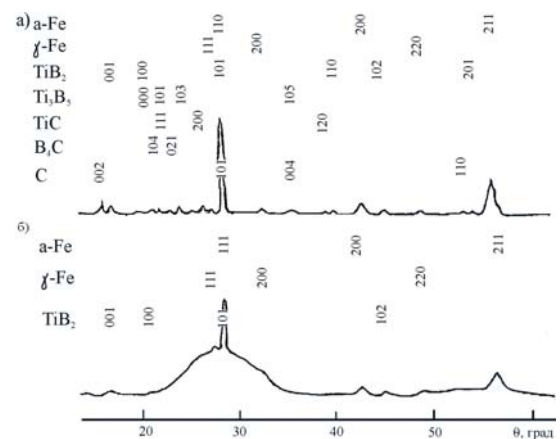


Рис. 3. Рентгенограми порошку (а) та покриття (б) із сплаву $\text{Fe}_{67}\text{Ti}_7\text{B}_{24}\text{C}_2$

цьому вона відрізняється меншою пористістю. В межах шарів можна відрізнити дві складові: світла непротравлена матриця (аморфна фаза з включеннями α -Fe) має мікротвердість 11000...14000 МПа та виділення, що відносяться в основному до TiB_2 .

На підставі результатів триботехнічних випробувань встановлено, що аморфні детонаційні покриття з евтектичних сплавів на основі заліза нікелю за зносостійкістю в умовах граничного тертя і тертя без мастила істотно

перевершують конструкційні та інструментальні сталі після термічної та хіміко-термічної обробки, а не рідко не поступаються детонаційним покриттям з твердих сплавів типу ВК (WC-Co). Так, наприклад, при терті без мастила і з мастилом при поворотно-поступальному ході на машині торцевого тертя детонаційні покриття із сплавів системи Fe-B-C з переважно аморфною структурою мають в 1,7...2,8 разів менші значення лінійного зносу в порівнянні з цементованою сталлю 20Х (рис. 5).

При дослідженні детонаційних покриттів із сплаву евтектичного сплаву системи Fe-B-C, що містять близько 70 % аморфскладаючої, також встановлено [4], що їх зносостійкість близька до такої для сплаву ВК-15.

Характерною особливістю аморфних детонаційних покриттів є той факт, що вони сприяють підвищенню межі витривалості основи в обмеженому та необмеженому діапазонах. Цей факт представляє інтерес у зв'язку з тим, що в більшості випадків газотермічні покриття призводять до зниження цієї характеристики. Випробування зразків конструкційних сталей з аморфними детонаційними покриттями із сплавів Fe-B-C та Fe-Ti-B-C, в умовах скручування на вигин, показали підвищення межі витривалості в порівнянні із сталлю без покриття в середньому на 25-45 % залежно від складу покриття і його товщини.

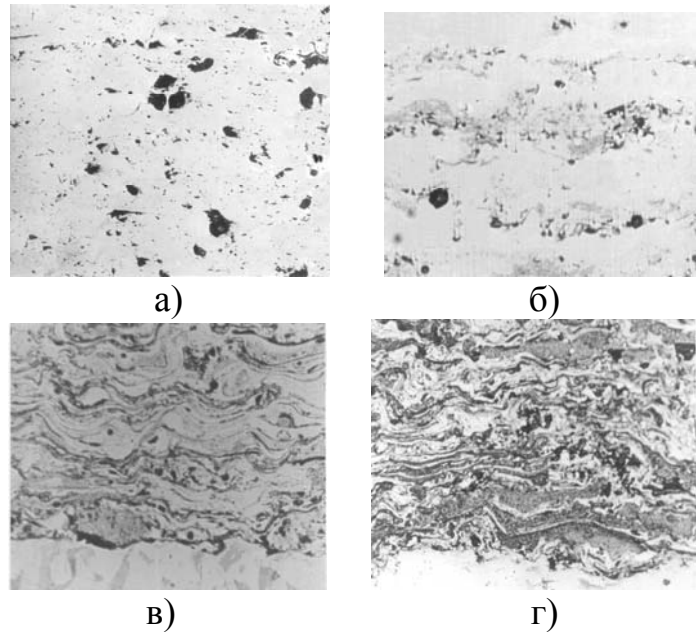


Рис. 4. Мікроструктура покриття із сплаву $\text{Fe}_{61}\text{B}_{37}\text{C}_2$ (а, в) та сплаву $\text{Fe}_{67}\text{Ti}_7\text{B}_{24}\text{C}_2$ (б, г)

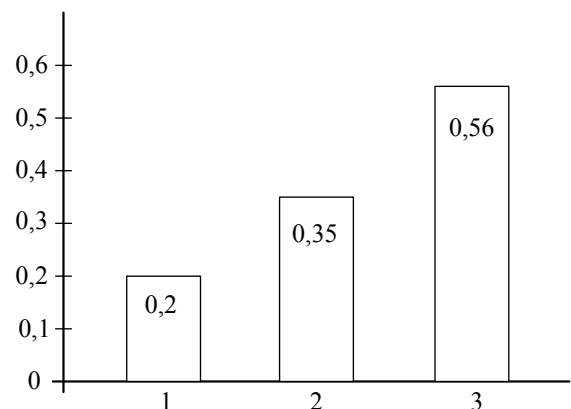


Рис. 5. Інтенсивність зношування аморфних покриттів із сплавів системи Fe-B-C (1-2) і цементованої сталі 20Х (3) при терті з обмеженим мастилом (поворотно-поступальний хід, амплітуда 61 мм, швидкість ковзання - 0,023 м/с, питоме навантаження - 110 МПа, контртіло - цементована сталь 20Х): - Fe-B-C; 2 - Fe-Ti-B-C, 3 - сталь 20Х.

Детонаційний метод в порівнянні з іншими методами газотермічного напилення забезпечує найбільш високий рівень межі витривалості (рис. 6) [2].

Таким чином, в результаті дослідження зносостійкості аморфізованих покриттів встановлено, що найбільш переважним варіантом покриття з погляду забезпечення максимальної зносостійкості можуть бути щільні однорідні покриття, структура яких представлена аморфною матрицею з незначними мікрокристалічними включеннями твердих фаз.

Що стосується досягнення максимальної міцності зчеплення при детонаційному напиленні, то очевидно, вона відповідає режиму, що забезпечує максимальний зміст аморфної фази і мінімальному змісту розчинених газів.

Висновки

1. Дані приведені на рис. 1 указують, що з погляду аморфізації покриттів застосування пропан-бутан-кисневої детонаційної суміші ефективно для порошків з розміром частинок до 40 мкм.

2. На підставі результатів триботехнічних випробувань в умовах поворотно-поступального ходу встановлено, що аморфізовані покриття із сплавів на основі заліза та нікелю за зносостійкістю при граничному терті та терті без мастила істотно перевершують конструкційні й інструментальні сталі після термічної та хіміко-термічної обробки, а у багатьох випадках також не поступаються детонаційним покриттям з твердих сплавів типу ВК WC-Co. Так, наприклад, при терті без мастила та з мастилом на машині торцевого тертя детонаційне покриття із сплавів системи Fe-Ti-B-C переважно з аморфною структурою мають у 1,7...2,8 разів менше значення лінійного зносу в порівнянні з цементованою сталлю 20Х.

3. Встановлено, що аморфні детонаційні покриття сприяють підвищенню межі витривалості основи. Випробування зразків конструкційних сталей з аморфними детонаційними покриттями із сплавів Fe-Cr-B-Ni-C, Fe-Ni-B, Fe-Ni-Cr-Mo-B, Fe-Cr-Mo-B, проведені на втомній машині Schenck типа Punp в умовах скручування на вигин, показали підвищення межі витривалості в порівнянні із сталлю без покриття, на 20...25 % залежно від складу покриття та його товщини.

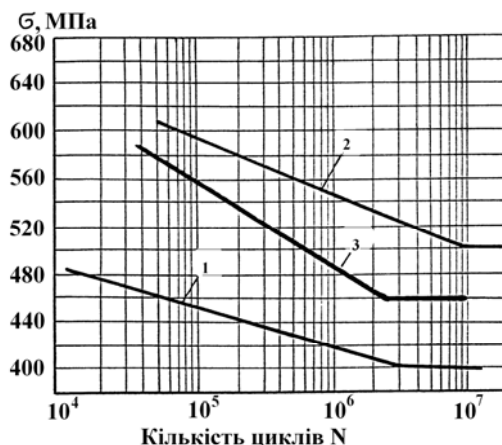


Рис. 6. Графіки Велера для сталі 45 (1) з аморфними детонаційними (2) та плазмовими (3) покриттями із сплаву Fe-B-C [6]

Список літератури: 1. Куницкий Ю.А., Коржик В.И., Борисов Ю.С. Некристаллические металлические материалы и покрытия в технике. –К., Техника, 1988, - 198 с. 2. Исследование структуры и свойств борсодержащих сплавов / М.Д. Егоров, Ю.Л. Сапожников, Р.М. Кацель, Ю.В. Шахазаров / Композиционные покрытия: Тез. 3-й н.-т. конф. –Житомир: Житомирский фил. КПИ, 1985. –С.36-37. 3. Астахов Е.А. Детонационный комплекс «Перун-С» для нанесения защитных покрытий. Автоматическая сварка, -2003. –С. 38-43. 4. Астахов Е.А., Коржик В.И., Чернышев А.В. Детонационное напыление аморфных и микрокристаллических покрытий. –К. –Брошюра. Общество «Знание», УССР, 1990. -20 с.

Поступила в редколлегию 15.05.2012.

Ю.А. МИТИКОВ, канд. техн. наук, доц., зав.каф., ДНУ им. О. Гончара,
Днепропетровск

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ПОЛЕТНОГО НАДДУВА МНОГОБЛОЧНЫХ СТУПЕНЕЙ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ

Розглянути проблеми проектування систем наддування багатоблочних багаторазових ступенів ракет-носіїв. Розглянуто процеси при аварійному вимиканні блоку, наведено рекомендації.

Ключові слова: багатоблочні ракети, системи наддування, аварійне вимикання блоку, рекомендації

Рассмотрены проблемы проектирования систем наддува многоблочных многоразовых ступеней РН. Рассмотрены процессы при аварийном выключении блока, приведены рекомендации.

Ключевые слова: многоблочные ракеты, системы наддува, аварийное выключение блока, рекомендации.

The problems of designing multi-block systems boost levels of reusable launch vehicle. The processes of emergency shutdown block, with recommendations.

Keywords: multi-block missiles, pressurization system, emergency shutdown block recommendations.

Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными и практическими задачами

В настоящее время в связи с возрастающей конкуренцией на рынке оказания пусковых услуг все большее значение приобретают проектные решения, направленные на снижение затрат по выведению полезной нагрузки на орбиту. Одним из таких решений является использование многоблочных первых ступеней носителей, позволяющее существенно сократить номенклатуру разрабатываемых изделий. При этом с одной стартовой позиции можно запускать (в зависимости от потребностей) носители легкого, среднего, тяжелого и сверхтяжелого классов. В этом случае также упрощаются проблемы транспортировки ступеней с завода-изготовителя на испытательную базу и космодром. В качестве примера многоблочных ступеней можно привести все многочисленное семейство «Союз-2», РН «Энергия», РН «Ариан-V», РН «Ангара», РН «Русь-М» и др. В некоторых ракетных комплексах под флагом экономии средств рассматривается многократное использование первых ступеней. Например, на РН «Энергия» первые ступени должны были использоваться 10 раз, а их двигательные установки – 20 раз [1]. Ракетный комплекс «Ангара – Байкал» Российской Федерации в настоящее время также рассматривается с многократным использованием первых ступеней.

В большинстве случаев, а при наличии космонавтов на борту или возвращаемого корабля – в обязательном порядке, выдвигается требование при отказе одного из элементов (в самом тяжелом случае – одного блока) обеспечение выведения объекта на такую орбиту, с которой возможно его спасение. Важно отметить, что при полете с одним неработающим блоком, как

правило, исключается требование многократного использования всех ступеней данной РН. Это объясняется невозможностью обеспечения нормального разделения блоков с большими остатками топлива на борту и их последующего безопасного приземления. Возникает проблема такого построения системы питания двигательных установок (ДУ) ракетных блоков, которая бы при максимальной простоте наиболее полно соответствовала выдвигаемым требованиям.

Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы, которым посвящается данная статья

Рассмотрим в общем виде процессы, которые происходят в системе питания ДУ работающих блоков носителя при наступлении нештатной ситуации, продолжением которой является отключение одного из блоков. Первое, что надо сразу отметить, в этом случае падает продольная перегрузка, соответственно, уменьшается давление компонентов на входе в двигатели работающих блоков. Возникает угроза кавитационного срыва быстроходных центробежных насосов. Компенсировать этот возможный провал давления в системе питания может система наддува (СН). Возникает специфический вопрос, – Как наиболее эффективно обеспечить работоспособность работающих двигателей и в штатных ситуациях, и в аварийных, на какие условия и какими ресурсами должна обладать СН?

Поиск автором публикаций на тему проектирования СН многоблочных жидкостных РН с учетом эффективной работоспособности ДУ как в штатной ситуации, так и во всех нештатных, показал практически полное отсутствие работ в этом направлении. Так, первые ступени РН «Энергия» проектировались исходя из самого тяжелого из всех возможных случаев – наступление аварийной ситуации в любой момент времени [1]. При этом правильном постулате, за основу при проектировании систем наддува (СН), топливных баков бралась огибающая всех возможных аварийных ситуаций (рис.1).

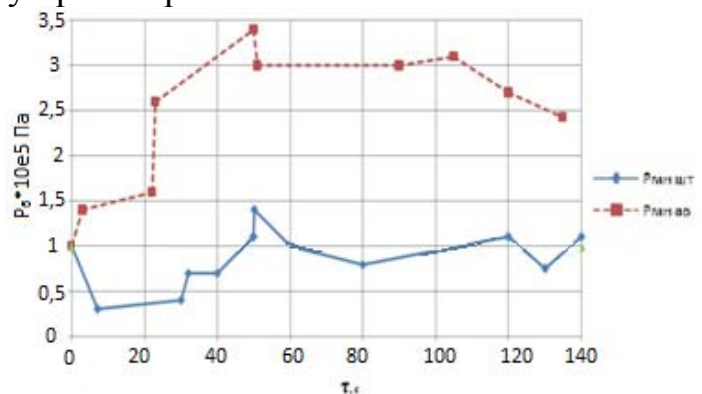


Рис. 1. Давление газа в баке окислителя I ступени РН «Энергия»: $P_{\text{мн шт}}$ – минимально-необходимое давление газа в баке при штатной траектории; $P_{\text{мн ав}}$ – минимально-необходимое давление газа в баке при всех возможных аварийных траекториях (огибающая кривая).

Насколько такое решение однозначно, правильно, и каковы его последствия, рассмотрим далее. Как видно из приведенных графиков, расхождение между штатными минимально-необходимыми давлениями газа в баке и огибающей минимально-необходимых давлений газа в баках при всех нештатных ситуациях различно по времени полета и колеблется в пределах от 1×10^5 Па до $2,3 \times 10^5$ Па.

Таким образом, запасы рабочего тела, проходные сечения трактов наддува, толщины баков при таком подходе выбираются из гипотетического случая –

полета по огибающим аварийные ситуации траекториям, чего, естественно, в действительности быть не может. СН заблаговременно работает исключительно на аварийные ситуации, обеспечивая в среднем на 2×10^5 Па большее давление во всех топливных баках всех блоков со старта носителя.

Формулирование целей статьи

Рассмотрим техническую задачу в следующей постановке применительно к многоблочной РН. Ее первые ступени жидкостные (кислород и керосин) и многократного применения при полете по штатной траектории. При наступлении аварийной ситуации, которая заканчивается выключением аварийного блока носителя, остальные блоки обеспечивают выведение космического объекта на орбиту, с которой возможно его спасение. При этом, все блоки первой ступени, как аварийный, так и неаварийные, повторному использованию не подлежат.

Для решения задачи выведения объекта на нужную орбиту для его спасения применяются различные технические решения: аварийный слив жидкого кислорода из выключенного блока с требуемым расходом, выключение блока, симметричного аварийному, форсирование ДУ работающих блоков. За основу логики работы РН при наступлении НШС в разные моменты полета принята логика, реализованная на РН «Энергия» [1].

Целью настоящей работы является исследование процессов, которыми сопровождается выключение мощных ЖРД в аварийных ситуациях, выработка рекомендаций по проектированию систем питания многоблочных РН при выключении аварийного блока в полете, обеспечивающих при требуемой надежности существенное снижение массы РН.

Изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных научных результатов

Рассмотрим основополагающий момент выключения мощного современного ЖРД в аварийной ситуации. При констатации системой управления РН нештатной ситуации (НШС) на одном из блоков, требующей выключения его ДУ, выключение двигателя происходит в полном соответствии со штатной схемой его выключения и никак иначе. Это значит, что спад тяги с учетом импульса после действия тяги будет происходить не менее трех секунд. В соответствии со спадом тяги будут уменьшаться и продольная перегрузка, и давление компонентов топлива на входах в работающие двигатели. Таким образом, нештатная ситуация по входному давлению наступает не ранее чем через три секунды с момента подачи команды на его выключение.

Далее, наступление НШС в зависимости от времени полета вызывает разные действия системы управления полетом. Так, при наступлении НШС на старте и до 40 с полета выключение одного блока из пяти (работает вторая ступень) приводит к незначительным отличиям по продольной перегрузке от штатного полета. С 40 с полета и практически до конца работы первых ступеней при НШС одновременно с аварийным блоком выключается ДУ симметричного блока. Но одновременно с этим из неработающих блоков начинается интенсивный слив жидкого кислорода через специальные системы с расходом, в среднем, вдвое превышающим его номинальный расход через двигатель. Такое мероприятие

приводит к заметному уменьшения массы носителя и увеличению продольной перегрузки.

Наиболее тяжелым случаем для обеспечения работоспособности ДУ являются НШС перед самым началом (за 3 – 5 с) штатного дросселирования ДУ

(на рис. ~ 115 с). В этом случае гидравлические потери еще максимальны, а давление столба топлива уже заметно уменьшилось за счет его выработки. В это время отличия в потребных давлениях газа в баках при НШС и ШС максимальны и достигают $2,3 \times 10^5$ Па. Собственно снижение продольной перегрузки до уровня НШС наступает за время не менее 3 с. После начала дросселирования ДУ потребные давления газа в баках в обоих случаях заметно снижаются из-за уменьшения гидравлических потерь, пропорциональных, как известно, квадрату расхода (рис.2). Для снижения последствий аварийного выключения ДУ в это время помимо аварийного слива кислорода (двойным расходом по сравнению с номинальным) форсируют ДУ всех работающих блоков, после чего их плавно дросселируют.

Следует отметить еще один очень важный момент. Если давление газа в баке окислителя при ШС в полете поддерживать то, которое надо в этом случае, т.е. на уровне не выше $1,8 \times 10^5$ Па, то прогрев кислорода в баке не превысит ~ -177°C . При давлении газа в баке в полете на уровне 4×10^5 Па (исходя из принятой на РН «Энергия» концепции изначальной готовности к худшей НШС), прогрев кислорода составит -174°C . Только за счет поддержания «правильного» давления газа в баке можно снизить потребное давление газа в нем в самый тяжелый из

возможных НШС (~ 115 с) на $0,45 \times 10^5$ Па. Потребное давление на входе в двигатель, как известно, состоит из давления насыщенных паров компонента (при данной температуре) и антикавитационного запаса.

Таким образом, пик максимально-необходимого давления газа в баке при наступлении НШС имеет продолжительность 1 – 2 с, учитывая, что собственно снижение продольной перегрузки до уровня НШС наступает за время не менее 3 с. После чего потребное давление газа в баке заметно уменьшается благодаря принятым мерам.

Главный вывод из проведенного исследования – потребное минимально-необходимое давление газа в баке при НШС наступает не мгновенно, скачком на $\sim 2 \times 10^5$ Па, а плавно нарастает в течение ~3с, после чего существенно снижается благодаря принятым мерам (слив кислорода из неработающих двигателей, форсирование работающих двигателей). Гипотетически огибающая минимально-

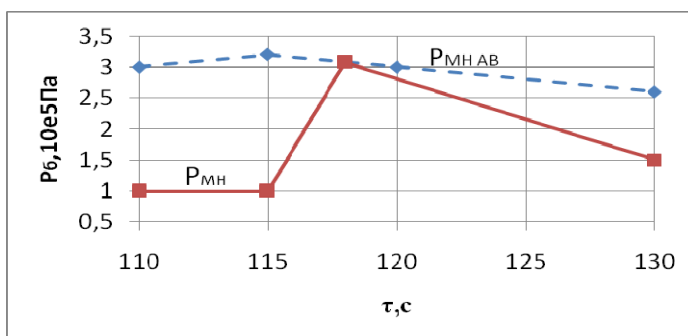


Рис.2. Давление газа в баке при реализации НШС на 115 с полета: $P_{\text{МН}}$ – минимально-необходимое давление газа в баке окислителя при наступлении НШС на 115с полета; $P_{\text{МН АВ}}$ – огибающая кривая минимально-необходимых давлений газа в баке при наступлении НШС в любой момент полета

необходимых давлений газа в баках работающих блоков при НШС на самом деле является огибающей кратковременных реально возможных «пиков» потребного давления газа в баке при наступлении НШС в любой момент времени.

Максимальная потребная величина давления газа в баке при НШС наступает за несколько секунд до начала планового дросселирования двигательных установок перед их выключением.

Полученные результаты позволяют по иному подойти к проектированию СН многоблочных РН [2]. СН должна структурно состоять из двух частей. Первая её часть и основная обеспечивает чистым рабочим телом (например, гелием) потребное давление газа в баках при ШС. При наступлении НШС задействуется её вторая часть, быстродействующая, позволяющая в течение 2 – 2,5с увеличить давление газа в баке на $\sim 2 \times 10^5$ Па. Учитывая, что все блоки при НШС не подлежат повторному использованию, тут выбор у конструктора большой, т.к. допускается использовать эффективные, но не идеально «чистые» продукты сгорания. Это могут быть и твердотопливные газогенераторы (быстродействие от 0,05с), например, на основе азида натрия, использующиеся для наддува подушек безопасности автомобилей, и химически активные вещества, организующие внутри бака т.н. химнаддув [3], например, пусковое горючее ПГ-02 для бака с жидким кислородом. Быстродействие электрогидроклапанов, обеспечивающих его впрыск, незначительно уступает быстродействию твердотопливных газогенераторов.

При наличии в составе РН небольшого числа блоков, например, трех, когда выключение одного из блоков при НШС существенно снижает продольную перегрузку, а значит, потребуется значительное повышение давления газа в баках работающих блоков, предлагается давление газа в баках инертным газом поддерживать на уровне выше потребностей ШС.

При реализации предложенных мероприятий, учитывая высокий уровень надежности всех систем ракетного комплекса, НШС для системы питания действительно будет рассматриваться как исключительное явление, а не как штатное. Тут также необходимо учесть, что запасы прочности для аварийной ситуации меньше, чем для штатного режима.

Проведенные проработки реализации предложенного способа наддува применительно к первым ступеням РН «Энергия», показывают выигрыш в полезной нагрузке не менее 450 кг.

Выводы из данного исследования

Проведенные исследования реальной физической картины, происходящей в системах питания ДУ многоблочной РН при наступлении НШС, позволяют обоснованно подойти к проектированию систем наддува.

Установлено, что потребное минимально-необходимое давление газа в баке при НШС наступает не мгновенно, скачком на $\sim 2 \times 10^5$ Па, а плавно нарастает в течение ~ 3 с, после чего существенно снижается благодаря принятым мерам (слив кислорода из неработающих двигателей, форсирование работающих двигателей). Используемая ранее при расчетах огибающая минимально-необходимых давлений газа в баках работающих блоков при НШС на самом деле является

огибающей кратковременных реально возможных «пиков» потребного давления газа в баке при наступлении НШС в любой момент времени.

Предложено СН для многоблочной РН проектировать конструктивно из двух частей. Первая её часть и основная обеспечивает чистым рабочим телом (например, гелием) потребное давление газа в баках при ШС. При наступлении НШС задействуется её вторая часть, быстродействующая, позволяющая в течение 2 – 2,5 секунд увеличить давление газа в баке на требуемую величину.

При необходимости увеличить давление газа в баке на существенную величину, предложено давление газа в баке при ШС поддерживать основной системой на промежуточном уровне, выше потребностей ШС.

Для упрощения (снижения величины потребного прироста давления) решения поставленной задачи при реализации самой сложной (для СН) НШС, а именно, за несколько секунд до планового дросселирования ДУ, необходимо поддерживать в полете давление газа в баке с кислородом на максимально низком уровне. Такое решение уменьшает прогрев жидкого кислорода, а, следовательно, снижает его температуру на входе в двигатель и потребности в увеличении давления на входе в него.

Список литературы: 1.Губанов, Б.И. Триумф и трагедия «Энергии». Размышления главного конструктора. Т.3. «Энергия - Буран» [Текст] / Б.И. Губанов. – Нижний Новгород. : НИЭР, 1988 г. – 432с. 2.А.с. 319638 СССР, МПК F02k 11/00ж, B64d 37/24. Способ наддува топливного бака [Текст] / Митиков Ю.А. (СССР). – 4520022; заявл. 01.09.89; опубл. 01.10.90. 3.Беляев, Н.М. Системы наддува топливных баков ракет [Текст] /Беляев Н.М. – М. : Машиностроение, 1976. – 335 с.

Поступила в редколлегию 15.05.2012

УДК 62-663.7(045)

В.И. РЫНДЯЕВ, канд.техн.наук, ст. преп., УИПА, Харьков

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ СОЗДАНИИ ТРАНСМИССИЙ СОВРЕМЕННЫХ КОКСОВЫХ МАШИН

Запропоновані часткові критерії оцінки проектних рішень систем трансмісії коксових машин. Показано, що першочергове значення для кількісної оцінки критеріїв працездатності мають значення еквівалентних і максимальних динамічних навантажень.

Ключові слова: критерії оцінки, навантаження, система трансмісії.

Предложены частные критерии оценки проектных решений систем трансмиссий коксовых машин. Показано, что первостепенное значение для количественной оценки критериев работоспособности имеют значения эквивалентных и максимальных динамических нагрузок.

Ключевые слова: критерии оценки, нагрузки, система трансмиссий.

Proposed special criteria for assessing design solutions of systems of transmission of coke machines. It is shown that the primary importance to quantify the performance criteria are equivalent and maximum values of dynamic loads.

Keywords: evaluation criteria, loads, the transmission system.

1. Введение

Отличительной особенностью коксового производства является непрерывная работа основных машин в условиях интенсивно действующих нагрузок [1]. Это приводит к высокой напряженности всех элементов трансмиссий приводов коксовых машин.

Отечественное коксохимическое машиностроение сумело повысить уровень допускаемых напряжений зубчатых передач редукторов при расчёте на контактную выносливость и на выносливость при изгибе, однако число отказов не уменьшается, а расход запасных частей увеличивается.

Причина такого неблагоприятного положения – возросшие динамические нагрузки и появление в трансмиссиях нетехнологических нагрузок. Поэтому создание работоспособных приводов для коксовых машин в условиях интенсивно действующих нагрузок стало острой проблемой, от решения которой в значительной мере зависят показатели отечественных коксохимических заводов.

Целью настоящей работы является анализ формирования нагрузок при эксплуатации машин и разработка критериев оценки проектных решений при создании высокомоментных систем трансмиссий, схемные и конструктивные решения которых обеспечивают повышенный уровень работоспособности элементов трансмиссий по сравнению с существующим.

2. Состояние вопроса

Одна из первых проблем, с которой сталкивается конструктор при проектировании коксовой машины – изыскание рациональной системы трансмиссий привода. Отправным пунктом этого этапа работы является анализ и оценка возможности использования уже известных и апробированных схемных решений [2]. Зачастую такие решения соответствуют поставленным задачам, и главным в этом случае является выбор рациональных параметров элементов трансмиссии, обеспечивающих необходимый уровень работоспособности привода машины и некоторые другие его характеристики. Если же известные системы трансмиссий не позволяют рационально решить поставленные задачи, неизбежен творческий поиск новых решений – один из труднейших, но благодатнейших элементов работы конструктора. При этом, как в первом, так и во втором случае, конструктор вынужден обращаться к анализу различных моделей разрабатываемых систем от сравнительно простых – качественных до весьма сложных эскизных, описываемых дифференциальными уравнениями высоких порядков и т.п. И если изыскание нового схемного решения связано, главным образом, с творческими возможностями конструктора, то выбор из ряда решений наиболее рационального и обеспечение его элементами трансмиссии с параметрами, близкими к оптимальным по сформированным критериям, связано, в основном, с квалификацией конструктора, с его теоретической подготовкой, знанием различных разработанных критериев и моделей, умением их использовать и уточнять применительно к конкретным условиям проектирования.

Под созданием рациональной системы трансмиссии или выбором её рациональных параметров следует понимать разработку такого проектного решения, которое наилучшим образом отвечает ряду предварительно

сформулированных критериев. Уже в такой постановке вопроса очевиден субъективизм оценки различных вариантов конструкций, корни которого кроются в трудностях формирования единственного критерия.

Безусловно, наличие такого критерия дало бы возможность обеспечить разработку по нему оптимальных решений. Такая задача представляется весьма заманчивой, и при подготовке настоящей статьи делалась попытка разработки такого подхода. Однако, в дальнейшем пришлось от него отказаться. На нынешнем этапе развития науки о проектировании коксовых машин создание такого единственного критерия связано с трудностями из-за отсутствия сколько-нибудь достоверных и апробированных частных аналитических моделей «экономические параметры – параметры надёжности», «параметры надёжности – запасы прочности» и т.п. К тому же, уже в оценке «авторитетности» частных критериев кроется определенный субъективизм. Поэтому, когда была проверена эффективность оценок по единому критерию даже для сравнительно несложных решений, оказалось, что неудовлетворительная точность частных моделей привела к невозможности использования.

Поэтому в дальнейшем формулируются ряд частных критериев оценки проектных решений в целом и их отдельных аспектов. При этом оценка превращается в разрешение многокритериальной задачи, не имеющей единственного решения. Окончательный выбор того или иного варианта в решающей мере зависит от конструктора.

Использование частных критериев сужает рамки субъективизма при принятии решения, помогает, а не подменяет конструктора в поиске решений, наилучшим образом отвечающих наиболее важным, по его мнению, критериям. Это, в конечном счёте, способствует созданию рациональных конструкций.

Кроме того, использование частных критериев позволяет избежать многих всё ещё имеющих место проектных ошибок, связанных с выбором нерациональных параметров трансмиссий и приводящих к ненадёжной работе оборудования.

3. Критерии оценки проектных решений

Оценка проектных решений по частным критериям возможна только при наличии моделей, описывающих структуру и поведение систем трансмиссий в различных ситуациях, соответствующих специфическим условиям эксплуатации в коксохимическом производстве [3].

Важнейшими критериями оценки систем трансмиссий, которые были использованы в настоящей работе, являются:

1. Критерий обеспечения параметров процесса и качественных показателей продукции.

2. Критерий работоспособности:

- 2.1 Запас прочности по максимальным нагрузкам.

- 2.2 Запас прочности по эквивалентным нагрузкам.

3. Экономический критерий.

Критерий обеспечения параметров процесса и качественных показателей продукции является исходным, контролирующим соответствие разработанной системы трансмиссии параметрам процесса и нормам точности,

регламентируемым техническим заданием на проектируемое оборудование. Этот критерий не требует специальных обоснований. Очевидно, что создаваемая трансмиссия и её параметры должны обеспечивать проектный диапазон регулирования скоростей, нормы точности продукции (если трансмиссия оказывает на них влияние) и т.п. В какой бы степени создаваемая система трансмиссии ни соответствовала бы другим критериям, она не имеет шансов на реализацию, если не соответствует рассматриваемому.

Понятие «работоспособность» является качественным. Её количественными оценками могли бы быть показатели надёжности. Однако, в коксохимическом машиностроении, учитывая специфику объектов, в настоящее время отсутствуют возможности для использования при оценках проектных решений систем трансмиссии достоверных и обоснованных количественных значений показателей надёжности. Поэтому для оценки работоспособности используются значения запасов прочности. Рассмотрим ряд критериев работоспособности.

Запас прочности по максимальным нагрузкам – является важнейшим критерием работоспособности. И хотя его аналитическое представление достаточно элементарно:

$$n_{\max} = \frac{M_{\max}}{M_i},$$

где $n_{\max}$ – запас прочности по максимальным нагрузкам; $M_{\max}$ – значение максимальной допустимой по условиям пластического разрушения нагрузки; M_i – максимальное значение случайной нагрузки, которая может возникнуть в системе привода.

Однако определение максимального значения случайно нагрузки является сложной задачей, до сих пор не обеспеченной в практике расчётов соответствующими моделями.

$$n_{\text{экв}} = \frac{M_y}{M_{\text{экв}}},$$

где M_y – нагрузка, допустимая по условиям сопротивления усталостным разрушениям; $M_{\text{экв}}$ – эквивалентная нагрузка.

Оценка по этому критерию исключительно важна, т.к. именно отказы усталостного характера типичны для элементов трансмиссий коксовых машин.

Все более важное значение в последнее время приобретают экономические критерии. В качестве основного экономического критерия в работе использован следующий:

$$\begin{cases} \frac{\partial C}{\partial i} = 0; \\ P_1 = P_0 = \dots P_i = \text{const}, \end{cases}$$

где C – затраты на создание системы трансмиссии в грн.; i – характеристика анализируемого варианта; P_i – вероятность безотказной работы варианта с i -ой характеристикой.

Перечисленные не исчерпывают круг критериев оценки проектных решений, но они являются важнейшими с точки зрения цели и задач при создании коксохимического оборудования.

4. Выводы

Предложены частные критерии оценки проектных решений систем трансмиссий современных коксовых машин: обеспечения параметров процесса и качественных показателей продукции, работоспособности, экономический.

Показано, что в соответствии с поставленной задачей, первостепенное значение для количественной оценки критериев работоспособности имеют значения эквивалентных и максимальных динамических нагрузок.

При проектировании нового коксового оборудования необходимо учитывать предельные нагрузки возникающие в системе трансмиссии привода.

Список литературы: 1. *Непомнящий И.Л.* Коксовые машины, их конструкции и расчёты / И.Л. Непомнящий. – М.: Металлургиздат, 1963. – 388 с. 2. *Рындяев В.И.* Основные направления в создании трансмиссий приводов механизмов передвижения коксовыталкивателей // В.И. Рындяев, В.С. Шелехов // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2010. – № 416 (46). – С. 4-6. 3. *Рындяев В.И.* Особенности формирования нагрузок в приводе устройства для выталкивания коксового пирога / В.И. Рындяев // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2011. – № 3/8(51). – С. 42-44.

Поступила в редколлегию 11.05.2012

УДК 621.792.8

А.А. СВЯТУХА, канд. техн. наук, доц., УИПА, Харьков,
И.Б. ПЛАХОТНИКОВА, ст. преп., УИПА, Харьков

ВЛИЯНИЕ МАТЕРИАЛА ДЕТАЛЕЙ НЕПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ, СОБРАННЫХ ТЕПЛОМ МЕТОДОМ С ПОКРЫТИЯМИ

У роботі розглянуті питання забезпечення міцності з'єднань з натягом, деталі яких мають різні матеріали та зібрані тепловим способом із застосуванням покриттів охоплюваної деталі у вигляді різних композитних сумішей.

Ключові слова: Складання, з'єднання, міцність, тепловий, покриття

В работе рассмотрены вопросы обеспечения прочности соединений с натягом, детали которых имеют различные материалы и собраны тепловым способом с применением в качестве покрытий охватываемой детали различных вязких композитных смесей.

Ключевые слова: сборка, соединения, прочность, тепловой, покрытия

In work questions of maintenance of durability of connections with a tightness which details have various materials and collected by thermal way with application as coverings of a covered detail of various viscous composit mixes.

Keywords: Assembly, connections, durability, thermal, coverings

Во многих случаях в соединениях с натягом детали изготавливаются из разно-родных материалов. Большое распространение в машиностроении получили соединения из стальной охватываемой детали (вала) и чугуновой охватывающей (штулка). Значение коэффициента трения в этих соединениях существенно зависит от строения и количества свободного графита в чугуне. Как известно из структуры строения графита [1] атомы углерода располагаются в нём в виде параллельных плоских слоёв, которые отстоят друг от друга на расстоянии

3,40А. При этом атомы углерода в каждой плоскости располагаются в правильный гексагональный ряд с расстоянием между собой равным 1,42А. Прочность связи атомов каждого слоя намного больше прочности связи атомов между соседними слоями. Эта особенность строения графита позволила выдвинуть на основании открытия В.Брега [2] так называемую структурную теорию, объясняющую смазывающую способность графита относительно малой механической прочностью связи между атомами слоёв. Происходящее при трении скольжение графита вдоль этих слоёв способствует значительному уменьшению трения сопряжённых деталей. Этим во многом и объясняется более низкий коэффициент трения для соединений стальной вал-чугунная втулка по сравнению с аналогичными соединениями стальной валь-стальная втулка. Причём с увеличением контактных давлений в соединении коэффициент трения несколько уменьшается.

В связи с этим прочность соединений с чугунной охватывающей деталью, собранных тепловым методом без покрытий в 3-3,5 раза ниже аналогичных соединений со стальной охватывающей деталью. Поэтому повышение несущей способности указанных соединений является необходимым условием надёжной и безопасной работы узла.

Для повышения прочности соединений с натягом стальной вал-чугунная втулка исследовались различные вязкие композитные покрытия из мелкодисперсных порошков в глицерине, а также покрытия на основе раствора жидкого стекла.

Для сравнительной оценки прочности скрепления деталей при тепловой сборке использовались образцы, форма и размеры которых представлены на рис.1

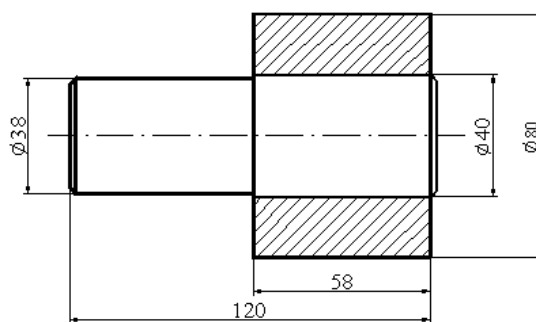


Рис.1. Образцы для проведения сравнительных испытаний

Материалы валов испытываемых образцов изготовлены из нормализованной стали 45; втулки – из высокопрочного чугуна марки ВЧ 42-12. Исходная шероховатость сопрягаемых поверхностей деталей $R_a=2,5$. В качестве покрытий вала использовались композитная смесь из мелкодисперсных металлических порошков алюминия и меди, разведённых в глицерине в соотношении 1:0,12:0,12 [3], а также покрытие на основе раствора жидкого стекла [4]. Натяги в соединениях для всех

образцов составляли $\delta = 0,035$ мм. Температура нагрева втулок находилась в пределах 250 – 300°C. Расчёт температуры осуществлялся по известной формуле:

$$T = \frac{\delta + h + \Delta_{сб}}{\alpha \cdot d} + T_o^{\circ}C,$$

где δ - натяг в соединении, мм; h – толщина покрытия, принимая равной удвоенному размеру части металлических порошков смеси; $\Delta_{сб}$ - сборочный зазор, определяемый зависимостью $0,01 \sqrt{d}$, где d - диаметр сопряжения, мм; α -

коэффициент линейного расширения $(12,1-13,6) \cdot 10^{-6}$; T_0 – температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$.

Покрyтия наносились на вал непосредственно перед сборкой его с нагретой втулкой. Распрессовка соединений производилась после естественного охлаждения их до

температуры окружающей среды с записью диаграммы. Диаграммы распрессовки и графики прочности соединений с некоторыми покрытиями приведены на рис. 2.

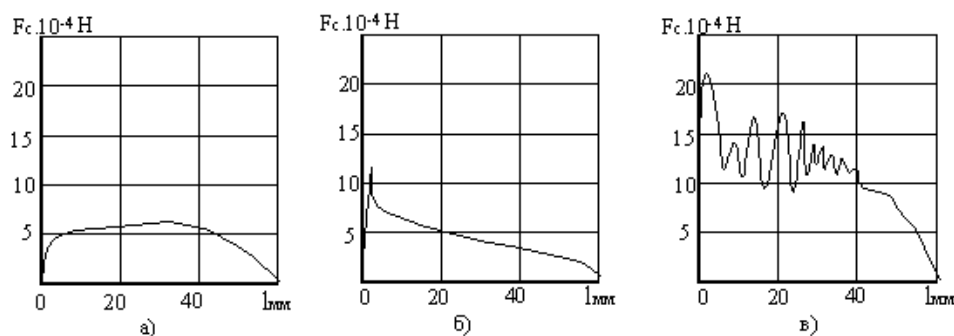


Рис.2 Диаграммы распрессовки соединений стальной вал-чугунная втулка, собранных с различными покрытиями: а) без покрытия; б) глицерин + Al + Cu; в) покрытие на основе раствора жидкого стекла

Из анализа диаграмм следует, что композитная смесь глицерина с мелкодисперсными порошками алюминия и меди позволяет повысить прочность скрепления деталей в 1,4-1,8 раза по сравнению с обычными тепловыми без покрытия. При этом после распрессовки соединения с такими покрытиями не наблюдалось на посадочных поверхностях сопряжённых деталей каких-либо повреждений (задиры, риски, царапины), что позволяет использовать распрессованные детали повторно без дополнительной обработки. К тому же повторную сборку можно производить без нанесения покрытия. Это связано с тем, что после распрессовки на посадочных поверхностях в результате фрикционного осаждения внедрённых в микрорельефности пластичных компонентов покрытия существенно увеличивается площадь контакта поверхностей, которая является одним из главных параметров прочности скрепления деталей соединённых с натягом.

При повторной тепловой сборке соединений из распрессованных деталей и последующей распрессовки усилие срыва практически не уменьшилось по сравнению с первой распрессовкой.

После распрессовки соединений, собранных тепловым методом без покрытий посадочные поверхности имели глубокие задиры, приводящие в негодность обе детали распрессованного соединения.

Значительное повышение прочности скрепления деталей наблюдается в соединениях, где в качестве покрытий вала при тепловой сборке использовался раствор жидкого стекла, обладающий после застывания высоким коэффициентом трения порядка 0,9. Помимо высокого коэффициента трения жидкое стекло обладает хорошей текучестью и способностью несколько увеличиваться в объёме при застывании (кристаллизации). Проникая во все микропустоты затвердевшее стекло может разрывать окисные плёнки, вызывая при взаимном давлении сопряжённых поверхностей втулки и вала холодную микросварку по вершинам шероховатостей. Сочетание высокого коэффициента трения с

наличием мостиков микросварки создаёт прочную связь между сопряжёнными с натягом деталями.

Из графиков усилий срыва (рис.2, в) видно, что прочность с таким покрытием в 4,2 раза выше прочности обычных тепловым без покрытий и в 2,1 раза выше чем с покрытием композитной смесью. При этом повреждения посадочных поверхностей деталей значительно меньше, чем в соединениях собранных без покрытий. Это можно объяснить тем, что образующаяся тонкая плёнка кремнезёма, в случае применения раствора жидкого стекла, внедряясь в поверхность чугунной втулки, образует своего рода наждачный инструмент, который несмотря на значительную фрикционность не повреждает сопрягаемые поверхности, а как бы шаржирует их.

Кроме глицерина представляет интерес использование в качестве связующего материала мелкодисперсных порошков полиметилсилоксановой жидкости типа ПМС-60 ГОСТ 13032-67, которая представляет собой смесь полимеров линейного и разветвлённого строения, содержащих 35,5-38,5% растворённого кремния. Коллоидный раствор кремния в ПМС увеличивает коэффициент трения между сопряжёнными поверхностями деталей соединений с натягом, обуславливая, тем самым, возможность повышения их статической прочности.

С этой связующей жидкостью использовались мелкодисперсные металлические порошки меди и алюминия, а также однокомпонентные порошки никеля Ni, окиси титана TiO_2 . Сравнительные результаты усилий срыва на прочность соединений в зависимости от натяга, собранных тепловым методом с различными покрытиями, где в качестве охватываемой детали был стальной вал, а в качестве охватывающей чугунная втулка представлены на графике (рис.3).

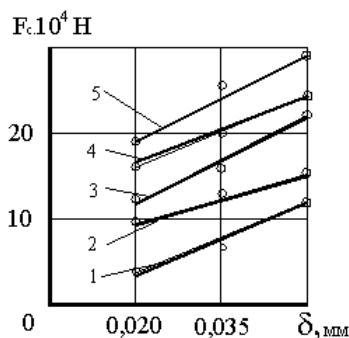


Рис.3. Изменения усилия срыва от натяга для соединений стальной вал-чугунная втулка с различными покрытиями: 1) – тепловые без покрытия; 2) – тепловые с покрытием глицерин+Cu+Al; 3) – тепловые с покрытием ПМС+TiO₂; 4) – тепловые с покрытием ПМС+Ni; 5) – тепловые с покрытием раствором жидкого стекла.

Выводы

Предложенные вязкие композитные покрытия для соединений с натягом стальной вал-чугунная втулка, собираемые тепловым методом оказывают существенное влияние на повышение прочности и качества собранных соединений по сравнению с обычными тепловыми без покрытий. При этом в зависимости от материала мелкодисперсных порошков и связующего материала можно получать соединения с необходимыми эксплуатационными свойствами.

Для соединений, требующих периодической разборки наиболее оптимальным является покрытие на основе глицерина включающее мелкодисперсные порошки меди и алюминия. Использование такого покрытия

позволяє підвищити міцність в 1,7-1,9 рази проти звичайних теплових і зберегти після розпресовки високу якість з'єднаних поверхонь деталей придатних для повторного використання. Для з'єднань, головним умовою яких є висока міцність може бути використано покриття на основі розчину рідкого скла.

Список літератури: 1.Бойден Ф.П., Тейбор Д. Трение и смазка твёрдых тел. М. Маш-е. 1968, 543с. 2.Bragg W. Introduction to Grystal Analysik. Bell a Sons, 1948, p. 64 3.А.с. № 474421 (СССР). Способ соединения деталей. Андреев Г.Я., Святуха А.А., Белостоцкий В.А. – Опубл. в Б.И. 1975, №23 4.А.с. № 1232453 (СССР). Способ сборки деталей с натягом. Святуха А.А., Кравцов М.К., Любов В.А. – Обубл. в Б.И. 1984, №19.

Поступила в редколлегию 12.05.2012

УДК 629.463.65:629.4.01

О.В. ФОМИН, канд.техн.наук, доц., ДонІЗТ, Донецьк

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ВПРОВАДЖЕННЯ РІЗНИХ ПРОФІЛІВ В ЯКОСТІ СКЛАДОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ НЕСУЧИХ СИСТЕМ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ

В статті представлені особливості та результати запропонованої методики впровадження різноманітних профілів в якості складових елементів модулів рами та кузова вантажних вагонів.

Ключові слова: вантажний вагон, профілі несучих систем.

В статье представлены особенности и результаты предложенной методики внедрения различных профилей в качестве составных элементов модулей рамы и кузова грузовых вагонов.

Ключевые слова: грузовой вагон, профили несущих систем.

In the article features and results of realization the offered methodology of introduction of different profiles are presented as component elements of the modules of frame and basket of freight railways carriages.

Keywords: freight carriage, profiles of the bearing systems.

Постановка проблеми і аналіз результатів останніх досліджень

Залізничний транспорт відіграє важливу роль у динамічному розвитку національної економіки, слугує важливою компонентою матеріальної бази виробничих зв'язків між окремими регіонами та країнами для здійснення перевезень. Це визначає особливі вимоги до сучасного рухомого складу, найбільш чисельна та вагома частка якого належить вантажним вагонам. Загальна кількість базових конструкцій вантажних вагонів налічує понад 70 моделей, більшість з яких, в рамках окремих типів [1], суттєво не відрізняються за своїми техніко-економічними показниками (ТЕП). Поряд із зазначеним замовники нових та модернізуємих вантажних вагонів віддають перевагу моделям нового покоління, які характеризуються підвищеними ТЕП.

За оцінками фахівців на сьогоднішній день одним з перспективних напрямків підвищення ефективності роботи вантажних вагонів є удосконалення

складових елементів несучої системи (об'єднує елементи модулів рами та кузова [2, 3]), що обґрунтовує актуальність проведення науково-прикладних робіт з розробки та впровадження відповідних технічних рішень. При цьому ринок матеріалів для вагонобудування та інших галузей важкого машинобудування постійно змінюється – з'являються нові профілі з поліпшеними характеристиками, використання яких в елементах конструкцій позитивно впливатиме на експлуатаційні властивості вагонів. В той же час аналіз профільного науково-технічного заділу вказав на недостатність приділення уваги питанням розширення лінійки модифікацій виконання різких складових елементів несучих систем вантажних вагонів.

Мета статті та викладення основного матеріалу

В статті представлені особливості та результати запропонованої методики впровадження різних профілів в якості складових елементів модулів рами та кузова вантажних вагонів.

На сьогоднішній день можливо умовно виділити наступні основні види профілів, які використовуються у вантажному вагонобудуванні: *прокатні* (наприклад двотавр ГОСТ 5267.5-90, профіль вагонної стійки ГОСТ 5267.6-90 та інші), *гнуті* (наприклад гнутий швелер, гнутий профіль вагонної стійки), *зварювальні* (наприклад зварювальний варіант двотавра з стійки та двох полук), *можливі поєднання* вищеперелічених профілів (наприклад замкнутий профіль з перерізом прямокутної труби, який сформовано в результаті зварювального з'єднання двох прокатних кутників чи гнутих швелерів).

У відповідності до формалізованих описань вантажних вагонів [2, 3] в якості основних складових елементів несучих систем вантажних вагонів можна виділити: хребтову, проміжні, шворневі, лобові (кінцеві) балки; стійки, обв'язування верхнє та нижнє стін бокових; обв'язування верхнє та нижнє, пояси, стійки стін торцевих; елементи каркасу даху вагона.

У статті представлено запропоновану процедуру впровадження різних профілів в якості елементів несучих систем вантажних вагонів у вигляді схематизованої на рис.1 методики. До першого кроку цієї методики віднесено дослідження складової несучої системи вантажного вагону, яку обрано для модернізації. На цьому етапі необхідно визначити функціональні вимоги до складової, що розглядається. В якості таких вимог виділено: вимоги до габаритних, монтажно-складальних та технологічних розмірів; вимоги до показників міцності та експлуатаційної надійності; вимоги до матеріалу, який заплановано використати; показники метало - та матеріалоємності.

Нижче у відповідності до [4, 5] представлені основні функціональні вимоги до складових несучих систем у загальному випадку. Так хребтова балка вагону є основним несучим елементом кузова вагону, який сприймає найбільші навантаження в процесі експлуатації і до якого кріпляться інші – проміжні та поздовжні балки рами і кузова, а також основні елементи автотягачного та гальмового модулів, і через який кузов спирається на візки. Проміжні балки поєднують стіни бокові і торцеві з хребтовою балкою і приймають участь у сприйнятті та передачі відповідних навантажень, вони часто мають елементи які безпосередньо працюють в процесі розвантаження вагону (наприклад упори

розвантажувальних люків). Балки шворневі за функціями схожі з проміжними балками, але мають посилені характеристики для сприйняття більших навантажень, зазвичай виконані коробчастим перерізом для розміщення надп'ятникового та п'ятникового вузлів та інших елементів обпирання вагону на візки. Кінцеві балки поєднують хребтову балку з стінами боковими та торцевими (можуть виконувати функцію обв'язування нижнього стіни торцевої), на них встановлюють елементи автозчепного та гальмового пристроїв. Стійки та пояси (вертикальні, горизонтальні та похилі) стін бокових і торцевих поєднують обв'язування верхнє та нижнє, і сприймають основні навантаження які діють на ці стіни. Обв'язування нижнє є поздовжнім силовим елементом кузова вагону який сприймає основні експлуатаційні навантаження та часто має елементи (кронштейни, скоби, фіксатори) до яких кріпляться у закритому положенні розвантажувальні вузли (люка). Обв'язування верхнє стін бокових та торцевих виконують функцію верхнього елемента каркасу, у відкритих вагонах повинне витримувати і навантаження в результаті дії зусиль, які виникають від взаємодії з вагоноперекидачем, у закритих вагонах повинне мати елементи кріплення даху. Складові елементи даху вагону виконують функції каркасу конструкції яка захищає вантаж від дії атмосферних опадів.

На другому етапі запропонованої методики в залежності від функціональних вимог вузла, що модернізується та виробничих і ресурсних можливостей підприємства приймається рішення про використання обраного типу профілю.

Третій етап включає проведення робіт з теоретично-розрахункової перевірки технічних рішень прийнятих до впровадження. Для реалізації цього етапу на сучасному рівні необхідно створити комп'ютерну модель вузла, що модернізується та включивши її до загальної геометричної моделі вагону перевірити його працездатність. Після чого створюється розрахункова скінчено-елементна модель несучої системи вагону з удосконаленим вузлом (необхідність створення та дослідження роботи по сприйняттю навантажень вузлом у загальній конструкції аргументується тим, що вагон є складною загальнонесучою конструкцією) та проводиться перевірка по сприйняттю їм експлуатаційних навантажень методом скінчених елементів, шляхом моделювання основних експлуатаційних зусиль у відповідності до розрахункових режимів [4, 5]. Потім порівнюються отримані результати з результатами приймальних випробувань даної моделі вагону, робиться висновок про можливість впровадження запропонованого технічного рішення.

На четвертому етапі проводяться експлуатаційні випробування у відповідному об'ємі. Пункт 4 обов'язковий до виконання у разі впровадження принципово нових рішень, які суттєво вплинуть на ТЕП моделі вагону, яка розглядається (наприклад зміни хребтового вузла).

П'ятий (заклучний) етап включає проведення технічної ради та прийняття остаточного рішення про впровадження запропонованого варіанту удосконалення конструкції. Склад технічної ради в залежності від ступеня впливу модернізації конструкції може змінюватись та бути розширений фахівцями керівної залізничної організації та технічного нагляду. По результатам ради складається відповідний акт чи протокол з рекомендаціями щодо подальшого використання.

В разі необхідності у відповідності до чинного законодавства та діючих на підприємстві стандартів вносяться зміни до робочої конструкторської та технологічної документації. Для успішної реалізації актуального напрямку розширення лінійки можливих варіантів виконання складових елементів несучих систем вантажних вагонів необхідно розв'язати науково-прикладну проблему зі створення математичних залежностей зміни основних показників перспективних для вагонобудування профілів (профіль з перерізом прямокутної труби, гнутий швелер, гнутий профіль вагонної стійки, двотавр) від варіації їх геометричних параметрів та розробки відповідних підходів та методів, які б реалізовували комплексно-системний підхід при впровадженні цих профілів.



Рис. Схематичне зображення методики впровадження різних профілів в якості складових елементів несучих систем вантажних вагонів

Висновки і рекомендації щодо подальшого використання

Запропонований та представлений у статті підхід до впровадження різних профілів в якості елементів несучих систем вантажних вагонів було використано при розробці проекту зі створення напіввагонів моделей 12-9904 та 12-9904-01 [6] в результаті чого були впроваджені технічні рішення, які дозволили досягти конкурентоспроможного рівня ТЕП цих вагонів.

Представлену методику доцільно використовувати при проектуванні нових та модернізації вже існуючих вантажних вагонів та інших засобів транспортного машинобудування.

Список літератури: 1.СТУ 3431-96 Вагони вантажні Терміни та визначення [Текст]// – Київ: Держстандарт України, 1997 2.Мороз, В.І., Формалізоване описання конструкції залізничних вантажних вагонів [Текст]/ В.І. Мороз, О.В. Фомін, // 36.наук.праць 107. - Харків: УкрДАЗТ, 2009. - Вип. –С 173-179.3.Фомін, О.В. Блочно-ієрархічне описання конструкції сучасних спеціалізованих вантажних вагонів [Текст]/ О.В. Фомін, О.В.Бурлуцький // Східно-Європейський журнал передових технологій. – Харків. – 4/4(52)2011 С.32-35 4.НБ ЖТ ЦВ 01-

98 «Вагоны грузовые железнодорожные. Нормы безопасности» МПС Россия.. 5. Нормы расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). М.: ГосНИИВ-ВНИИЖТ, 1996. – 354с. 6. Конструкторская документация на полувагоны модели 12-9904 и модели 12-9904-01 (9904.00.000 и 9904.00.000-01) / разработано главн. констр. – А.В. Фомин // – г. Донецк, ПрАО «ДМЗ» 2011г.

Поступила в редколлегию 15.05.2012

УДК 66.041

И.В. ПИТАК, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харьков,
П.В. ШАПОРЕВ, асп. НТУ «ХПИ», Харьков,
В.П. ШАПОРЕВ, докт. техн. наук, проф., НТУ «ХПИ», Харьков,
Р.Я. ПРОТОПОПОВ, асп., НТУ «ХПИ», Харьков

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ИЗВЕСТНЯКА В ШАХТНЫХ ПЕЧАХ

Дослідження розподілу топкових газів по перетину шахтної печі, характер руху матеріалів і газу, кінетика процесу. За результатами досліджень запропоновано конструкція шахтної печі

Исследование распределения топочных газов по сечению шахтной печи, характер движения материалов и газа, кинетика процесса. По результатам исследований предложена конструкция шахтной печи.

The investigation of the flue gas over the cross section of the shaft furnace, the nature of the movement of materials and gas, the kinetics of the process. According to the research proposed the construction of a shaft furnace

Введение

К извести, которая потребляется для технологических целей различными отраслями промышленности, и соответственно к ее качеству предъявляют разнообразные требования. Для обеспечения различных отраслей народного хозяйства известью требуемого качества перед производством всегда стояла задача разработки новых технологических режимов и конструкций печей, которые обеспечивали бы стабильное получение продукта с заданными свойствами. Основными агрегатами для многотоннажного производства извести являются шахтные изветсково-обжигательные печи, в которых в качестве топлива используются доменный кокс или антрацит или сортовые тощие угли. Как правило такие виды топлива применяют в производствах, где наряду в технологическом цикле используется углекислый газ, который содержится в топочных газах с концентрацией 36-40% масс.

Ряд производств, обеспечивающих выпуск высокодисперсных наполнителей и ингредиентов по физико-химическим свойствам близким к наноматериалам первого рода, используют в технологическом процессе, известь с содержанием основного вещества $\text{CaO} > 96\%$, содержащем $\text{CaO}_{\text{акт}} > 92\%$ и суммарным содержанием примесей менее 1,5% [1]. Производство извести для таких технологических процессов требует не только определенной подготовки известняка или мела к обжигу, но в основном использования в качестве топлива природного газа, продукты сжигания которого исключают загрязнение извести

[2].

К вышеуказанному ряду производств относятся производства химически осажденного мела, высокодисперстных оксида и гидроксида кальция, гипохлорида кальция, кальциевых наполнителей для парфюмированной и медицинской промышленности и др. Использование альтернативных источников энергии с целью производства чистого продукта для проведения процесса обжига известняка, как например, СВЧ-энергии [3], электрообогрева [4], солнечной энергии [5], проблематично, поскольку неотработанны реакторные установки для реализации процесса, а также достигнутый уровень исследований [3-5] не позволяет надеяться организацию в ближайшем будущем многотоннажного производства извести.

Поэтому применение газообразного топлива в шахтных известково-обжигательных печах для производства высокообожженной извести с высокой активностью остается необходимым приемом.

Конструктивное оформление обжиговых шахтных печей с использованием газообразного топлива и особенности процесса

Как показал анализ данных по эксплуатации 6 печей на территории Украины на предприятиях основное распространение получили газовые шахтные печи цилиндрического и щелевого типа с прямым профилем футеровки производительностью от 100 до 250 т/сутки, диаметром шахты от 3,2 до 5,4 м и высотой 6-8 диаметров печи. Чаще всего на них используются системы отопления с центральной и двумя рядами периферийных инжекционных горелок без высова [6]. Таким печам характерен высокий удельный расход топлива, составляющий 4000-4700 кДж/кг, в продукте повышенное остаточное содержание CO_2 – до 12% и относительно низкая реакционная способность продукта по времени гашения – 25 минут. При этом содержание $\text{CaO}_{\text{акт}}$ в продукте не превышает 60-65%. В виду этого, производство извести с содержанием основного вещества $\geq 96\%$, остаточным $\text{CO}_2 \leq 2\%$ и содержанием $\text{CaO}_{\text{акт}} > 90\%$ в таких печах затруднено. Очевидно, что печи, работающие на газообразном топливе, расходуют тепла на 15-25% больше, чем лучшие печи на твердом топливе [7, 8]. Перерасход тепла вызывается неполнотой сгорания в фильтрационном слое из-за неравномерного распределения топливного газа по поперечному сечению печи, неблагоприятных условий для перемешивания газа с воздухом в слое кускового материала, в связи с чем затрудняется горение газа, возможен недожег топлива [9, 10]. Кроме того по этой же причине в слое материала возможно возникновение зон с аномально высокой и относительно низкими температурами, что приводит к спеканию продукта реакции или недожегу исходного сырья (известняка, мела) [9, 10]. Известные разработки по усовершенствованию конструктивного оформления шахтных печей [11,12] с целью ликвидации вышеотмеченных недостатков, например, усовершенствование процесса сжигания природного газа с принудительным отклонением факела ил отвод части подогретого воздуха из внутренней части печи перед зоной подогрева, а также оснащение печи балочными многосопловыми горелками [12] не дают кардинального улучшения при протекании фильтрационного горения топлива.

Согласно [13] для термической обработки полидисперстных пород с регулируемой температурой теплоносителя печь должна характеризоваться следующими особенностями: сжигание топлива должно осуществляться вне слоя материала с получением продуктов горения заданной температуры; для обеспечения равномерного распределения теплоносителя и снижения аэродинамического сопротивления движение газов в зоне обжига должно происходить в перпендикулярном направлении по отношению к опускающемуся материалу. Однако достоверные данные по эксплуатации таких печей отсутствуют.

Во всех типах печей независимо от конструктивного оформления различают три основных зоны: зону подогрева, зону обжига и зону охлаждения. Неравномерное распределение скоростей газового потока по сечению шахты оказывают влияние рабочие фракции известняка и характер движения материала в цилиндрической части печи. Наилучшим вариантом характера режима движения материала является вариант, когда средние вертикальные скорости $\bar{V}$ крупных кусков (0,06 – 0,08 м); меньших кусков (0,03-0,04 м) в объеме $\bar{V}_v$ и мелких кусков в пристеночной области $\bar{V}_w$ равны. В работах [14, 15] проведено численное моделирование течения сыпучего материала в реакторе шахтного типа и было с достаточной достоверностью установлено, что выше, указанный вариант может достигаться при среднем размере мелких кусков – 0,03 м, среднем размере крупных кусков – 0,07 м и соответственно массовом содержании фракций 25 – 30 и 70 – 75%. Следует отметить, что такое соотношение фракционного состава известняков достигается перед подачей их в печь при их обогащении с использованием фотоэлектронного сепаратора [16].

Однако общепринятым является утверждение, что в шахтную печь необходимо подавать размеры кусков известняка при соотношении $D_p/d > 45 - 50$. При этом считается, что размер d не влияет на распределение газового потока [18]. Последнее свидетельствует о том, что известняк должен подаваться в печь строго определенной фракцией примерно $d = 0,07 - 0,08$ м при внутреннем диаметре печи $D_p = 3,7 - 5,5$ мм.

Тем не менее даже при таком фракционном составе при движении материала в цилиндрической части шахтной печи при центральной выгрузке наблюдается отличие приосевой и пристенной скоростей в зоне обжига на 5-8% с преобладание приосевой. Эта неравномерность может быть сглажена с использованием нескольких отверстий для выгрузки извести вблизи стен. Таким образом вопрос о фракционном составе известняка, подаваемого в печь и условиях равномерного движения материала с различным фракционным составом вдоль шахты печи теоретически и практически решен в известной литературе.

Кинетика обжига известняка при условии движения плотного слоя материала и фильтрации через этот слой топочных газов достаточно исследована во многих работах [2, 7, 8]. Для практических случаев, когда кусковой слой материала нагревается горячими газами время полного разложения известняка, то есть

условное время пребывания в зоне обжига печи, может быть оценено по уравнению [7]:

$$\tau_{II} = \frac{Q_y \cdot \rho_o \cdot C_o \cdot r_o}{300 \cdot \alpha \cdot \lambda_o \cdot \Delta T_2} \cdot \left[(1 - E \cdot T_B) \cdot \left(\lambda_o + \frac{\alpha \cdot r_o}{2} \right) - \frac{1}{4} \cdot E \cdot \alpha \cdot \Delta T_2 \cdot r_o \right] \quad (1)$$

где Q_y - удельный расход тепла кДж/кг;

ρ_o - плотность известняка – 2553 кг/м³;

C_o - содержание CaCO₃, %_{масс};

r_o - радиус куска известняка, м;

α - коэффициент теплообмена в интервале температур от 950-1300 °С – 62,85÷838 кДж/(м²·ч·К);

ΔT_2 - разность температур между газовой средой и веществом;

λ_o - коэффициент теплопроводности кДж/(м·с·К),

$$\lambda_o = \frac{\lambda_T}{(1 + ET)}$$

где E - коэффициент $\sim 0,42 \cdot 10^{-3}$;

$$\lambda_T = \lambda_o (1 + ET) .$$

В общем случае время пребывания материала в печи от момента загрузки и до момента выгрузки определяется суммой времен пребывания в каждой из зон шахтной печи:

$$\tau_1 + \tau_{II} + \tau_{ox} = \tau \quad (2)$$

где τ_1 - время пребывания в зоне подогрева;

τ_{II} - ф.2;

τ_{ox} - время пребывания в зоне охлаждения.

Согласно [7, 8] расчет τ_1 и τ_{ox} производится аналогичным образом, для τ_1 выбираем интервал температур среды от 1300 до 250 – 300 °С, τ_{ox} - выбирается интервал температур для материала от 1000 до 100 °С и учитывается плотность продукта при степени разложения известняка 98% ($\rho_{CaO} = 1700$ кг/м³). В зоне подогрева лимитирующей стадией является подвод тепла от газа к кусковому материалу и при этом α можно принять равным $\sim 400 \div 450$ кДж/(м²·ч·К) [7] и τ_1 оценивается 0,8÷1 часа. Общее время пребывания материала в печи (зоне подогрева и зоне обжига) оценивается 1,4÷1,5 часа, средняя скорость перемещения материала в цилиндрической части печи оценивается как 0,004 м/с, что позволяет считать фильтрующий слой условно неподвижным.

Таким образом можно считать, что наиболее ответственной частью всех печей является распределение скоростей газового потока по сечению шахты печи и глубина радиального проникновения газового потока в слой материала. Эти характеристики оказывают влияние на качество известняка и равномерность обжига известняка.

Исследование распределения тепловых газов по сечению печи и кинетики разложения известняка в печах являются целью данной работы.

Методика проведения эксперимента

Исследования процессов были проведены на холодной и горячей

аэродинамической модели, выполненной в виде сектора промышленной печи. Шахта горячей модели имела прямоугольную форму с размерами в плане 0,5×1,2 м и высотой 7,5 м, с зонами: подогрева (40% полезной высоты шахты от Н-засыпки), обжига (40% от Н-засыпки), охлаждения (20% от Н-засыпки). Ниже границы между предполагаемыми зонами подогрева и обжига, а также на половине зоны обжига установлено по три фурмы для подачи топочных газов. В области установки фурм имеется уменьшение внутреннего размера модели за счет высова корпуса фурм на 10-15%. Вне внутренней части печи (модели) фурмы соединены с футерованными боровами из легковеского наливного огнеупора, в которых установлены горелки типа ГПН-3 конструкция института теплопроект [17].

В опытах исследовался природный газ с теплотой сгорания $Q_H^p = 35,6 \text{ МДж/м}^3$, $\rho = 0,73 \text{ кг/м}^3$. Учитывая возможность использования рециркулирующего воздуха из зоны охлаждения температура воздуха подаваемого в горелки принята 150-200 °С, коэффициент расхода воздуха $\alpha = 1,1$, давление в топке 50-100 Па. Длина пламени горелки 0,5-0,6 м, соответственно факел заканчивается на выходе из фурмы. Фурмы ниже зоны подогрева установлены по воображаемой окружности через 120°, а в зоне обжига фурмы по отношению к предыдущей смещены на 60°, то есть они также друг от друга установлены через 120°, но смещены относительно предыдущих на 60°. воздух нагнетался в горелки и боровы соответственно вентиляторами в боровы подавался холодный воздух, измерение расхода осуществлялось с помощью диафрагм и микроманометров. Отвод газа из печи также осуществляли с помощью вентиляторов через систему циклонов, а затем в дымовую трубу.

Для замера температур по высоте печи и на выходе из фурм установлены термодары в защитных чехлах. Воздух для охлаждения извести вводился в нижнюю часть конического бункера, который имел угол раскрытия конуса 30° и на выходе валковый выгрузатель. Пробы газа, отбираемые по высоте печи и на выходе, анализировались на аппарате ВТИ-2, химический недожег определяли по методике [18]. В него загружался известняк (CaCO_3 – 98,5%, MgO – 0,2%) полидисперсного состава с содержанием фракции 0,027 м – 30% и фракции 0,065 м – 70%, общий расход природного газа составлял 38,7 $\text{м}^3/\text{ч}$. Холодная аэродинамическая модель была выполнена из прозрачного стекла и соответствовала 1/10 предполагаемой промышленной печи диаметром 3,5 м. область распространения газового потока в слое материала определялась путем фиксирования окрашенных участков кусковой засыпки. В качестве индикатора цветной реакции использовалось взаимодействие паров йода, содержащихся в подаваемом воздухе имитирующим газ, с крахмалом, нанесенным на поверхность кусков известняка слоем ~ 1 мм (0,001 м). воздух из модели отводился посредством вентилятора, в модели осуществлялся перекрестный ток материала и газа с последующим противоточным отводом газа через верх модели.

Штуцера для подачи газа в холодной модели примерно соответствовали расположению фурм в горячей модели. Опыты проводились как с использованием полидисперсного состава известняка так и с отдельными фракциями.

В штуцера подавался воздух насыщенный парами йода с расходом в 10-15 раз меньше по отношению суммарного расхода образующихся топочных газов на выходе из фурм.

Результаты экспериментальных исследований

Визуальные наблюдения на холодной модели показали, что при засыпке однородными размерами известняка (0,06-0,07 м) при подаче воздуха в одну или три штуцера наиболее яркая и «густая» окраски наблюдается у стен и на расстоянии от стен $\sim 75-80$ мм, затем при продвижении по радиусу модели к центру окраска «блекнет». Такая же картина наблюдалась и при загрузке в модель известняка фракцией 0,03-0,04 м, однако окраска блекла уже на расстоянии 45-55 мм от стенок моделей, а в центре сечения практически цвет не изменялся. Другой особенностью, которая наблюдалась, было то, что окраска распространялась вдоль оси холодной модели как вверх, так и вниз от точки ввода газа. Если условно оценить толщину окраски за единицу, то примерно от точки ввода газа вверх окрашено 0,7-0,8, а вниз 0,2-0,3. В целом оценивая вышеприведенные результаты можно считать, что они свидетельствуют преимущественно о кольцевом токе подаваемых газов в модели вдоль стенок и взаимодействии зон противотока и прямотока соответственно вверх и вниз модели. Увеличение расхода газа через штуцера в 1,5 раза сместило глубину окраски на 5-7 мм в радиальном направлении, что свидетельствует о вообщем-то неэффективности этого мероприятия. Относительно равномерное распределение окраски по поперечному сечению слоя было достигнуто, когда штуцера подачи воздуха были выдвинуты вглубь слоя на 0,04 м, а слой известняка представлял собой полидисперстную систему состоящую из кусков размером 0,04 м и 0,07 м при соотношении 20 и 80% соответственно. Куски меньшего размера произвольно распределялись по объему модели при загрузке смеси, тем не менее наблюдалось относительно равномерное их распределение по объему исследуемого слоя, степень сегрегации составляла примерно 5-7%. В этом случае максимальное радиальное проникновение Π_o струи воздуха примерно пропорционально

$$\sim 0,06 \frac{H}{d},$$

где d - размер 0,06 м. При этом также наблюдалось возникновение зон противотока $\sim 0,6-0,7$ и прямотока 0,3-0,4. Такой эффект (условно равномерное распределение окраски) по-видимому наблюдается из-за изменения структуры потока материала за счет высова штуцеров. Определение глубины проникновения топочных газов с температурой 1250 °С в радиальном направлении проводилось также на горячей модели путем одновременного отбора проб газа, отходящего из печи и из слоя кускового материала по диаметру шахты на уровнях, где расположены фурмы и на уровнях выше фурм (на расстояниях 1,2 м) и ниже фурм (на расстояниях 1, 2 м). Средний размер кусков загруженного в печь известняка в разных опытах был равен $d = 0,037$ и 0,076 м. Каждый последующий отбор проб газа проводили через 9-10 минут (540-600 сек). Расчет статистических характеристик и коэффициентов уравнений проникновения топочных газов в радиальном направлении был проведен на ЭВМ. Получено

уравнение для расчета проникновения топочных газов в радиальном направлении.

$$P_o = C \cdot V_{Tr} \cdot d^{0,4} \cdot H^{0,3} \quad (3)$$

где $C = 4,0$;

V_{Tr} - объем топочных газов нм^3 ;

d - диаметр кусков материала большого размера, м;

H - высота засыпки, м.

Величина среднего отклонения значений проникновения, рассчитанных по уравнению составляет $\pm 12\%$.

Наблюдения за поведением материала непосредственно у фурм свидетельствует об отсутствии очагов высокой температуры (рис.1).

При этом зона поддержания указанного распределения температур по высоте составляла примерно 3-3,2 м. Ниже этой зоны температуры слоя составляла $860-900^\circ\text{C}$, при этой температуре дальнейший обжиг

прекращался. Тем не менее установлено, что по сравнению с типовыми шахтными печами в зоне поддержания температур $1050-1070^\circ\text{C}$ наблюдается адиабатическая выдержка при температурах больше 1000°C в слое 1,2-1,5 м, то есть по высоте слоя ниже и выше точек ввода топочных газов. Это свидетельствует о том, что существует (как и в холодной модели) прямоток топочных газов ниже зоны ввода и противоток выше этой зоны, что удлиняет зону обжига и позволяет увеличить степень обжига на 3-4%, а производительность печи на 10%.

На рис. 2 приведена принципиальная схема конструкции печи, распределение температур и степени обжига по ее высоте.

Приведенные результаты экспериментов (рис. 2) свидетельствуют о том, что диссоциация кускового известняка на начальном этапе процесса определяется фактором температуры, а при степени обжига куса свыше $\alpha = 80-85$ лимитирующим процессом является внутренний массоперенос в поверхностной оболочке извести. Конструкция печи, которая обеспечивает прямоточно-противоточный принцип теплообмена позволяет осуществлять адиабатическую выдержку в зоне обжига при температурах $1050-1070^\circ\text{C}$, что обеспечивает возможность получать известь с содержанием основного вещества 96-97% и содержанием $\text{CaO}_{\text{акт}} \gg 90\%$. Достигнутое при исследованиях увеличение производительности на 20-25%, сопровождалось снижением удельного расхода топлива на 10%. Фракционный состав известняка загружаемый в печь позволяет считать, что возможна утилизация отходов классификации карбонатного сырья фракции 20-40 мм.

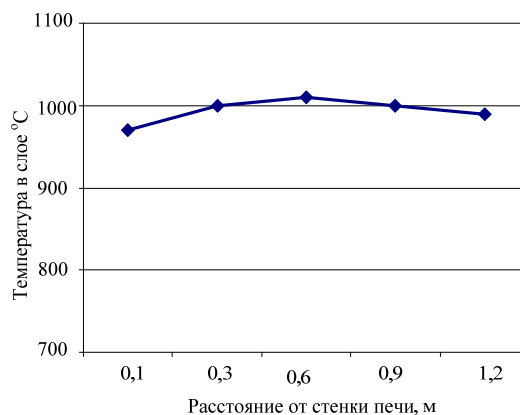


Рис. 1. Температурное поле в слое материала в районе фурм

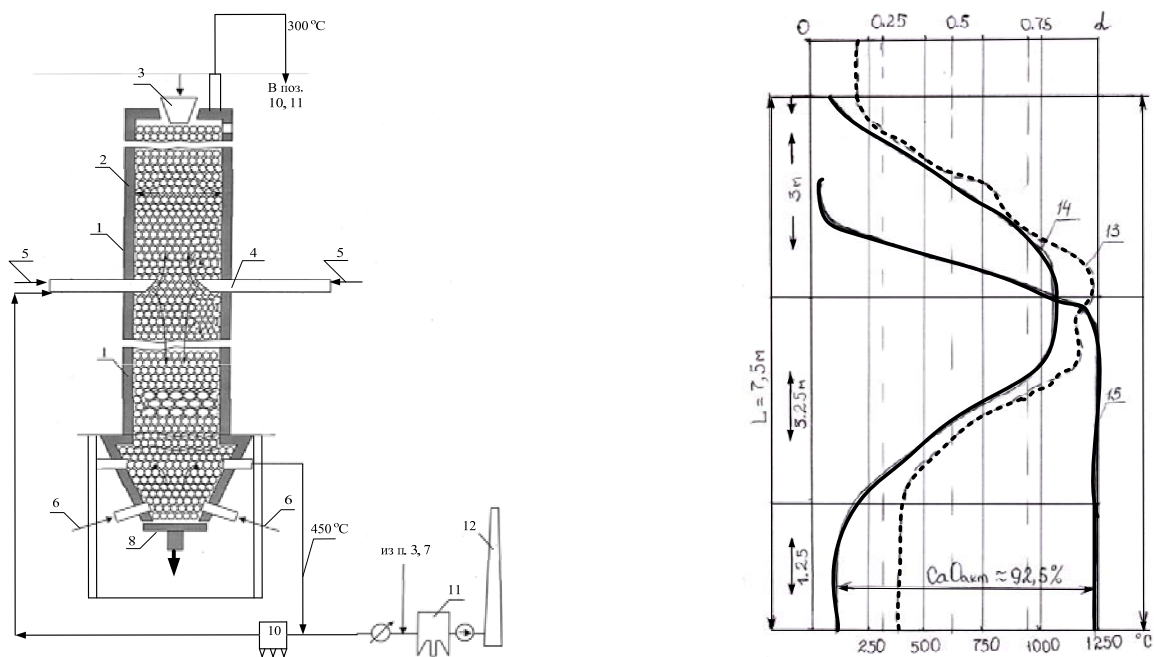


Рис. 2. Схема конструкции печи, принципиальной обвязки, распределения температур и степени обжига по ее высоте: 1 – корпус, 2 – футеровка, 3 – узел подачи известняка, 4 – фурмы с каналами и горелками ГПН, 5 – подача природного газа, 6 – подача холодного воздуха, 7 – выход топочных газов из печи, 8 – выгрузка извести, 9 – отвод горячего воздуха, 10, 11 – батарея циклонов, 12 – дымовая труба, 13, 14 – графики температуры газов и материала, 15 – график степени превращения α

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о целесообразности разработки и широкого внедрения новой конструкции печи в различных отраслях промышленности.

Список литературы: 1. Карзун Е.Г. Исследование процесса смачивания извести водой перед подачей ее в гидратор в производстве высокодисперсного гидроксида кальция или пушонки [Текст] / Е.Г. Карзун, Д.В. Боглаенко, В.П. Шаповрев, П.В. Шаповрев // Восточно-Европейский журнал передовых технологий – 2007. - № 1/3 25. С. 41-46). 2. Ткач Г.А. Производство соды по малоотходной технологии [Текст]: учебное пособие / Г.А. Ткач, В.П. Шаповрев, В.М. Титов. – Х.: ХГПУ, 1998. – 430 с. 3. Кадыров Р.Р. Элементы повышения экологической безопасности производства извести [Текст]: / Р.Р. Кадыров, И.Х. Бикбулатов, А.И. Каяшев. // Инженерная экология. – 2002. - №2. – С. 24-30. 4. Шахин И.Х. Анализ способов производства извести и обжига карбонатного сырья [Текст]: / И.Х. Шахин, В.П. Шаповрев, О.А. Лопухина // Вестник НТУ «ХПИ». 2003. - №3. – С. 76-90. 5. Пащенко А.А. Свойства вяжущих синтезированных в солнечных печах [Текст]: / А.А. Пащенко, Р.А. Акрамов, К.А. Ибрагимов. // Неорганические материалы. – 1985. – Т. 21. - №5. – С. 870-872. 6. Сокращение использования природного газа за счет перевода существующих известково-обжиговых печей на твердое топливо [Текст]: Сборник трудов I Межотраслевой научн.-практ. конф., молодых ученых и специалистов. «Инновационные пути модернизации базовых отраслей промышленности, энерго- и ресурсосбережения, охрана окружающей природной среды», 27-28 марта 2012 г. Харьков. – С. 122-134. 7. Монастырев А.В. Производство известняка [Текст] / А.В. Монастырев. – М.: Высшая школа, 1972. - 207 с. 8. Табунщиков Н.П. Производство извести [Текст] / Н.П. Табунщиков. М.: Химия, 1974 – 240 с. 9. Белоглазов И.Н. Математическое моделирование и численный анализ шахтной печи [Текст] / И.Н. Белоглазов, В.О. Голубев // Цветные металлы. –

2005. - №7. – С. 31-35. **10.** Промышленные печи и высокотемпературные реакторы [Текст]: сб. тр. конф. (2006) / Спб «Руда и металлы», 2006. – с. 73-75. **11.** Ильяшенко Н.И. Исследование аэродинамических характеристик шахтных известковых печей с принудительным отводом газа через керн. [Текст] / Н.И. Ильяшенко, В.Е. Фильшин // Реж. Журнал Механика. – 1976. №1. – 168 с. **12.** Исследование процесса обжига известняка в шахтных печах с газообразным топливом [Текст]: труды НИОХИМ. Харьков, 1981. Т. 56. – С. 64-76. **13.** Тепловая работа шахтных известе-обжигательных печей [Текст]: автореф. дис. ...д-ра техн. наук : 273 / Н.П. Табунщиков; [институт стали и сплавов]. М., 1971. – 65 с. **14.** Дорофеенко С.О. Численное моделирование движения сыпучего материала в реакторе шахтного типа [Текст] / С.О. Дорофеенко // Теоретические основы химической технологии. – 2007. – Т. 41, № 2. – С. 205-212. **15.** С.О. Дорофеенко. Численное моделирование течения бидисперсного сыпучего материала в реакторе шахтного типа [Текст] / С.О. Дорофеенко // Теоретические основы химической технологии. – 2007. – Т. 41, № 6. – С. 625-629. **16.** Шапоров П.В. О возможности обогащения известняков класса 40-150 мм с использованием фотоэлектронного сепаратора [Текст] / П.В. Шапоров, В.Ф. Райко, В.В. Себко // Вестник НТУ «ХПИ». – 2010. – № 16. – С. 139-153. **17.** Исламов М.Ш. Проектирование и эксплуатация промышленных печей [Текст]: учеб./ М.Ш. Исламов. – Х.: Химия, 1986. – 279 с. **18.** Работы по усовершенствованию технологии и контроля производства соды [Текст]: науч. работы. Харьков, 1971. – с. 140-143.

Поступила в редколлегию 15.05.2012

УДК 621–05

Т.С. САЛЫГА, асис., НТУ «ХПИ», Харьков,

А.В. КРАСИЛЬНИК, вед. инж. ОПК «Гидроэлекс», Харьков

ДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ ГІДРОПРИВОДУ НАВІСНОГО ОБЛАДНАННЯ ТРАКТОРА Т-150

У статті розглянуті питання моделювання перехідних процесів в пропорційному розподільнику зі зворотним зв'язком по тиску навантаження з електро пропорційним управлінням для гідроприводу навісного устаткування трактора Т-150. Складена математична модель, що описує роботу пропорційного розподільника, знайдені його динамічні характеристики та показники якості регулювання. Дана оцінка динамічним властивостям, швидкості регулювання та якості перехідних процесів.

В статье рассмотрены вопросы моделирования переходных процессов в пропорциональном распределителе с обратной связью по нагрузке с электропропорциональным управлением. для гидропривода навесного оборудования трактора Т-150. Составлена математическая модель, описывающая работу пропорционального распределителя, определены его динамические характеристики и показатели качества регулирования. Дана оценка динамическим свойствам, скорости регулирования и качеству переходных процессов.

Questions of the transient process modelling in the proportional valve with a feedback on loading with electroproportional control are considered in the article for a hydrodrive of the hinged equipment of tractor T-150. The mathematical model describing work of the proportional valve is made. The dynamic characteristics and regulation quality parameters of the proportional valve are identified. The estimation is given dynamic properties, speed of regulation and quality of transients.

Одним з основних напрямків розвитку машинобудування є підвищення якості техніки й розширення її технічних можливостей. Для рішення цього завдання, зокрема, пропонується використовувати пропорційні секційні розподільники (ПР), що забезпечують плавне регулювання витрати незалежно від

навантаження замість циклових розподільників. Такі розподільники можуть бути використані в тракторобудуванні, сільгоспмашинобудуванні, шляхово-транспортному машинобудуванні й ін.

Застосування в гідравлічній системі напісного пристрою трактора Т-150К ПР зі зворотним зв'язком по тиску навантаження дозволить зменшити енергетичні втрати приводу й, як наслідок – зменшити витрати палива, збільшити строк експлуатації робочої рідини й ресурс гідроапаратів, а також дозволить плавно регулювати швидкість переміщення виконавчого органа.

У даній статті розглядається метод визначення динамічних характеристик секційного пропорційного розподільника для гідроприводу навісного устаткування трактора Т-150 [1]. Складемо розрахункові схеми та запишемо рівняння які утворюють математичну модель описуючу роботу ПР з електрогідравлічним керуванням. Розрахункові схеми представлені на рис. 1 та рис. 2.

Позначення та опис елементів математичної моделі наведено в таблиці 1.

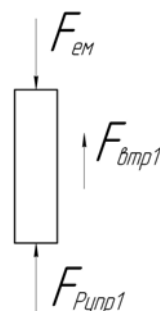


Рис. 1. Розрахункова схема для золотника блоку електрогідравлічного керування

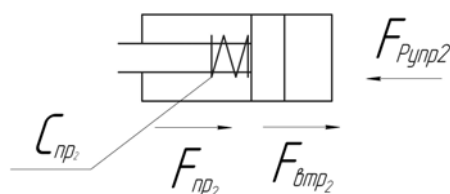


Рис. 2. Розрахункова схема системи ліній управління – золотник розподільника

Таблиця 1. Позначення елементів розрахункової схеми

Позначення параметра	Опис	Одиниця вимірювання
$F_{эм}$	Зусилля, що управляє, зі сторони пропорційного електромагніту (ПЕМ)	кгс
$F_{рупр1}$	Сила дії тиску робочої рідини на торець золотника пілота	кгс
$F_{рупр2}$	Сила дії тиску робочої рідини на торець основного золотника	кгс
$F_{втр1}$	Сила в'язкого тертя, що діє на золотник каскаду керування	кгс
$F_{втр2}$	Сила в'язкого тертя, що діє на головний золотник	кгс
$F_{пру}$	Сила, з якою на золотник діє пружина	кгс
$F_{ин1}$	Сила інерції золотника редукційного клапана	кгс
$F_{ин2}$	Сила інерції золотника розподільника	кгс
$C_{пру}$	Жорсткість пружини	кгс/см

Рівняння рівноваги золотника блоку гідравлічного керування:

$$F_{em} = F_{in1} + F_{Pкер1} + F_{втр} \quad (1);$$

Сила інерції дорівнює:

$$F_{in1} = m_1 \frac{d^2 x}{dt^2},$$

де x – переміщення золотника пілота.

Сила дії рідини: $F_{Pкер1} = p_{кер} S_1$. Сила в'язкого тертя $F_{втр} = k_{втр1} \frac{dx}{dt}$, де m_1 – маса золотника редукційного клапана; S_1 – площа торця золотника редукційного клапана; $k_{втр1}$ – коефіцієнт в'язкого тертя.

Рівняння рівноваги золотника розподільника:

$$F_{Pкер2} = F_{in2} + F_{np2} + F_{np20} + F_{втр2} + F_{сх} \quad (2);$$

Сила інерції дорівнює:

$$F_{in2} = m_2 \frac{d^2 y}{dt^2},$$

де y – переміщення золотника розподільника; m_2 – маса золотника розподільника.

Зусилля стислої центруючої пружини – $F_{np2} = C_{np} y$. Зусилля попереднього підтискання центруючої пружини – F_{np20} . Сила дії тиску робочої рідини на торець золотника розподільника – $F_{Pупр2} = p_{упр} S_2$, де S_2 – площа торця золотника розподільника.

Сила в'язкого тертя:

$$F_{втр2} = k_{втр2} \frac{dy}{dt},$$

де $k_{втр2}$ – коефіцієнт в'язкого тертя.

Складемо витратні схеми для блоку пілоту та головного розподільника [2] представлені на рис. 3 та рис. 4.

Позначення елементів схеми балансу витоків приведено в таблиці 2.

Таблиця 2. Обозначения элементов схемы балансов расхода

Обозначение параметра	Название	Единица измерения
$Q_{уп}$	Витрата, що йде на каскад управління	см ³ /с
$Q_{вх}$	Витрата через напірну кромку	см ³ /с
$Q_{зл}$	Витрата через зливну щілину блоку електрогідравлічного управління	см ³ /с
Q_v	Витрата на переміщення золотника розподільника	см ³ /с
Q_y	Витрата, що йдуть на витоки	см ³ /с
$Q_{вх}$	Витрата, що йде на головний розподільник	см ³ /с
$Q_{сж}$	Витрата на стискання об'єм робочої рідини.	см ³ /с

Витратні схеми представлені на рис. 3 та рис. 4.

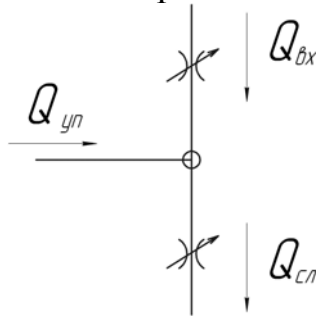


Рис. 3 . Витратна схема для пілота

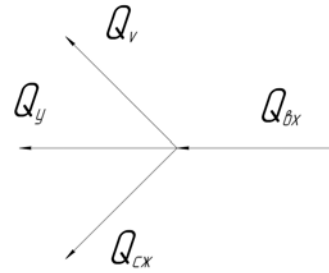


Рис.4 . Витратна схема для розподільника

Рівняння балансу витрат:

$$Q_{вх} = Q_v + Q_{см} + Q_{в} + Q_{зл} \quad (3)$$

Витрата на переміщення золотника розподільника: $Q_v = S_2 \frac{dy}{dt}$. витрата на стиснення об'єму робочої рідини: $Q_{см} = \frac{V}{E} \frac{dp_{кер}}{dt}$, де V – об'єм лінії управління; E – модуль пружності робочої рідини і лінії управління; $k_{вт}$ – коефіцієнт витоків. Втрати на витоки: $Q_{в} = k_{в} p_{кер}$.

Витрата через кромку, що дроселює, визначається по формулі:

$$Q = \mu \cdot S_{др}(x) \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho}}, \quad (4)$$

де Q – витрата робочої рідини через кромку, що дроселює, см³/с; μ – коефіцієнт витрати; $S_{др}(x)$ – величина площі прохідного перетину кромки золотника, см², що дроселює; Δ – перепад тиску нар кромці золотника, кгс/см², що дроселює; ρ – щільність робочої рідини (кгс/см³)/(см/с²).

Коефіцієнт витрати μ будемо вважати незмінним [3]. Площа залежить від того на скільки відкритий зворотній клапан. Крім того, витрата при позитивному і нульовому перекритті щілин вважатимемо рівним нулю. Тоді рівняння витрат через щілини, що дроселюють, приймуть наступний вигляд.

Для напірної щілини:

$$Q_{вх} = \begin{cases} 0 \leftarrow x - h_0 \leq 0 \\ \mu \sqrt{\frac{2}{\rho}} S_{вх} \sqrt{p_{ним} - p_{кер}} \leftarrow x - h_0 > 0 \\ S_{вх} = \frac{8}{3} (x - h_0) \sqrt{(x - h_0)(D - (x - h_0))} \end{cases} \quad (5);$$

де D – діаметр отвору, що підводить, в корпусі блоку гідравлічного управління;

h_0 – початкове позитивне перекриття щілини, що дроселює.

Для зливної щілини:

$$Q_{3л} = \begin{cases} 0 \leftarrow x + h_0 \geq 0 \\ \mu \sqrt{\frac{2}{\rho}} S_{3л} \sqrt{p_{кер}} \leftarrow x + h_0 < 0 \\ S_{3л} = \frac{8}{3} |x + h_0| \sqrt{|x + h_0| (D - |x + h_0|)} \end{cases} \quad (6)$$

де $S_{3л}$ – площа прохідного перетину щілини, що дроселює;

Внаслідок узагальнення рівнянь (1) – (6) та їх складових одержимо:

$$\begin{cases} \frac{d^2 y}{dt^2} = \frac{1}{m_1} (F - p_{кер} S_1 - k_{впр1} \frac{dx}{dt}) \\ \frac{d^2 y}{dt^2} = \frac{1}{m_2} (p_{кер} S_1 - C_{np2} x - F_{np20} - k_{впр2} \frac{dy}{dt} - p_{кер} S_2) \\ \frac{dp}{dt} = \frac{E}{V} (Q_{вх} - S_2 \frac{dy}{dt} - k_6 p_{кер} - Q_{3л}) \end{cases} \quad (7)$$

Системи рівнянь (7) – (9) утворюють математичну модель системи: золотник розподільника – золотника блоку електрогідравлічного керування.

Проаналізувавши основні конструкції існуючих розподільників та блоків електронного керування, та враховуючи швидкість та режим течії робочої рідини [4] обираємо наступні конструктивні параметри пропорційного розподільника: діаметр головного золотника 22мм; діаметр пілотного золотника 8мм; номінальне зусилля електромагніту 5,88 кгс/А; переміщення золотника пілоту 5мм; переміщення золотника розподільника 7мм; коефіцієнт в'язкого тертя 0,01; сила сухого тертя, 1,5 кгс; маса золотника розподільника; $0,5 \times 10^{-3}$ кгс $\times$ с²/см; жорсткість центруючої пружини 19 кг/см²; об'єм лінії управління 20см³; коефіцієнт витоків, 0,017см⁵/(кгс $\times$ с²); модуль пружності робочої рідини 1×10^4 кгс/см².

Моделювання динамічних процесів проведемо в пакеті імітаційного моделювання Matlab Simlink (trial version).

Одержані графіки перехідних процесів представлені на рис. 5 та рис 6.

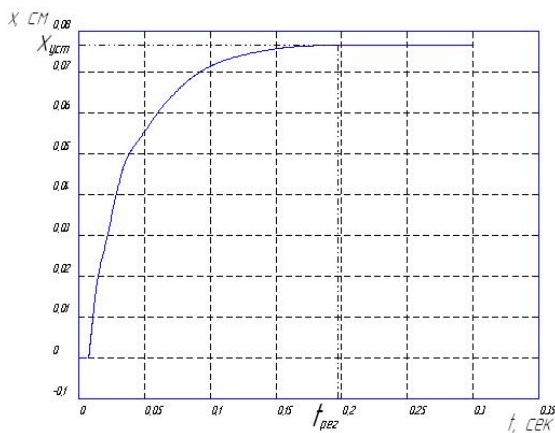


Рис. 5. Хід золотника пілота

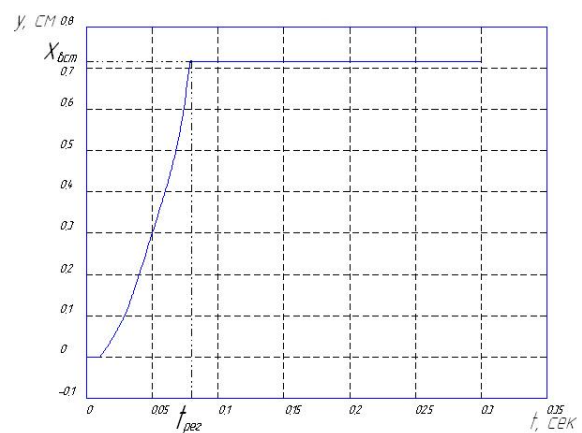


Рис. 6. Хід золотника розподільника

З отриманого графіку можливо знайти показники якості перехідних процесів. Для золотника пілоту час регулювання $t_{уст}$ дорівнює 0,196с, переміщення, що встановилося дорівнює максимальному переміщенню $x_{вст} = x_{max}$

і дорівнює 0,077см.

Величина пере регулювання:

$$\sigma = \frac{x_{\max} - x_{\text{вст}}}{x_{\max}} \cdot 100$$

$$\sigma = \frac{0,077 - 0,077}{0,077} \cdot 100 = 0 \%$$

Для золотника розподільника час регулювання $t_{\text{уст}}$ дорівнює 0,08с, переміщення, що встановилося $x_{\text{вст}} = 0,72$ і максимальне переміщення $x_{\max} = 0,725$

Величина перерегулювання:

$$\sigma = \frac{x_{\max} - x_{\text{вст}}}{x_{\max}} \cdot 100$$

$$\sigma = \frac{0,725 - 0,72}{0,72} \cdot 100 = 0,7 \%$$

Таким чином, в результаті виконання машинного експерименту, були отримані графіки часу спрацьовування золотників пілотного та головного розподільовачів. Аналіз результатів моделювання дозволяє відмітити, що розподільник з обраними параметрами має високі показники якості регулювання. Час регулювання золотника основного каскаду складає 0,08с, максимальне переміщення 0,725 см, величина перерегулювання 0,7%

Список літератури: 1. Салига Т.С. Оптимизация пневматической системы управления гидравлической системой сельскохозяйственных машин / Т.С. Салига А.В. Красильник // Вісник національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: «Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування». –Харків: НТУ «ХПІ». – 2010. – №2. – 138с. 2. Автоматические манипуляторы и робототехнические системы / Крейнин Г.В., Кривц И.Л., Винницкий Е.Я. Ивлев В.И.; под ред. Г.В. Крейнина. – М.: Машиностроение, 1993. 304 с. 3. Попов Д. Н. Динамика и регулирование гидро - и пневмосистем.: Учебник для ВУЗов, 2-е изд. – М.: Машиностроение, 1987. — 464 с. 4. Н.С Гамынян, Я.А. Каменир, Б.Л. Коробочкин, И.М. Крассов, В.А Лещенко, Е.М. Хаймович Гидравлический следящий привод.- М.: Машиностроение, 1968.-562с.

Поступила в редколлегию 22.05.2012

Н.У. ГЮЛЕВ, канд.техн.наук, доц., ХГАГХ, Харьков,
В.К. ДОЛЯ, докт. техн.наук, проф.,зав.каф., ХГАГХ, Харьков

О ЗАВИСИМОСТИ ВРЕМЕНИ РЕАКЦИИ ВОДИТЕЛЯ ОТ ИЗМЕНЕНИЯ ЕГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ

Представлена математична модель зміни часу реакції водія в залежності від зміни його функціонального стану після перебування в транспортному заторі.

Ключові слова: час реакції, функціональний стан, транспортний затор, математична модель.

Представлена математическая модель изменения времени реакции водителя в зависимости от изменения его функционального состояния после пребывания в транспортном заторе

Ключевые слова: время реакции, функциональное состояние, транспортный затор, математическая модель.

A mathematical model of the driver's reaction time changes depending on changes in its functional state after being in traffic jams

Keywords: reaction time, functional status, traffic congestion, the mathematical model.

1. Введение

Образование многочисленных транспортных заторов и пробок на перекрестках в периоды «пик» значительно увеличивают время передвижения и снижают скорость движения транспорта. Водители, пребывая в этих заторах испытывают эмоциональную напряженность.

2. Постановка проблемы

Пребывание в транспортном заторе оказывает отрицательное воздействие на психофизиологию водителя. При этом ухудшается его функциональное состояние [1]. Возрастание эмоциональной напряженности приводит к временному расстройству некоторых психических функций водителя, росту его времени реакции [2].

В условиях возникновения дефицита времени водитель, пытаясь компенсировать упущенное время, нередко превышает дозволенную скорость на участке дорожной сети, что может привести к возникновению дорожно-транспортного происшествия (ДТП). При этом важное значение имеет время реакции водителя, от которого зависит оценка дорожной обстановки и выбор правильного решения при неожиданном изменении дорожно-транспортной ситуации.

Время реакции водителя играет важную роль в обеспечении безопасности движения (БД) [3]. От него зависит тормозной путь автомобиля. Увеличение времени реакции водителя приводит к увеличению динамического габарита автомобиля, от которого зависит интервал движения между соседними автомобилями в транспортном потоке.

3. Анализ последних исследований и публикаций

Вопросами организации и безопасности дорожного движения занималось множество исследователей [3-8]. В работах [4-7] вопросы организации дорожного

движения рассмотрены с учетом интенсивности, скорости и пропускной способности дорог. Авторы работ [3, 8] исследовали психофизиологические и медицинские особенности поведения водителей. В работе [3] также отражены некоторые результаты исследований по оценке времени реакции водителя в различных ситуациях. В работах [3, 4, 6] рассмотрены вопросы организации и безопасности дорожного движения.

Однако в этих работах не рассмотрены аспекты влияния изменения функционального состояния водителей вследствие пребывания в транспортных заторах и пробках на время их реакции.

4. Цель исследования

В соответствии с поставленной проблемой целью исследования является определения влияния транспортных заторов на время реакции водителя и разработка математической модели изменения времени реакции водителя в зависимости от изменения его функционального состояния.

5. Основной материал

Реакции бывают простые и сложные. Простая реакция заключается в быстром действии на заранее известный раздражитель. Сложная реакция связана с выбором правильного действия из нескольких альтернативных. Различают скрытый (латентный) и моторный периоды любой реакции. Латентный период – это время от начала появления раздражителя до момента реагирования на него. Моторный период – это время выполнения ответного действия. С точки зрения работы водителя важное значение имеет латентный период сложной реакции. Сложная реакция требует значительно больше времени, чем простая. Время реакции зависит от напряжения внимания водителя. Внезапное появление опасности значительно увеличивает время реакции. Если водитель располагает временем для подготовки к выполняемому маневру, то время реакции принимают равное 0,75 с, а при неожиданном появлении препятствия – 1,5 с [3].

Для составления математической модели влияния транспортного затора на функциональное состояние водителя и на время его реакции были проведены соответствующие исследования. При этом измерялось функциональное состояние и время реакции водителей до и после транспортного затора. Функциональное состояние водителя оценивалось путем математического анализа сердечного ритма водителя и определения показателя активности регуляторных систем (ПАРС) по методу профессора Баевского Р.М. [9].

При разработке модели были использованы известные методы статистики и регрессионного анализа.

Разработанная модель имеет следующий вид:

$$T_p = 0,029 + 0,022(P_n - P_k)^2,$$

где T_p – изменение времени реакции водителя, с;

P_k – ПАРС при выходе из транспортного затора, баллы;

P_n – ПАРС при входе в транспортный затор, баллы.

Результаты расчетов параметров модели приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Характеристика модели изменения времени реакции водителя от изменения его функционального состояния после пребывания в транспортном заторе.

Параметры	Обозначение, размерность	Границы измерений	Коэффициент	Стандартная ошибка	Критерий Стьюдента	
					Расчетный	табличный
Коэффициент	—	—	0,029	0,001	30,6	2,0
Разность между ПАРС при выходе и входе в транспортный затор, возведенный в квадрат	$(P_n - P_n)^2$, баллы	0,01 - 13,69	0,022	0,0001	130,1	2,0

Таблица 2. Доверительные интервалы коэффициентов модели

Факторы	Нижняя граница	Верхняя граница
Коэффициент	0,027	0,031
Разность между ПАРС при выходе из транспортного затора и входе, возведенная в квадрат	0,996	1,138

Из таблицы 1 и 2 видно, что в разработанной математической модели значимыми оказались коэффициент и разность между ПАРС при выходе из транспортного затора и входе, возведенная в квадрат. Об их значимости свидетельствует превышение расчетного значения критерия Стьюдента над табличным и отсутствие нуля в доверительных интервалах коэффициентов.

Статистическая оценка модели представлена в таблице 3.

Таблица 3. Результаты статистической оценки модели

Показатели	Значение
Критерий Фишера: расчетный	16941
Коэффициент множественной корреляции	0,98
Средняя ошибка аппроксимации, %	6,51

Превышение расчетного значения критерия Фишера над табличным, равным 1,36, свидетельствует о высокой информационной способности модели. Значение коэффициента множественной корреляции, равное 0,98, говорит о высокой тесноте связи между включенными в модель факторами и функцией.

Адекватность разработанной модели оценивалась показателем средней ошибки аппроксимации, который равен 6,51%. Эта ошибка является допустимой и разработанная модель может быть применена для определения изменения времени реакции водителя после пребывания в транспортном заторе.

6. Выводы и перспективы дальнейших исследований

Время реакции водителя является одним из основных факторов определяющих безопасность движения. От его значения зависит точность оценки водителем дорожно-транспортной ситуации и выбор адекватного этой ситуации решения. Транспортные заторы оказывают влияние на изменение времени

реакции водителя в сторону увеличения, особенно в периоды «пик», вследствие временного нарушения психофизиологических функций водителя.

Дальнейшие исследования могут быть проведены с целью определения изменения времени реакции водителя между перекрестками.

Список литературы: 1.Гюлев, Н.У. Влияние времени простоя автомобиля в дорожном заторе на функциональное состояние водителя / Н. У. Гюлев // Восточно-европейский журнал передовых технологий. — 2011. — Т.1/10(49). — С. 50–52. 2. Гюлев, Н.У. Об изменении времени реакции водителя вследствие пребывания в транспортном заторе / Н. У. Гюлев // Вестник Национального технического университета «ХПИ». — 2011. — №2. — С. 117–120. 3.Мишури́н, В. М. Психофизиологические основы труда водителей автомобилей : учеб. пособие / В. М. Мишури́н, А. Н. Романов, Н. А. Игнатов. — М. : МАДИ, 1982. — 254 с.4.Хомяк, Я. В. Организация дорожного движения / Я. В. Хомяк. — К. : Вища школа, 1986. — 271 с.5.Бабков, В. Ф. Дорожные условия и организация движения / В. Ф. Бабков. — М. : Транспорт, 1974. — 238 с.6.Клинковштейн, Г. И. Организация дорожного движения / Г. И. Клинковштейн, М. Б. Афанасьев. — М. : Транспорт, 2001. — 247 с.7.Системологія на транспорті. Підручник у 5 кн./Під заг. ред. Дмитриченка М.Ф.– кн.IV: Організація дорожнього руху/ Е.В.Гаврилов, М.Ф. Дмитриченко, В.К.Доля та ін. - К.: Знання України, 2007 р.- 452 с.8.Вайсман, А. И. Основные проблемы гигиены труда водительского состава автотранспорта : автореф. дис. ... д-ра мед. наук: 03.12.02 / А. И. Вайсман ; — М., 1975. — 37 с.9.Баевский, Р. М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р. М. Баевский, О. И., Кириллов, С. З. Клецкин. — М.: Наука, 1984. — 222 с.

Поступила в редколлегию 21.05.2012

УДК 614.89:537.868

Н.П. КУНДЕНКО, канд.техн.наук, доц., ХНТУСХ им. П. Василенко,
Харьков

АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ОТКРЫТОГО РЕЗОНАТОРА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ ЖИДКИХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Проведено перевірку достовірності теоретичних підходів і параметрів відкритого півсферичного резонатора.

Ключові слова: відображення, резонатор, добротність, коливання.

Проведено проверку достоверности теоретических подходов и параметров открытого полусферического резонатора.

Ключевые слова: отражение, резонатор, добротность, колебания.

A perevirku dostovirnosti theoreticity pidhodiv iparametriv vidkritogo pivsferichnogo cavity.

Keywords: vidobrazhennya, resonator, dobrotnist, kolivann

1. Введение

В миллиметровом диапазоне длин волн оптический резонатор (ОР) является высокочувствительным инструментом для измерения электрофизических характеристик веществ. При проведении исследований используются, как правило, плоские образцы, а в резонаторе возбуждается основное колебание TEM_{00q} . Благодаря применению полусферической геометрии резонатора

устраняются ошибки, связанные с определением углового положения образца, поскольку последний в этом случае помещается на плоское зеркало ОР. В ряде практических случаев бывает необходимо исследовать образцы, имеющие цилиндрическую форму. В этом случае возникает техническая трудность, связанная с расположением такого образца в объеме резонатора, т.к. при каждом измерении последний должен помещаться в область с одной и той же напряженностью электрического поля.

2. Основные материалы исследования

Для определения достоверности параметров открытого полусферического резонатора было решено провести экспериментальные исследования. Блок-схема экспериментальной установки, с помощью которой проведены исследования по определению эффективности возбуждения колебаний TEM_{01q} в полусферическом ОР и TM_{01q} в резонаторе с отрезком сверхразмерного круглого волновода,

приведена на рис. 1 Резонатор образован плоским зеркалом 9 с апертурой 38 мм и сферическим фокусирующим зеркалом 8 с такой же апертурой и радиусом кривизны $R = 39$ мм. В

центре плоского зеркала расположен отрезок сверхразмерного круглого волновода 10 длиной h с поршнем 11. Элементы связи, представляющие собой плавные переходы с пониженного сечения $3,6 \times 0,16$ мм на основное сечение волновода $3,6 \times 1,8$ мм (щели связи), расположены на сферическом зеркале на расстоянии $s = 5,5$ мм от оси ОР.

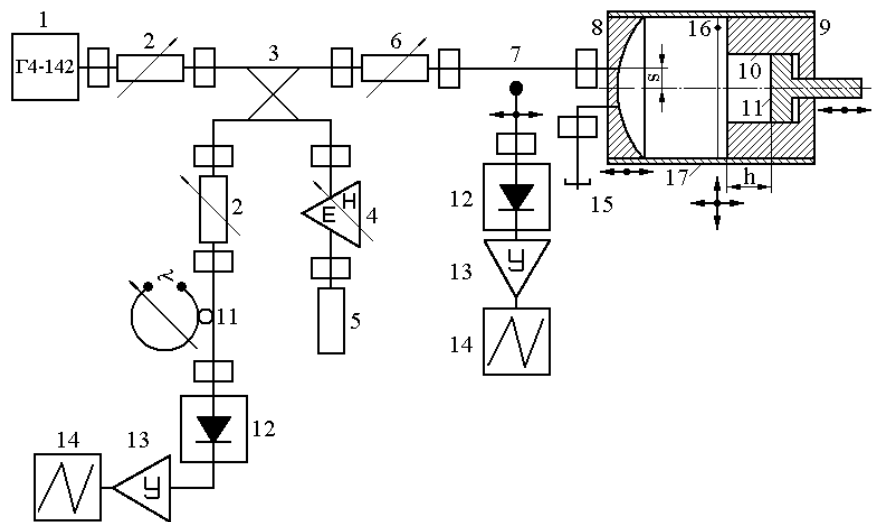


Рис. 1. Блок-схема экспериментальной установки для исследования эффективности возбуждения различных колебаний в ОР с помощью щелевого элемента связи

Все измерения проведены в четырехмиллиметровом диапазоне длин волн. В качестве возбуждающего генератора используется генератор сигналов высокочастотный Г4-142. Для расширения динамического диапазона СВЧ сигнал модулируется по амплитуде синусоидальным напряжением с частотой 1 кГц. Развязка генератора с ОР осуществляется с помощью установочного аттенюатора 2. Для визуальной настройки системы в резонанс (отраженный от ОР сигнал минимален) в схеме предусмотрен дополнительный приемный тракт. В состав этого тракта входят: направленный ответвитель 3, установочный аттенюатор 2, резонансный волномер 11 для контроля частоты генератора, кристаллический детектор 12, резонансный усилитель 13, настроенный на частоту модулирующего напряжения, и осциллограф 14. В плече направленного ответвителя, содержащего согласованную нагрузку 5, расположен согласователь 4, позволяющий компенсировать возможные отраженные от волноводных соединений сигналы,

которые могут исказить точность настройки в резонанс. Сигнал, пропорциональный амплитуде стоячей волны напряжения в волноводе, регистрируется измерительной линией 7 типа Р1-40 и поступает в приемный тракт, состоящий из кристаллического детектора 12, резонансного усилителя 13 и осциллографа 14. Поскольку мы рассматриваем ОР, включенный по схеме на отражение, то на выходе второго элемента связи включен короткозамыкающий поршень 15. Для идентификации возбуждаемых в резонаторе типов колебаний используется пробное тело 16, закрепленное на капроновой нити вблизи плоского зеркала. КСВН исследуемого ОР вычисляется по формуле $КСВН = 10^{A/20}$. Здесь A – разность между максимальным и минимальным значениями ослабления поляризационного аттенюатора 6 в дБ. Для нахождения коэффициента отражения от резонатора воспользуемся формулами: $\Gamma = (КСВН - 1)/(КСВН + 1)$ при $\Gamma > 0$ и $\Gamma = (1 - КСВН)/(1 + КСВН)$ при $\Gamma < 0$. Настройка системы в резонанс осуществляется перемещением сферического зеркала резонатора. Расстояние между отражателями определяется с помощью измерительного проекционного устройства ИЗВ–23 с точностью 1 мкм.

Для нахождения η необходимо измерять коэффициенты отражения (КСВН) от ОР и эталонного ОР (ЭОР) – резонатора с тем же распределением поля, что и в открытом, но в котором отсутствует излучение энергии в окружающее пространство. Для этого на ОР надевается экранирующий цилиндр 17. Такое сопоставление двух резонаторов правомерно, поскольку омическими потерями в стенках экранирующего цилиндра для рассматриваемых колебаний $ТЕМ_{01q}$ и $ТМ_{01q}$ можно пренебречь. Это связано с тем, что у обоих колебаний отсутствует продольная составляющая магнитного поля ($H_z = 0$). Поэтому при надевании на ОР экранирующего цилиндра мы фактически устраняем связь ОР со свободным пространством. Кроме того, в работе [2] показано, что возбуждаемые в ЭОР колебания имеют параметры резонансного пучка, совпадающие с параметрами соответствующего колебания в ОР. На основании всего сказанного мы можем рассматривать ЭОР как закрытый резонатор, соответствующий ОР.

С помощью измерительной линии Р1-40 было показано, что смещения минимума стоячей волны напряжения в линии при настройке в резонанс ОР и ЭОР, возбуждаемых одним и тем же элементом связи, с точностью до погрешности измерений совпадают. Это подтверждает правильность вывода о равенстве резонансных частот ОР и ЭОР. Смещение минимума стоячей волны напряжения в волноводе для резонатора рассматриваемой геометрии составило $\Delta l = -0,033$ мм.

На рис. 2 показаны зависимости $\Gamma_{ОР}$ (кривая 1) и $\Gamma_{ЭОР}$ (кривая 2) от изменения относительного расстояния L/R между зеркалами полусферического ОР и ЭОР, в которых с помощью щелевого элемента связи возбуждается колебание $ТЕМ_{01q}$. При проведении этих измерений поршень 11 расположен заподлицо с плоским зеркалом 10 резонатора (см. рис. 1). Как видно из рисунка, почти во всем диапазоне перестройки резонатора связь с нагрузкой сильная ($\Gamma < 0$). Изменение $\Gamma_{ОР}$ и $\Gamma_{ЭОР}$ при $L/R = 0,505$ (полуконфокальная геометрия

резонатора) связано с тем, что в этом случае колебание TEM_{019} взаимодействует с другим колебанием резонансной системы. Здесь же показана зависимость коэффициента эффективности возбуждения η от относительного расстояния между зеркалами L/R (кривая 3).

Как видно, что по мере уменьшения расстояния между зеркалами резонатора, дифракционные потери уменьшаются и η растет, достигая при $L/R < 0,4$ значения 0,96, что хорошо согласуется с результатами, полученными в работах [1, 3]. В

области больших дифракционных потерь ($L/R > 0,7$) эффективность возбуждения колебания TEM_{01q} в полусферическом ОР не превышает 0,78. В этом случае довольно сложно экспериментально определить эффективность возбуждения колебаний в резонансной системе. Это связано с тем, что при надевании на ОР экранирующего цилиндра в области больших дифракционных потерь в резонансном объеме наряду с исследуемым колебанием будут возбуждаться и другие. В итоге это приведет к искажению результатов измерений. Режим максимальной добротности для открытой резонансной системы соответствует случаю равенства дифракционных и омических потерь. Как видно из рисунка, максимальную нагруженную добротность в ОР полусферической геометрии имеет колебание TEM_{0112} ($L/R = 0,669$, $Q_H = 2820$).

При этом, однако, величина η не достигает максимальной величины, а составляет всего 0,9.

В качестве следующего шага проанализируем поведение добротностей как в полусферическом ОР, так и в резонаторе с отрезком сверхразмерного круглого волновода. Рассматривать будем нагруженную добротность Q_H , добротность связи резонансной системы с подводящим волноводным трактом Q_{CB} и собственную добротность Q_0 . На рис. 3 представлено поведение

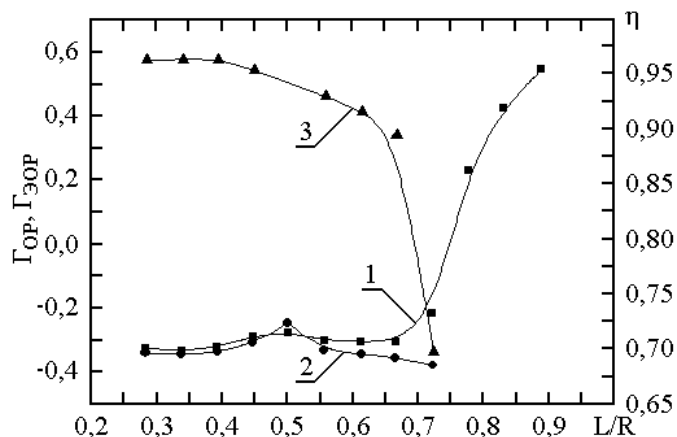


Рис. 2. Зависимости коэффициентов отражения Γ_{OP} , $\Gamma_{ЭOP}$ и эффективности возбуждения η от расстояния между зеркалами L/R для колебания TEM_{01q} , возбуждаемого в ОР щелевым элементом связи

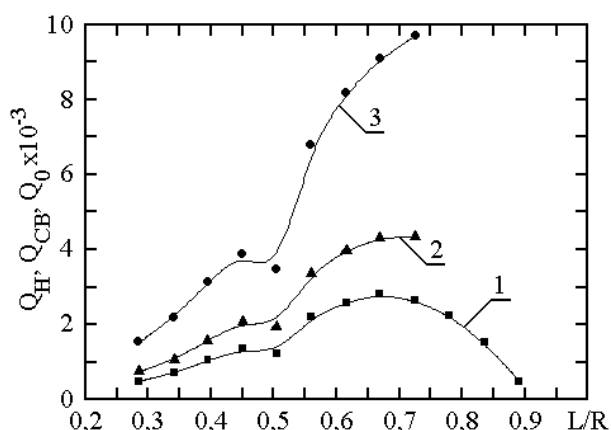


Рис. 3. Зависимости добротностей Q_H , Q_{CB} и Q_0 от расстояния между зеркалами L/R для колебания TEM_{01q} , возбуждаемого в полусферическом ОР щелевым элементом связи

Q_H (кривая 1), Q_{CB} (кривая 2) и Q_0 (кривая 3) при изменении расстояния между зеркалами полусферического ОР, в котором возбуждается неаксиально-симметричный тип колебаний TEM_{01q} .

Нагруженная добротность измерялась по полуширине резонансной кривой [5]. Добротности Q_{CB} и Q_0 вычислялись из выражений, поскольку для каждого значения q мы знаем Q_H , Γ_{OP} и $\Gamma_{ЭОР}$. Из рисунка видно, что максимальную добротность $Q_H=2820$ имеет колебание TEM_{0112} при $L/R=0,669$. Уменьшение всех видов добротностей при $L/R=0,505$ связано с взаимодействием исследуемого колебания с одним из колебаний резонансной системы (полуконфокальная геометрия резонансной системы). При $L/R<0,7$ связь резонатора с волноводным трактом сильная (см. рис. 2), поэтому в этом случае Q_H должна, в основном, определяться добротностью связи. Это мы наглядно видим из рисунка. Определить Q_{CB} и Q_0 при $L/R>0,725$ представляет сложную задачу. Это связано с трудностями измерения $\Gamma_{ЭОР}$, поскольку при надевании экранирующего цилиндра на ОР при больших расстояниях между зеркалами в резонансном объеме возбуждаются, как правило, дополнительные колебания, взаимодействующие с исследуемым. А это, в свою очередь, может привести к неверному результату измерений.

Для резонансной системы ОР с отрезком сверхразмерного круглого волновода максимальная величина $Q_H=2170$ при $L/R=0,559$ (тип колебаний TM_{0116}). Как было сказано выше, уменьшение нагруженной добротности для такой резонансной системы связано с дополнительными омическими потерями. При этом общее поведение всех видов добротностей для ОР с отрезком сверхразмерного круглого волновода идентично полусферическому ОР. Причина, по которой мы не смогли определить Q_{CB} и Q_0 при $L/R>0,559$ та же самая, что и в предыдущем случае.

3. Выводы

Для измерения малых сдвигов резонансной частоты при помещении измеряемого объекта в объем ОР необходимо увеличивать Q_H . Благодаря этому мы существенно повысили чувствительность измерительной установки. Определение параметров акустических колебаний для воздействия на микрообъекты животных перед их криоконсервацией необходимо с использованием разработанной установки на основе открытых резонаторов, образованных сферическим и плоским зеркалами, с параметрами: апертура зеркал 60мм; радиус кривизны сферического зеркала 110мм; отношение $L/R=0,579$; расстояние от оси зеркал до щелей связи 9,4мм; резонансная частота 74,278 ГГц; нагруженная добротность резонаторов $Q=4120$.

Список литературы: 1. Андросов В.П. Влияние на эффективность возбуждения открытого резонатора его параметров и связи с волноводом / Андросов В.П., Кузьмичев И.К. – Харьков: Ин-т радиофизики и электроники АН УССР, 1987. – 30 с. - (Препринт / АН УССР, Ин-т радиофизики и электроники; № 354). 2. Вертий А.А. Экспериментальное исследование характеристик открытых резонаторов в цилиндрических оболочках / А.А. Вертий, В.Н. Деркач, Н.А. Попенко [и др.] // Украинский физический журнал. – 1978. – Т. 23, № 10. – С. 1666-1672. 3.

Булгаков Б.М. Метод измерения эффективности возбуждения и вывода энергии в открытых резонаторах / Б.М. Булгаков, М.П. Натаров, В.Н. Скресанов // Приборы и техника эксперимента. – 1988. - № 4. –С. 118–120. 4. Yang Zhonghai. A method for measurement of Q-factor at millimeter wavelength / Zhonghai Yang, Chongwen Lin, Yingwei Zho // 10 International Conference "Infrared and Millimeter Waves": inter. conf., 9-13 December 1985: conf. proc. - Lake Buena Vista, Fla, 1985. – P. 350-351. 5. Техника субмиллиметровых волн / [Валитов Р.А., Дюбко С.Ф., Камышан В.В. и др.]; под ред. Р.А. Валитова. – М.: Сов. радио, 1969. – 480 с.

Поступила в редколлегию 11.05.2012

УДК 004.051

А.Н. ЗЕЛЕНИН, канд.техн.наук, проф., ХНУРЭ, Харьков,
В.А. ВЛАСОВА, асп., ХНУРЭ, Харьков

ФАЗА ИНИЦИАЛИЗАЦИИ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ

В статті розглянуто алгоритм ініціалізації в бездротових сенсорних мережах, який визначає продуктивність роботи мережі на етапі експлуатації. Проаналізовано алгоритм побудови маршруту з урахуванням аспектів ефективного позиціонування об'єктів мережі.

Ключові слова: ініціалізація, маршрутизація, позиціонування.

В статье рассмотрен алгоритм инициализации в беспроводных сенсорных сетях, который определяет продуктивность работы сети на этапе эксплуатации. Проанализирован алгоритм построения маршрута с учетом аспектов эффективного позиционирования объектов сети.

Ключевые слова: инициализация, маршрутизация, позиционирование.

Article discusses the algorithm is the initialization of wireless sensor networks, which determines the productivity of the network during operation. We analyze an algorithm for constructing a route taking into account aspects of the effective positioning of network objects.

Keywords: initialization, routing, positioning.

Введение

Вопросам функционирования беспроводных сенсорных сетей (БСС) посвящено большое количество исследований и статей. Это обусловлено тем, что для эффективной работы БСС требуются оптимальные энергоэффективность, отказоустойчивость, своевременность доставки информации, обнаружение и исправление ошибок и т.п. Но функционирование сети не будет эффективным без правильного конфигурирования сети на начальном этапе работы – между размещением мотов (узлов БСС) и выполнением сетью своих непосредственных функций. Этот этап называется *инициализация*. Он чаще всего наиболее энергозатратен, продолжителен по времени, но и очень важен. Рассмотрим подробнее эту фазу работы БСС.

Инициализация – это процесс самоорганизации, конфигурирования, обмена/получения информации о положении узлов, о возможных маршрутах, о состоянии (работоспособности) узлов и большого количества другой служебной информации, которая определяет работоспособность и результативность работы сети.

Жизнь БСС как технической системы можно представить в виде S-образной прямой (рис. 1 а), которую предложил Альтшуллер [1]. На рис. 1 б схематически выделены характерные участки, которые определяют показатели системы.

Альтшуллер назвал их так [1]:

Участок 1 «детство» – техническая система развивается медленно.

Участок 2 «возмужание» – техническая система быстро совершенствуется, начинается массовое ее применение.

Участок 3 «старость» – темпы развития начинают падать.

При переходе через точку γ возможны 2 варианта: техническая система А деградирует, сменяясь принципиально новой системой Б либо на долгое время сохраняет достигнутые показатели.

Точки перегиба (α , β и γ) – это контрольные точки, в которых можно прогнозировать дальнейшее поведение системы.

Применительно к сенсорным сетям можно сказать, что пока они на 1-ом участке.

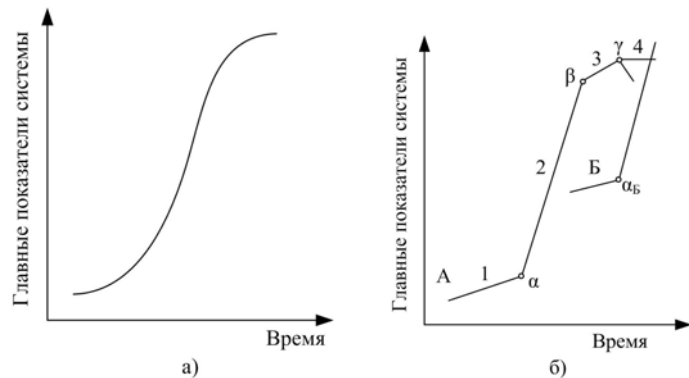


Рис. 1. Жизнь технической системы

Но данная зависимость рассматривалась нами как

характеристика жизни одной сети, а не технологии в целом. 1-ый участок – это размещение узлов (мотов), начало процесса инициализации (рассылка управляющих сигналов, выход из спящего режима, активизация);

2-ой – это непосредственно сам процесс самоорганизации сети (обмен информацией между соседними узлами, установление топологии, построение маршрутов, позиционирование, иногда первые измерения);

3-ий – завершение этапа инициализации (первая передача данных на сервер, определение работоспособного числа узлов, уточнение положения);

4-ый участок – непосредственно сама эксплуатация сети.

По характеру кривой логично сделать вывод, что чем выше поднимется участок 2, тем эффективнее будет работать система.

При поиске нами эффективного метода позиционирования в БСС были сформулированы требования, которые являются основными для систем позиционирования автономных полевых сетей:

1. Первичное определение координат объектов сети должно быть проведено уже на этапе развертывания (инициализации) сети.
2. Необходимость в оснащении доли объектов сети датчиками систем глобального позиционирования должна быть минимальной. В идеальном случае достаточно 3-4 таких объектов на сеть (для перевода координат в глобальную СК).
3. Преимущественное использование объектом сети данных, полученных в результате взаимодействия с базовыми станциями (БС), объектами, на которые не накладываются ограничения по энергопотреблению (для снижения нагрузки

на сеть и повышения ее энергоэффективности).

4. Определение и уточнение координат целесообразно производить одновременно в рамках совмещенного экспериментального и аналитического циклов, чтобы не увеличивать число транзакций между объектами сети, т. е. экономить энергоресурс мотов (сенсоров).

5. В полевой сети сенсоров необходимую плотность распределения объектов целесообразно обеспечивать только исходя из условий решения задачи связанности сети, а не из условий определения координат (которые являются более жесткими в том числе и по равномерности распределения сенсоров).

6. В процессе реализации задачи определения координат с требуемой точностью желательно использовать только те возможности, которые представлены открытыми стандартами, протоколами, спецификациями, приложениями и аппаратно-программными платформами.

Алгоритмы определения координат, которые удовлетворяют отмеченным критериям будут наиболее востребованы при разработке и создании реальных беспроводных полевых сенсорных сетей.

Но для построения маршрутов достаточно локальной информации о расстояниях между соседними узлами. Координаты узлов нужны скорее оператору системы контроля на этапе эксплуатации. Однако, данные о местоположении выгоднее получать (в смысле потребления энергии) на этапе инициализации, т.к. узлы на этом этапе массово обмениваются служебной информацией, в которую можно включить и информацию, необходимую для определения координат.

1. Алгоритм инициализации

Этап инициализации призван решить эту проблему конфигурации в самоограничивающихся сетях на уровне простейшего диалога между узлами:

А: - Привет! Я Алекс. Меня кто-нибудь слышит?

Б: - Привет! Я Боб. Нахожусь в 1 км от ТВ вышки и в 500 м от почты.

А: (По громкости голоса я могу определить, что Боб находится от меня в 300 м) - Боб, я нахожусь в 1,5 км от ТВ вышки и 700 м от почты. Я буду передавать через тебя свои письма.

Логика этого простого диалога лежит в основе «общения» между мотами. Информация, полученная в ходе такого обмена является достаточной для построения оптимальных маршрутов. Рассмотрим, как происходит это общение в БСС.

Базовые станции (БС) – своего рода ориентиры для мотов (как ТВ вышка и почта в предыдущем примере) – в широкополосном режиме поочередно посылают пилот-сигналы для позиционирования относительно друг друга по методу ToF [2], не задействуя при этом моты. Моты находятся в спящем режиме, поэтому их заряд батареи расходуется наиболее экономно.

Далее управляющая БС активизирует моты для оценочного позиционирования по методу RSSI [3]. Поочередно БС рассылают пилот-сигналы, а моты принимают их и оценивают расстояния до каждой БС согласно алгоритму. Массив значений расстояний записывается в специальный регистр.

Далее мотам необходимо начать передачу, для чего требуется получить доступ к среде.

В спецификации IEEE 802 предусмотрен подуровень MAC (Media Access Control – управление доступом к среде) канального уровня, который управляет доступом к среде. В БСС для управления доступом используются наиболее простые распределенные протоколы, которые не требуют высокой вычислительной мощности и высокого энергопотребления для своей работы. В качестве примера можно привести такие протоколы доступа к среде распространения [4]:

- TDMA (Time Division Multiple Access – Множественный доступ с временным разделением); достоинство – наилучшая энергоэффективность; недостаток – необходимость в жесткой синхронизации;

- FDMA (Frequency Division Multiple Access – Множественный доступ с частотным разделением); достоинство – отсутствие конкуренции; недостаток – необходима широкая полоса частот;

- CDMA (Code Division Multiple Access – Множественный доступ с кодовым разделением);

- CSMA (Carrier Sense Multiple Access – Множественный доступ с контролем несущей); достоинства – высокая спектральная эффективность и защищенность каналов; недостаток – необходимость дополнительного оборудования;

- ALOHA; достоинство – отправка по готовности; недостатки – необходима синхронизация в начале работы и низкая эффективность использования канала;

- CSMA/CA (CSMA с Collision Avoidance – с избеганием коллизий); достоинство – высокая эффективность использования канала; недостаток – дополнительные задержки на прослушивание канала;

- MACAW (Multiple Access with Collision Avoidance for Wireless – Множественный доступ с избеганием коллизий для беспроводных сетей); достоинство – решение проблемы скрытого/обнаруженного терминала; недостаток – низкая энергоэффективность из-за повторных передач;

- и др.

На MAC-уровне (доступа к среде) наиболее эффективно, на данный момент, реализовать алгоритм CSMA/CA для предотвращения коллизий в виду того, что его недостатки являются не существенными для БСС.

Моты посылают jam signal – так называемый сигнал о начале передачи и прослушивают канал. Все моты, которые приняли этот сигнал, откладывают передачу сигнала на случайный интервал времени. Т.к. моты сети не синхронизированы, то передача всеми мотами одновременно невозможна. Следовательно, в сети будет ограниченное число активных мотов. Т.е. этот алгоритм упрощенно можно назвать «кто первый». Этот мот становится главным в динамическом кластере в данный момент времени. При наличии свободного канала мот передает в широковещательном режиме свой адрес и местоположение (уровни от БС). Моты, получившие эту информацию, отправляют подтверждение и свои параметры (адрес и уровни). Если подтверждение не пришло, в стандарте IEEE 802.15.14 [5] предусмотрено повышение мощности передачи до уровня,

когда соседние узлы будут в состоянии принять его сигнал. Если этого не произошло на максимальном уровне передачи – этот мот неработоспособен и переходит в спящий режим. Главные моты получают параметры и определяют уровень сигнала до соседних мотов (расстояние). После чего, активные моты переходят в спящий режим и алгоритм повторяется. Таким образом, проходит процесс обнаружения соседей. Рассмотрим процесс построения маршрута на простом примере (рис. 2) относительно мота №1. Значения выбраны произвольно для пояснения общей логики.

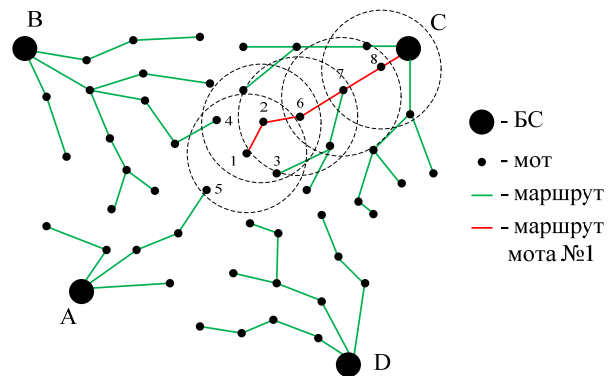


Рис. 2. Алгоритм построения маршрута

1) По уровням сигнала выбирается ближайшая БС (по наибольшему уровню).

Таблица 1. Уровни сигнала БС мота №1

БС	RSSI
A	7,8
B	7,6
C	8,1
D	7,3

По табл. 1 ближайшей БС является С. Все информацию мот будет отправлять в направлении нее.

2) В базе данных параметров соседей выбирается подходящий по 2-м параметрам – ближайший к выбранной БС и находящийся в зоне действия.

Таблица 2. Уровни сигнала от БС соседей и уровни сигнала до них

№ мота	Уровень сигнала от соседа	Уровень БС С соседа
2	1,75	8,105
3	1,6	8,05
4	1,6	8,05
5	1,5	8,02

Исходя из данных табл. 2 ближайшим к БС С и моту №1 является мот №2. Ему передаются свои параметры и параметры соседей.

3) Аналогично мот №2 выбирает следующий узел для ретрансляции и передает свои параметры, от соседей и мота №1.

4) Аналогично строится маршрут и передаются параметры на БС С. Т.е. цепочка маршрута для данного примера выглядит так: 1→2→6→7→8→С. В базу данных С вносятся эти параметры. Моты в свою очередь запоминают маршрут передачи и передают его своим соседям. До следующего процесса инициализации этот маршрут будет постоянным. По технологии IEEE 802 значения силы принимаемого сигнала (RSS) обновляются каждый раз, когда узлы

связываются между собой, поэтому данные каждый раз уточняются, а следовательно и мощность передачи меняется в зависимости от изменения RSS.

Если до БС не дошла информация, то область, в которой активируются моты, увеличивается.

Далее задействуются моты в углах зоны действия БС и происходит аналогичный процесс построения маршрутов. При необходимости область разбивается на большее количество секторов. После сбора и сохранения информации от мотов производится ее обработка.

Т.к. глобальные координаты БС известны, то путем решения системы уравнений

$$\begin{cases} d_A^2 = (x_A - x_m)^2 + (y_A - y_m)^2; \\ d_B^2 = (x_B - x_m)^2 + (y_B - y_m)^2; \\ d_C^2 = (x_C - x_m)^2 + (y_C - y_m)^2; \\ d_D^2 = (x_D - x_m)^2 + (y_D - y_m)^2, \end{cases}$$

рассчитываются координаты мотов (x_m, y_m) , где (x_i, y_i) – координаты i -ой БС, d_i –

расстояние до i -ой БС, которое вычисляется по формуле $d = \frac{c \cdot 10^{\frac{A}{k}}}{4\pi f}$. Здесь k –

коэффициент ослабления среды распространения, f – частота сигнала, c – скорость света, A – величина затухания сигнала.

Полученные координаты не являются достаточно точными в силу недостатков метода. Поэтому стоит задача повысить точность определения оценочных координат без использования дополнительных модулей и без существенного усложнения программного обеспечения и минимальном числе транзакций. [6]

Заключение

Самоорганизующиеся сети – это наиболее привлекательный в наше время вариант сетей не только для БСС, но и для телекоммуникаций в целом. Не сложно представить себе сеть, где отсутствуют механизмы самоконфигурирования. Это обычно небольшая сеть из нескольких узлов (реже, нескольких десятков), где данные о маршрутах, адресах, шлюзах и пр. вводятся вручную. Но представить такую сеть, где количество узлов превышает десятки тысяч, уже вызывает затруднение. Ввести вручную всю необходимую информацию для работы такой сети без ошибок не возможно. Именно поэтому фаза инициализации в самоорганизующихся сетях зачастую определяет эффективность дальнейшей эксплуатации. Это важный этап. Он требует глубокого анализа и разработки оптимального сценария.

Список литературы: 1. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука [Текст]/ Г.С. Альтшуллер. – М.: Советское радио. – 1979. 2. Lanzisera S. RF Time of Flight Ranging for Wireless Sensor Network Localization [Электронный ресурс]/ S. Lanzisera, D. T. Lin, K. S. J. Pister// Workshop on Intelligent Solutions in Embedded Systems (WISES'06). – June 2006. – 12 p. – Режим доступа: http://www.eecs.berkeley.edu/slanzise/research/rf_tof_ranging_dist.pdf 3. Srinivasan K. RSSI is Under Appreciated [Электронный ресурс]/ K. Srinivasan, Ph. Levis// Department of Electrical Engineering and Department of Computer Science, Stanford University, Stanford, CA. – 2005. – 5 С. Режим доступа:

<http://www.eecs.harvard.edu/emnets/papers/levisEmnets06.pdf> 4. *Иваненко В.А.* Анализ протоколов передачи данных от узлов в беспроводных сенсорных сетях [Текст]/ В.А. Иваненко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – 2/10 (50). – с. 9-12. 5. 802.15.4-2011 - IEEE Standard for Local and metropolitan area networks [Электронный ресурс]// IEEE Standards Association. – 2011. – Режим доступа: <http://standards.ieee.org/findstds/standard/802.15.4-2011.html>. 6. Спосіб позиціонування вузлів у бездротових сенсорних мережах [Текст]: пат. № 2011 07648 Україна: МПК H04W 64/00/ Зеленин А.Н., Иваненко В.А.; заявитель и патентообладатель ХНУРЕ; заявл. 17.06.2011; опубл. 15.12.2011. – 6 с.

Поступила в редколлегию 11.05.2012

УДК 664:517.4

О.І. ТОРЯНИК, докт.техн.наук, проф., ХДУХТ, Харків,
О.Г. ДЬЯКОВ, канд.техн.наук, доц., ХДУХТ, Харків,
Ж.В. ВОРОНЦОВА, канд.пед.наук, доц., ХДУХТ, Харків

ЗАСТОСУВАННЯ MathCAD ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СКЛАДНОЇ НЕЛІНІЙНОЇ МОДЕЛІ

Проведено дослідження щодо використання програми MathCAD для визначення параметрів складної нелінійної моделі. Розглянуто числовий приклад та здобуті результати обчислення параметрів моделі. Знайдені результати показали доцільність використання MathCAD для дослідження складних нелінійних моделей об'єктів до яких відносяться харчові продукти.

Ключові слова: нелінійна модель, ітераційні методи, критерій найменших квадратів.

Проведено исследование по использованию программы MathCAD для определения параметров сложной нелинейной модели. Рассмотрен числовой пример и получены результаты вычисления параметров модели. Полученные результаты показали целесообразность использования MathCAD для исследования сложных нелинейных моделей объектов, к которым относятся пищевые продукты.

Ключевые слова: нелинейная модель, итерационные методы, критерий наименьших квадратов.

The researches for application of the software MathCAD for determination of parameters of nonlinear composite model are conducted. A numerical example and the results of calculation of model parameters are got. The got results of the use of MathCAD for research of composite nonlinear models which food products behave to are reasonable.

Keywords: nonlinear model, iteration techniques, the criterion of least squares.

1. Вступ

Головним завданням, яке стоїть перед сучасними харчовими виробництвами є створення продуктів із заздалегідь заданими властивостями. Одним із основних напрямків рішення цих завдань є широке використання сучасних методів математичного моделювання. Це дає змогу суттєво скоротити час дослідження та підвищити ефективність роботи науко-дослідницьких шкіл.

2. Постановка проблеми

Підвищення вимог до якості та точності проведення наукових досліджень у харчовій промисловості призводить до необхідності використання для проведення досліджень більш складних математичних моделей типовими

представниками яких є нелінійні моделі [1, 2]. Дана модель може бути записана у наступному вигляді

$$y^i = f(x_1^i, \dots, x_m^i, a_1, \dots, a_p), \quad (1)$$

де x_j^i – m незалежних змінних ($j=1, m; i=1, N$); y^i – значення залежної змінної точки $x_j^i (i=1, N)$, $a_i (i=1, p)$ – невідомі параметри.

У практичних задачах значення змінних, що входять до рівняння (1), не відомі. Але після проведення експериментів за допомогою методу найменших квадратів можна знайти відповідні оцінки $\bar{y}, \bar{x}, \bar{a}$ для яких має місце рівняння

$$\bar{y}^i = f(\bar{x}_1^i, \dots, \bar{x}_m^i, \bar{a}_1, \dots, \bar{a}_p),$$

де $\bar{y}, \bar{x}, \bar{a}$ – розраховані значення, що відповідають істинним значенням $\bar{y}, \bar{x}, \bar{a}$.

При проведенні експериментів передбачається, що відсутня систематична похибка вимірювання, дисперсія вимірювань обмежена і тому із значень $\bar{y}, \bar{x}, \bar{a}$, що знайдені за результатами N спостережень можна знайти значення $\bar{y}, \bar{x}, \bar{a}$ якщо N наближається до нескінченності. Це твердження має місце якщо рівняння (1) адекватно відтворює взаємозв'язки між залежними та незалежними змінними досліджуваної моделі. Однак визначення параметрів нелінійної моделі задача набагато складніша ніж для лінійних моделей.

3. Аналіз досліджень і публікацій

Під оцінкою параметрів за допомогою критерію найменших квадратів розуміють оцінки, що відповідають наступному рівнянню

$$S = \sum_{i=1}^N (\tilde{y}^i - f(\tilde{x}^i, a))^2, \quad (2)$$

де $\tilde{y}^i, \tilde{x}_j^i$ – результати вимірювання y^i та x_j^i .

Для кращого узгодження вимірних та розрахованих значень можна використовувати й інші критерії. З сучасної точки зору важко оцінити переваги різних критеріїв але треба враховувати і можливості стандартних програмних засобів, що використовують при розв'язуванні подібних задач. У більшості випадків при обчисленні за критерієм (2) використовують спеціальні програми, які дозволяють провести повний статистичний аналіз [2, 3]. Однак більш доцільним є застосування інтеграційних підходів на основі використання стандартних універсальних програмних продуктів до яких можна віднести MathCAD [4]. MathCAD являє собою сукупність різноманітних універсальних програм, які дозволяють розв'язувати будь-які складні задачі. Але вона має і свої особливості у використанні. Застосування стандартних математичних пакетів для визначення параметрів складної нелінійної математичної моделі є актуальною задачею.

4. Мета та завдання статті

Метою даної статті є обґрунтування підходів щодо обчислення експериментальних даних при проведенні досліджень з використанням складних нелінійних моделей. Основна увага буде приділена питанням обчислення з використанням пакету MathCAD.

Для знаходження оцінки параметрів з рівняння (2) необхідно диференціювати (2) по a . Це дає можливість отримати p нормальних рівнянь, які треба розв'язати відносно a щоб знайти оцінки вектора θ , який являє собою вектор невідомих коефіцієнтів моделі.

Система нормальних рівнянь має вигляд

$$\sum_{i=1}^N (y^i - f(x^i, \hat{a})) \left[\frac{\partial f(x^i, a)}{\partial a_i} \right]_{a=\hat{a}} = 0, \quad (3)$$

де величина у квадратних дужках – значення частинної похідної $f(x^i, a)$ по a_i коли всі a замінені на відповідні оцінки $\hat{a}$ з тим же індексом.

Якби $f(x^i, a)$ була лінійною функцією, то всі похідні залежали від x . У даному випадку знаходження аналітичного рішення системи (3) можливо тільки при відносно простому вигляді $f(x^i, a)$. Найбільша складність знаходження рішення (3) полягає у тому, що попередньо треба знати істинне значення параметра a , яке до проведення повних розрахунків невідомо. Тому для визначення коефіцієнтів a необхідно використовувати ітераційні методи основними з них є: метод лінеаризації, метод найшвидшого спуску, метод Маркардта [2]. Ці методи у більшості випадків реалізовані у відповідних програмних засобах. Розглянемо використання пакету MathCAD для визначення параметрів складної нелінійної математичної моделі. Модель та числові дані експерименту наведені в [3].

За умовою задачі необхідно визначити параметри наступної нелінійної моделі виду

$$f(x) = af_1(x) + (1-a)f_2(x). \quad (4)$$

Теоретична модель являє собою лінійну комбінацію двох основних функцій f_1 та f_2

$$\begin{aligned} f_1(x) &= \frac{x}{b^3 \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{2b^2}\right) \\ f_2(x) &= -\frac{1}{2\beta^2 \sqrt{2\pi}} \left[t_1 \exp\left(-\frac{t_1^2}{2}\right) + t_4 \exp\left(-\frac{t_4^2}{2}\right) \right] - \\ &\quad - \frac{\sqrt{\beta/\alpha}}{2\beta^2 \sqrt{6\pi}} \int_{t_1}^{t_3} \sqrt{t_3 - t} (1 - t^2) \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt + \\ &\quad + \frac{\sqrt{\beta/\alpha}}{2\beta^2 \sqrt{6\pi}} \int_{t_2}^{t_4} \sqrt{t - t_2} (1 - t^2) \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt, \\ \text{де } t_1 &= \frac{-2\alpha - x}{\beta}, \quad t_2 = \frac{-\alpha - x}{\beta}, \quad t_3 = \frac{\alpha - x}{\beta}, \quad t_4 = \frac{2\alpha - x}{\beta}. \end{aligned}$$

Експериментальним шляхом для еквідистантних вимірювань (приблизно 30 точок) були одержані значення $\tilde{y}^i$.

Таким чином з експерименту треба визначити a, b, α, β . Причому дві величини входять до меж інтегралу.

В [3] для знаходження параметрів використовувався спеціально розроблений комплекс програм, який дозволяв визначити параметри математичної моделі та обчислити можливі межі зміни знайдених параметрів.

Розглянемо процес обчислення параметрів математичної моделі шляхом використання критерію (2). Відповідно за правилами MathCAD [4] запишемо критерій (2) у вигляді

$$S(\alpha, \beta, a, b) = \sum_{i=1}^{29} (y_i - f(x_i, \alpha, \beta, a, b))^2. \quad (5)$$

Далі створюємо два вектори y та x вхідних та вихідних даних, які будуть використані при розрахунках. Для обчислення за критерієм (5) буде використана функція оптимізації Minimize, яка використовується при пошуках відповідних екстремальних значень. Основна складність використання цього підходу полягає у необхідності попередньо задати початкову точку, з якої починає працювати дана програма. У більшості випадків ця точка визначається або шляхом всебічного аналізу об'єкта дослідження, або шляхом постановки спеціальних дослідів. Іноді доречно використовувати відповідні експертні оцінки. Остаточного підготовлений для розрахунків вираз має вигляд

$$P = \text{Minimize}(S, \alpha, \beta, a, b). \quad (6)$$

Для початку обчислень було обрано наступні значення: $\alpha = 2,5$; $\beta = 1,3$; $a = 0,1$; $b = 2,8$. В результаті проведення розрахунків було визначено вектор P , який має наступні значення для оцінки параметрів моделі $\hat{\alpha} = 4,213$; $\hat{\beta} = 1,903$; $\hat{a} = 0,187$; $\hat{b} = 1,913$.

На рис. 1 наведені експериментально здобуті дані y та дані, знайдені за допомогою математичної моделі.

Показник неадекватності моделі розрахований за допомогою (5), має значення $S = 6,691 \cdot 10^{-4}$. Якщо порівняти знайдені дані з наведеними у [3] то вони дещо відрізняються. Можливо це обумовлено тим, що при проведенні розрахунків в [3] були використані дані щодо дисперсії спостережень при проведенні дослідів, але ці дані у роботі не наведені. Тому подальше дослідження моделі буде проходити як для досліджень, при проведенні яких у кожній точці було проведено лише одне вимірювання.

Подальшою метою дослідження даної моделі є визначення довірчих інтервалів щодо її параметрів. Для цього необхідно знайти матрицю F виду

$$F = \begin{bmatrix} z_{1,1} & z_{2,1} & \dots & z_{p,1} \\ z_{1,2} & z_{2,2} & \dots & z_{p,2} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ z_{1,N} & z_{2,N} & \dots & z_{p,N} \end{bmatrix}, \quad (7)$$

де $z_{i,j} = \left[\frac{\partial f(x_j, \theta)}{\partial \theta_i} \right]_{\theta=\theta_0}$, $\theta = |\alpha, \beta, a, b|$ – вектор коефіцієнтів, який треба

обчислити, θ_0 – вектор коефіцієнтів, який знайдений шляхом обчислення за виразом (6).

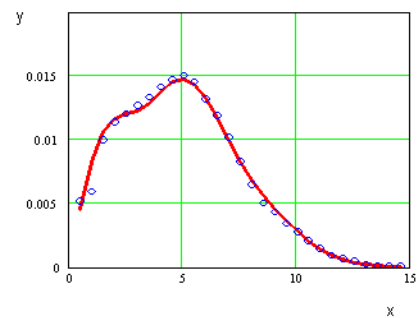


Рис.1. Графік результатів моделювання

Для обчислення відповідних похідних матриці Z доцільно застосувати символічне обчислення, вважаючи складність досліджуваної функції.

Введемо позначення

$$k1 = \frac{d}{d\alpha} f(x, \theta), k2 = \frac{d}{d\beta} f(x, \theta), k3 = \frac{d}{da} f(x, \theta), k4 = \frac{d}{db} f(x, \theta). \quad (8)$$

Однак безпосередньо обчислення похідних викликає певні складності. Як приклад приведемо тільки вигляд похідної $k3$ та $k4$.

$$\begin{aligned} \frac{d}{da} f(x, \alpha, \beta, a, b) &= \frac{1}{4\beta^2} \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{\pi}} \exp\left(\frac{-1}{2} \frac{x^2}{b^2}\right) \cdot \\ &\left\{ \frac{(2\alpha - x)}{\beta} \exp\left[\frac{-1}{2} \frac{(-2\alpha - x)^2}{\beta^2}\right] + \frac{(2\alpha - x)}{\beta} \exp\left[\frac{-1}{2} \frac{(2\alpha - x)^2}{\beta^2}\right] \right\} + \\ &\frac{1}{12} \frac{\sqrt{\beta/\alpha}}{\beta^2} \frac{\sqrt{6}}{\sqrt{\pi}} \int_{\frac{(-2\alpha - x)}{\beta}}^{\frac{(\alpha - x)}{\beta}} \left[\frac{(\alpha - x)}{\beta} - t \right]^{\frac{1}{2}} (1 - t^2) \exp\left(\frac{-1}{2} t^2\right) dt - \\ &- \frac{1}{12} \frac{\sqrt{\beta/\alpha}}{\beta^2} \frac{\sqrt{6}}{\sqrt{\pi}} \int_{\frac{(-\alpha - x)}{\beta}}^{\frac{(2\alpha - x)}{\beta}} \left[t - \frac{(\alpha - x)}{\beta} \right]^{\frac{1}{2}} (1 - t^2) \exp\left(\frac{-1}{2} t^2\right) dt. \end{aligned} \quad (9)$$

$$\frac{d}{db} f(x, \theta) = \frac{-3}{2} a \frac{x}{\beta^4} \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{\pi}} \exp\left(\frac{-1}{2} \frac{x^2}{b^2}\right) + \frac{1}{2} a \frac{x^3}{b^6} \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{\pi}} \exp\left(\frac{-1}{2} \frac{x^2}{b^2}\right). \quad (10)$$

Щодо обчислення похідної $k2$ то її, наприклад, неможливо вивести на екран монітору. Тому подальші розрахунки треба проводити у пам'яті комп'ютера і вивести тільки остаточний результат. Після визначення матриці F необхідно знайти дисперсійну матрицю $Z = (F^T \cdot F)^{-1}$, яка має остаточний вигляд (рис. 2).

$$Z = \begin{pmatrix} 6.548 \cdot 10^4 & -3.35 \cdot 10^4 & 1.349 \cdot 10^4 & 3.70 \cdot 10^4 \\ -3.35 \cdot 10^4 & 2.21 \cdot 10^4 & -6.979 \cdot 10^3 & -1.646 \cdot 10^4 \\ 1.349 \cdot 10^4 & -6.979 \cdot 10^3 & 2.926 \cdot 10^3 & 8.253 \cdot 10^3 \\ 3.70 \cdot 10^4 & -1.646 \cdot 10^4 & 8.253 \cdot 10^3 & 2.637 \cdot 10^4 \end{pmatrix}$$

Рис. 2. Матриця експерименту

Діагональні елементи матриці Z визначають відповідну дисперсію коефіцієнтів моделі і дозволяють знайти межі відхилення коефіцієнтів на основні використання розподілу t^2 . Для 90% довірчого інтервалу та загальної кількості вимірювань знаходимо значення розподілу t^2 . Воно дорівнює $\varepsilon = 1,708$.

Для кожного коефіцієнта моделі повинно виконуватися наступне рівняння [2]

$$|\hat{a}_i - \bar{a}_i| < \varepsilon \sqrt{Z_{i,i}} s, \quad (11)$$

де s – оцінка дисперсії моделі, яка дорівнює $s^2 = S/(N-p)$.

Остаточно для коефіцієнтів досліджуваної моделі можна записати: $\alpha = 4,213 \pm 0,225$ $\beta = 1,903 \pm 0,07$ $a = 0,187 \pm 0,048$ $b = 1,913 \pm 0,143$.

Знайдені межі числових даних відрізняються від наведених у [3]. Це також обумовлено тим, що при розрахунках довірчого інтервалу вважалося, що у кожній точці експерименту проводиться одне вимірювання хоча, як наведено в

[3], проводилося декілька вимірювань. Однак числової інформації про це у роботі не наведено.

Далі за допомогою програми MathCAD визначимо сингулярні значення матриці Z [5], які дають можливість оцінити обумовленість моделі. Максимальне та мінімальне значення відповідно дорівнюють: 6,283; 327,811. Їх відношення дорівнює 52,174 що вказує на відносно добру обумовленість даної моделі. З метою оцінки структури моделі знайдемо значення кореляції між коефіцієнтами моделі. Кореляційна матриця K

$$K := \begin{pmatrix} 1 & -0.881 & 0.975 & 0.891 \\ -0.881 & 1 & -0.868 & -0.682 \\ 0.975 & -0.868 & 1 & 0.94 \\ 0.891 & -0.682 & 0.94 & 1 \end{pmatrix}$$

Рис. 3. Кореляційна матриця коефіцієнтів

знаходиться на основі матриці Z і має вигляд (рис. 3)

З неї видно, що існує певна кореляція між коефіцієнтами моделі, однак вона ще недостатньо велика щоб вважати дану модель переметризованою. Кореляція між коефіцієнтами може означати, що для даної досліджуваної моделі на множині даних деяка вихідна величина змінюється недостатньо, щоб її вплив був суттєвий. В цілому можна вважати, що дана модель відносно адекватно відтворює досліджуваний процес.

5. Висновки

Проведені дослідження показали можливість використання MathCAD для дослідження складних нелінійних моделей з метою визначення їх параметрів. Розглянутий метод може успішно використовуватися в харчових технологіях. Показана доцільність використання методу символічного обчислення при проведенні розрахунків. Встановлено, що при складних співвідношеннях не завжди можливо отримати знайдений результат на дисплеї. Тому при обчисленні складних нелінійних моделей використання інших програм (наприклад, Genfit) може складати значні труднощі, тому що неможливо вивести формулу похідної на дисплей.

У такому разі доцільно проводити числові обчислення із збереженням результатів попередніх обчислень у пам'яті комп'ютера без виводу їх на дисплей. Остаточний результат, який має суттєво меншу складність можна вивести для подальшого аналізу. Так було зроблено при обчисленні матриці Z , елементи якої обчислювалися без виводу попередніх значень на екран.

Незначні відхилення здобутих результатів обумовлені недостатньою кількістю інформації щодо експериментальних значень. Однак здобуті результати відповідають критеріям достовірності і можуть бути використані для подальшого дослідження.

Щодо визначення адекватності даної моделі, то ця оцінка дещо складніше ніж для лінійної моделі. Вона може бути зроблена на основі матриці Z і даних про дисперсію вимірювання.

Подальше дослідження моделі з метою встановлення її адекватності показало, що не зважаючи на відносно великі значення коефіцієнтів кореляції дану модель можна використовувати для аналізу досліджуваного процесу. Проведені розрахунки показали також доцільність використання MathCAD при

дослідженні складних нелінійних моделей, що використовуються при дослідженні складних об'єктів до яких відносяться харчові продукти.

Список літератури: 1.Методы исследований и организация экспериментов [Текст] / под ред. проф. К.П. Власова. – Х.: Гуманитарный центр, 2002. – 256 с. 2.Дрейпер, Н. Прикладной регрессионный анализ [Текст] / Н. Дрейпер, Г. Смит – М.: Вильямс, 2007. – 912 с. 3.Хартман, К. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов [Текст] /. К. Хартман и др. – М.: «Мир». 1977, 552 с. 4.Льяконов, В.П. Mathcad 11/12/13 в математике [Текст] / В.П. Льяконов // Справочник. – М.:Горячая линия – Телеком, 2007. – 928 с. 5.Гантмахер, Ф.Р. Теория матриц [Текст] / Ф.Р. Гантмахер М.: «Наука». 1967, 576 с.

Поступила в редколлегию 12.05.2012

УДК 65.011.56

И. А. КРИВОРОТЕНКО, студ., ХНУРЭ, Харьков,
Е. П. ПАВЛЕНКО, канд.техн.наук, доц., ХНУРЭ, Харьков

РАЗРАБОТКА WEB-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРИЛОЖЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ КОМПАНИИ «PEOPLESOFT»

Розглянута проблема обліку розробки програмного забезпечення компанії «PeopleSoft». Досліджені основні тенденції розробки Web-додатку з використанням мови високого рівню Java, також проведено порівняння фреймворку Spring та технології Enterprise Java Beans.

Ключові слова: управління проектами, Spring framework

Рассмотрена проблема учета разработки программного обеспечения компании «PeopleSoft». Исследованы основные тенденции разработки Web-приложений с использованием языка высокого уровня Java, а также проведено сравнение фреймворка Spring и технологии Enterprise Java Beans.

Ключевые слова: управление проектами, Spring framework

It was considered the problem of accounting for software development company «PeopleSoft». It was researched the main trends of development Web-oriented applications with using high-level language Java, also it was compared Spring Framework and Enterprise Java Beans Technology.

Keywords: project management, Spring Framework

1. Введение

В настоящее время с целью эффективного управления бизнесом предприятия все шире используют информационные технологии. Внедрение информационных технологий в работу предприятия позволяет автоматизировать ряд бизнес-процессов, сократить время на их выполнение, а также повысить качество производимой продукции или предоставляемых услуг.

В последнее время очень популярными являются веб-ориентированные системы, которые позволяют эффективно и своевременно обеспечивать сотрудников необходимой информацией. Веб-ориентированные системы подразумевают, что вся бизнес-логика вынесена на сервер, а клиенту предоставляется только интерфейс. Для реализации этой части приложения можно использовать язык Java, который хорошо зарекомендовал себя в разработке корпоративных веб-приложений.

2. Постановка задачи

Компания «PeopleSoft» занимается разработкой программного обеспечения для различных сфер деятельности. Компания работает с большим количеством программных проектов, и в связи с этим возникает необходимость в автоматизации процесса их учета. Разработанное приложение позволит вести

учет новых проектов, а также получать оперативную информацию о состоянии существующих проектов.

Входной информацией разрабатываемого приложения являются: информация о сотрудниках, информация о задачах и информация о проектах.

Выходная информация: форма со списком всех сотрудников, а также аналогичные формы со списками задач и проектов, форма со списком задач для конкретного проекта и форма со списком задач для сотрудника в конкретном проекте. Все атрибуты выходных сообщений для сотрудников, задач и проектов соответствуют атрибутам входных сообщений.

Использование веб-технологий для разработки такого приложения дает ряд преимуществ, таких как:

- распределенный доступ для всех пользователей;
- доступ к информации через Интернет;
- установка приложения выполняется только на сервере;
- приложение не требует затрат на дополнительное ПО;
- приложение может работать на различных операционных системах;
- минимальные требования к мощности ПК.

Учитывая вышеперечисленные преимущества, было принято решение о разработке веб-ориентированного приложения управления проектами. Для разработки приложения была выбрана платформа JavaEE языка программирования Java. JavaEE позволяет строить эффективные серверные приложения, в которых необходимы гибкость, масштабируемость и надежность. Согласно рейтингу языков программирования, который составила голландская компания TIOBE Software BV, Java занимает первое место с 2002 года. На момент составления рейтинга 2011 года доля рынка данного языка программирования составила 17,4%.

3. Основные тенденции разработки Web-приложений с использованием Java

Изначально Web-ориентированные приложения, разрабатываемые на языке Java, строились с помощью сервлетов и технологии JSP. Сервлет – это java-класс, который выполняется на стороне сервера. Сервлет получает какую-либо информацию от клиента посредством http-запросов, обрабатывает на сервере и отправляет клиенту обратно посредством http-ответа. JSP – это технология, позволяющая встраивать java-код в гипертекстовые страницы. Страницы JSP состоят из двух составляющих: статического содержимого в виде html или xml и динамического – в виде JSP-компонентов.

На сегодняшний день данный подход считается устаревшим и неэффективным. Можно выделить два основных направления разработки Web-приложений:

- с использованием Enterprise Java Beans 3.0 (EJB3);
- с использованием Spring 3.0.

EJB – это управляемая технология на основе компонентной серверной архитектуры, предназначенная для написания и поддержки серверных компонентов, содержащих бизнес-логику. Эта технология является основным

элементом платформы JavaEE, которая используется для серверного программирования на Java.

Версия EJB 3 претерпела существенные изменения по сравнению с версией 2. Прежде всего, это возможность использования аннотаций, которые позволяют разработчику использовать декларативный стиль программирования. Также спецификация EJB версии 2 накладывала на разработку существенные ограничения – существовали определенные правила описания: для создания компонентов java-beans необходимо было применять наследование от некоторого класса и переопределять необходимые методы. В версии 3 многие из этих ограничений отсутствуют по причине введения аннотаций, которые позволяют декларативно описывать компоненты java-beans.

Альтернативным решением EJB является фреймворк Spring. Spring - это аспектно-ориентированный контейнер и фреймворк. Spring 3.0 также отличается от предыдущей версии использованием аннотаций, которые позволяют значительно уменьшить количество кода. До версии 3.0 компоненты Spring описывались при помощи языка разметки xml, что принуждало разработчика к написанию большого объема кода для описания и связывания компонентов.

Оба этих фреймворка имеют много общего: и тот, и другой используют POJO-классы для реализации бизнес-логики приложения. POJO-классы – это простые java-классы, не унаследованные от какого-либо интерфейса. Фреймворки связывают различные POJO-классы между собой при помощи внедрения зависимости. Таким образом, разработчик может уделить больше внимания реализации бизнес-логики конкретного приложения и unit-тестированию POJO-классов без использования фреймворков.

Внедрение зависимости – это реализация принципа объектно-ориентированного программирования «Обращения контроля (Inversion of control)», суть которого заключается в том, что все классы должны быть как можно более изолированными от других, не полагаясь в своей работе на детали конкретной реализации других классов. Данное понятие подразумевает связывание одного компонента с другим путем получения второго через конструктор, setter-метод или интерфейс внедрения. Класс получает на вход метода или конструктора не конкретный класс, а некоторый интерфейс, который могут реализовывать множество классов. Такое связывание между классами ещё называют слабым связыванием.

Хотя эти фреймворки очень похожи, они все же имеют некоторые различия. Основные различия состоят в подходе при разработке. При использовании Spring все классы, как для реализации сущностей, так и для бизнес-логики имеют вид POJO-класса. В EJB 3.0 все классы делятся на три вида: объектные (Entity Bean), сессионные (Session Bean), а также управляемые сообщениями (Message Driven Beans). Эти классы имеют различное назначение, что заставляет разработчика строить приложения, подстраиваясь под эти требования, в отличие от Spring, где все классы являются пользовательскими POJO-классами и связаны между собой. Ещё одна особенность Spring – использование аспектно-ориентированного программирования (АОП).

АОП – это новый подход к программированию, который подразумевает выделение общей функциональности в отдельный модуль. Под общей функциональностью понимаются некоторые компоненты, которые используются в различных модулях системы. АОП позволяет декларативно определить, как и в каких модулях системы применять эту функциональность без внесения изменений в модули. Как пример такой функциональности можно привести ведение логов или управление транзакциями. Таким образом, АОП дополняет объектно-ориентированное программирование, обогащая его другим типом модульности, который позволяет локализовать код сквозной логики в одном модуле.

Пример использования АОП и других преимуществ Spring представлен ниже:

```
package my.project.dao;
import java.util.Collection;
import org.hibernate.Session;
import org.hibernate.SessionFactory;
import org.springframework.beans.factory.annotation.Autowired;
import org.springframework.stereotype.Component;
import org.springframework.transaction.annotation.Transactional;
import my.project.domain.Entity;
/**
 * @Version 1.0 29.04.2012
 * @author Ivan Krivorotenko
 */
@Component
public class HibernateEntityDao implements EntityDao {
    @Autowired
    private SessionFactory sessionFactory;
    public SessionFactory getSessionFactory() {
        return sessionFactory;
    }
    public void setSessionFactory(SessionFactory sessionFactory) {
        this.sessionFactory = sessionFactory;
    }
    @Transactional
    public void create(Entity entity) {
        Session session = getSessionFactory().getCurrentSession();
        session.save(entity);
    }
    ...
}
```

В данном примере описывается класс, который описывает класс доступа к данным для некоторой сущности. Класс помечен аннотацией `@Component`, которая говорит о том, что он будет помещен в Spring контейнер. Поле `sessionFactory` помечено аннотацией `@Autowired`, которая позволяет

декларативно связывать классы друг с другом. Класс SessionFactory отвечает за создание и контроль над сессией.

В классе примера реализован метод create, который позволяет создавать некоторую сущность. Аннотация @Transactional заменяет открытие и закрытие транзакций в теле метода – это все будет выполнено автоматически. Для этой задачи Spring использует соответствующие аспекты, которые выполняются до и после метода. Остальные методы реализуются аналогично.

4. Выводы

EJB имеет репутацию фреймворка, который используется для построения крупных корпоративных Web-приложений. Также для развертывания EJB-приложений требуется серьезный сервер приложений вроде JBOSS, использование простого JSP/Servlet контейнера Apache Tomcat не поддерживается.

Приложение управления проектами является небольшим по своим размерам, и рассчитано на использование внутри компании. Поэтому можно сделать вывод, что разработка Web-приложения с использованием EJB нецелесообразна. Нет необходимости разворачивать сервер приложений, т. к. можно обойтись простым контейнером Apache Tomcat. Также Spring предлагает свои библиотеки JSP тегов, которые позволяют строить пользовательский интерфейс без использования сторонних фреймворков.

Список литературы: 1. Walls, C. Spring in Action. Third Edition [Текст] / C. Walls – Manning Publications Co., 2011.- 426 с. 2. Panda, D. EJB 3 in Action [Текст] / D. Panda, R. Rahman, D. Lane – Manning Publications Co., 2007 – 677 с.

Поступила в редколлегию 21.05.2012

УДК 004.538

А.В. BOBK, канд.техн.наук, ст. преп., ХНУРЭ, Харьков,
Ю.А. ШЕВЧЕНКО, студ, ХНУРЭ, Харьков

ВНЕДРЕНИЕ КРОСС-МЕДИЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПОЛИГРАФИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

У даній роботі розглядається поняття крос-медійний видавничий процес, події попередні його виникнення, його переваги на ринку та шляхи розвитку в подальшому. Наведено схема підприємства до і після впровадження крос-медійних технологій.

Ключові слова: крос-медійне видання, веб-сайт, цифровий друк.

В данной работе рассматривается понятие кросс-медийный издательский процесс, события предшествующие его возникновению, его преимущества на рынке и пути развития в дальнейшем. Приведена схема предприятия до и после внедрения кросс-медийных технологий.

Ключевые слова: кросс-медийное издание, веб-сайт, цифровая печать.

In this paper the concept of cross-media publishing process, the events preceding its emergence, its advantages in the market and the development in the future. A scheme of the company before and after the introduction of cross-media technologies.

Keywords: cross-media publishing, website, digital printing.

Введение

В течении последних двадцати лет в издательско-полиграфическом мире происходило преобразование – переход от аналоговой к цифровой форме.

В 1980-х годах формат PostScript и подготовка публикаций с помощью настольных издательских средств изменили печатную индустрию, устранив трудоемкие ручные операции, которые применялись на протяжении предыдущих ста лет.

1990-е годы превратили Всемирную Паутину из средства развлечения в полноправный и необходимый канал коммерческой коммуникации. Это быстро осуществилось благодаря эволюции в способах создания веб-страниц – от ручного программирования на языке HTML к графическим инструментам, видоизменившим компьютерную подготовку изданий, и, наконец, к сложным системам которые создают интерактивные веб-страницы «по требованию». Без этих инструментов, еще пять лет назад, ни экономически, ни технически невозможно было создавать развернутые интерактивные веб-сайты, которые играют сегодня важную роль на рынке коммуникаций.

В настоящее время происходит перемещение видеоиндустрии от аналоговой формы к цифровой. В конце 1990-х годов появились продукты новой технологии – DVD. Тогда же началось быстрое развитие цифрового телевидения высокой четкости, а также цифрового видео с разноформатным потоком данных. Указанные технологии также быстро превращаются в полноправные каналы коммерческих коммуникаций.

Несмотря на то, что переход к цифровой форме затронул все каналы коммуникаций, производственный процесс каждой отрасли по-прежнему направлен на выпуск продукции для какого либо одного канала коммуникации (Интернета, печати, видео), вместо того что бы стать действительно кросс-медийным рабочим потоком. Каждый раз когда какое-либо предприятие запускает на рынок новый товар, возникает потребность в привлечении отдельного штата сотрудников, технологов и отдельного цифрового потока для выпуска следующих видов материалов:

- печатные материалы для торгового персонала и техническая документация о товаре;
- интерактивный веб-сайт о товаре;
- обучающие видео фильмы и руководства для пользователей товара;
- реклама, изготовленная различными способами печати;
- рекламные ролики для радио и телевидения.

Поскольку циклы разработки новых товаров сокращаются под давлением конкуренции и быстро меняющихся условий рынка, продолжительность жизненного цикла товара иногда не превышает одного года. Поэтому для большинства компаний естественна ситуация, при которой в разработке постоянно находится запуск одного или нескольких товаров.

Преимущества кросс-медийного издательского процесса

Кросс-медийный издательский процесс предоставляет возможность перейти на новый уровень эффективности, разрушив исторически сложившееся разделение между цифровыми потоками, обслуживающими печать, Интернет и

видео продукцию. Создав прочный фундамент такого процесса, появляется возможность представлять по низким ценам услуги, охватывающие полный жизненный цикл всех средств коммуникаций, начиная от создания цифрового контента и до распространения, включая управления библиотеками носителей информации, таким образом, возникает преимущество первопроходца в этой сфере.

На основе кросс-медийной платформы можно напрямую преобразовать оцифрованные материалы, существующие в определенном формате и на определенном носителе данных, свойственном одному каналу коммуникации, в формат другого канала. Силу кросс-медийного издательского процесса позволяют оценить следующие примеры:

- из готового видеоролика можно извлечь серию неподвижных изображений для демонстрации на «торгующем» веб-сайте или в печатных материалах для стимулирования сбыта.

- каталог продукции можно подготовить один раз и вывести одновременно в сети Интернет, в формате видео и полиграфической продукции.

Концепция кросс-медийного издания позволяет использовать в полном объеме все выразительные средства каждого канала коммуникаций. Создавать содержание для кросс-медийного распространения и управлять кросс-медийными издательскими системами непросто. Кросс-медийные услуги оправдывают премиальную цену, поскольку они дают огромный экономический эффект и преимущества в организации жизненного цикла товаров, устраняя избыточные рабочие потоки.

Кросс-медийные услуги являются убедительным ценностным предложением для существующих и перспективных клиентов. Внедрение этих услуг позволяет:

- устранить избыточные этапы производственного процесса;
- резко сократить продолжительность производственного цикла;
- сосредоточить внимание разработчиков контента на основном процессе – создании контента;
- предоставить заказчику услуги за более низкую цену, чем в случае создания им собственной инфраструктуры или привлечения различных поставщиков;
- дать возможность клиенту управлять библиотекой своих носителей информации и отслеживать процесс производства;
- исключить риск оттеснения на второй план вашего бизнеса в случае, если сократится употребление вашего формата коммуникаций и произойдет внедрение новых сложных средств коммуникации.

Схема рабочих потоков предприятия с внедрёнными кросс-медийными технологиями

Для того что бы наглядно показать возможность компании после внедрения кросс-медийной технологии рассмотрим рисунок. Данная компания предлагает своим клиентам полный набор услуг кросс-медийной подготовки публикаций. Они выбрали трехмерный подход в завоеванию клиентов, производить средства коммуникации, разработки содержания и обслуживанию клиентов.

В дополнение к традиционным услугам подготовки публикаций, у компании есть полноценная студия звукозаписи, возможность работы с графикой и текстам,

монтажа
 видеоизображен
 и Т.Д.
 Благодаря
 этому, компания
 может
 размещать
 информацию о
 своей продукции
 как на печатных
 носителях так и
 размещать ее в
 сети Интернет и
 на телевидении,
 а так же
 использовать в
 эфирное время
 на FM радио.



Рис. Услуги предприятия после внедрения кросс-медийной технологии

Заключение

В работе рассмотрены преимущества внедрения кросс-медийных технологий на полиграфических предприятиях. Данный процесс позволяет существенно повысить эффективность уже существующих на предприятиях рабочих потоков. Приведена схема рабочих потоков предприятия, которое использует кросс-медийный издательский процесс. Внедрение кросс-медийных технологий и услуг позволит существенно повысить конкурентоспособность полиграфических предприятий в условиях растущей конкуренции со стороны Интернет-изданий.

Список литературы: 1. Раттан, К. Кросс-медийные системы в полиграфии и издательском деле. Выбор стратегии [Текст] : пер. с англ. Н. Романова; – М. : ЦАПТ, 2007. – 197 с. 2. Гейл, Л. Кросс-медийные системы в полиграфии и издательском деле. Организация бизнеса [Текст] / Л. Гейл, М. Эванс, Т. Дефино : пер. с англ. Н. Романова; – М. : ЦАПТ, 2007. – 196 с.

Поступила в редколлегию 11.05.2012

УДК 519.7:007.52

Я.В. СВЯТКИН, асис., НТУ «ХП», Харків,

МОДЕЛЬ НАВЧАННЯ З ЗАСТОСУВАННЯМ НАВІГАЦІЙНИХ ПРАВИЛ ГЕНЕРАЦІЇ І ДИНАМІЧНОЇ МОДИФІКАЦІЇ СТРАТЕГІЙ НАВЧАННЯ В БАЗИСІ АЛГЕБРИ СКІНЧЕННИХ ПРЕДИКАТІВ

У статті сформульована задача побудови моделі навчання в інтелектуальній адаптивній гіпермедіа системі з застосуванням навігаційних правил генерації і динамічної модифікації стратегій навчання в базисі алгебри скінченних предикатів.

Ключові слова: метод навчання, інтелектуальна адаптивна гіпермедіа система, алгебри скінченних предикатів.

В статье сформулирована задача построения модели обучения интеллектуальной адаптивной гипермедиа системы с использованием навигационных правил и динамической модификации стратегии обучения в базисе алгебры конечных предикатов.

Ключевые слова: метод обучения, интеллектуальная адаптивная гипермедиа система, алгебра конечных предикатов.

In the article the problem of constructing a model of teaching intelligent adaptive hypermedia systems using the navigation rules, and dynamic modification of teaching strategies in the basis of the algebra of finite predicates.

Keywords: method of teaching intelligent adaptive hypermedia system, the algebra of finite predicates.

Інтенсивне впровадження інформаційних технологій у навчальний процес довело значні переваги комп'ютеризованого навчання. Значні досягнення в галузі формального подання знань за допомогою теорії штучного інтелекту створюють реальну основу для побудови інтелектуальних навчальних адаптивних гіпермедіа систем (ІНАГС). Використання нових інформаційних технологій та методів штучного інтелекту значно підвищує якість та процес інтенсифікації навчання, суттєво підвищують можливості навчання. Такі системи підтримують моделі користувача і застосовують ці моделі для адаптації навчального гіпермедіа простору та методик викладання до його потреб. Таким чином, кожен користувач має свою власну траєкторію навчання та індивідуальні навігаційні можливості для роботи з гіпермедіа простором.

Задача навчання сьогодні є найменш формалізованою в класі розглянутих «типових задач» штучного інтелекту, що пов'язано зі слабкою розробкою педагогічних і психологічних теорій одержання знань, формування понять, побудови умовиводів й ін. проблемам. Однак задача навчання може бути декомпозована на послідовність більш простих задач, таких як *діагностика, інтерпретація, планування, проектування*, що впливають одна за одною у чітко визначеному порядку, і зв'язавши рішення перерахованих завдань із побудовою відповідних моделей – користувача (діагностика), навчання (планування, проектування, адаптація), пояснення (інтерпретація).

Тому з погляду концепції типової моделі задача навчання M включає побудову трьох наступних підмоделей (рис. 4):

- модель користувача, (M_1);
- модель навчання (M_2);
- модель пояснення (M_3).

При побудові інтелектуальних навчальних адаптивних гіпермедіа систем (ІНАГС). Проаналізовано основні моделі представлення знань, та розглянуто основні методи ідентифікації знань (класифікація, метод компараторного аналізу).

При побудові комплексної моделі інтелектуальної адаптивної навчальної гіпермедійної комп'ютерної системи визначено математичний інструментарій на базисі алгебри скінченних предикатів для представлення знань та моделювання

стратегії навчання
в інтелектуальних
гіпермедіа
системах
елементами
адаптації
моделі
користувача.
Відношення
предикатом
модельовання
будь-яких

3

до
 M_1

для

інтелектуальних і

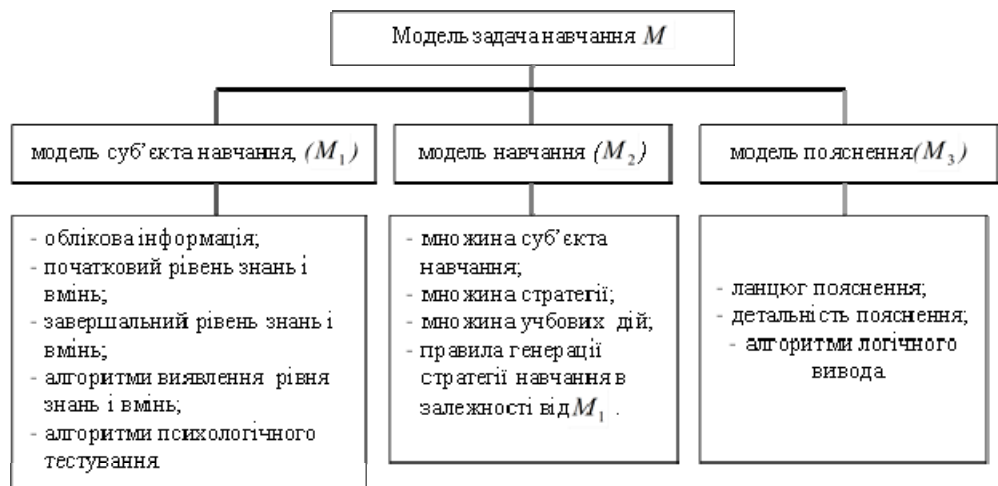
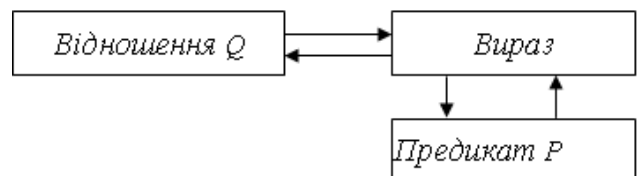


Рис. 1. Модель задачі навчання

процесів, у тому числі і процесів одержання нових знань (навчання), моделювання процесу адаптації до потреб користувача запропоновано описувати в такий спосіб:

$$P(x_1, x_2, \dots, x_m) = \begin{cases} 1, & \text{если } x_1, x_2, \dots, x_m \in P \\ 0, & \text{если } x_1, x_2, \dots, x_m \notin P. \end{cases}$$

Схему переходу від довільного відношення Q до предиката P і назад можна представити в наступному вигляді (див. рис. 2).



Виходячи із запропонованої загальної моделі, довільне знання про факт можна навести відношенням:

Рис. 2. Схема переходу від довільного відношення до предиката

$$\{(a_{11}, a_{21}, \dots, a_{m1}), (a_{12}, a_{22}, \dots, a_{m2}), \dots, (a_{1r}, a_{2r}, \dots, a_{mr})\},$$

де r – кількість наборів у відношенні.

Це знання виражається висловлюванням:

$$x_1 = a_{11} \text{ и } x_1 = a_{21} \text{ и } \dots \text{ и } x_1 = a_{m1} \text{ или } x_1 = a_{12} \text{ и } x_1 = a_{22} \text{ и } \dots \text{ и } x_1 = a_{m2} \text{ или } \dots \text{ или } x_1 = a_{1r} \text{ и } x_1 = a_{2r} \text{ и } \dots \text{ и } x_1 = a_{mr}$$

Мовою алгебри предикатів це знання запишеться у вигляді формули:

$$x_1^{a_{11}}, x_2^{a_{21}}, \dots, x_m^{a_{m1}} x_1^{a_{12}}, x_2^{a_{22}}, \dots, x_m^{a_{m2}} \vee \dots \vee x_1^{a_{1r}}, x_2^{a_{2r}}, \dots, x_m^{a_{mr}},$$

яку традиційно назвемо диз'юнктивною нормальною формою (ДНФ) предиката.

Алгебра предикатів описує тільки знання про факти. Алгебра предикатних операцій формалізує операції над знаннями, що представлені у вигляді відносин на деякому предметному просторі M . Алгебра предикатів описує декларативну складову знань, а алгебра предикатних операцій – процедурну складову адаптації навчання. Введено алгебру предикатних операцій з константами і змінними, тобто різновид алгебри предикатних операцій з базисними елементами, що складаються із «тотожних предикатних операцій» та «константних предикатних операцій». Тотожною предикатною операцією по змінній $X_j (j = 1, \dots, n)$

називається операція $F(X_1, X_2, \dots, X_j, \dots, X_n) = X_j$ при будь-яких $X_1, X_2, \dots, X_j, \dots, X_n \in M$. Ця операція називається операцією вибору аргументу. Існує n таких операцій. Константною предикатною операцією називається операція $F(X_1, X_2, \dots, X_j, \dots, X_n) = P$ при будь-яких $X_1, X_2, \dots, X_j, \dots, X_n \in M$, де P – предикат на множені M . Кожному предикату $P \in M$ відповідає своя константна предикатна операція.

У дослідженні доведено, що процес навчання можливо описати за допомогою «диз'юнктивно-кон'юнктивної алгебри предикатних операцій». Диз'юнктивно-кон'юнктивною алгеброю предикатних операцій називається така алгебра предикатних операцій, базисними операціями якої є операції диз'юнкції $X \vee Y$, кон'юнкції $X \wedge Y$ для будь-яких предикатних операцій X і Y , а базисними елементами є константи $P \in M$ і предикати дізнання предикатів X_j^p ($j = 1, \dots, n$), $P \in M$. При будь-якому носії N алгебра предикатних операцій повна. Диз'юнктивно-кон'юнктивна алгебра предикатів на носії M є підалгеброю алгебри предикатних операцій на носії N . Алгебра предикатних операцій разом з її підалгеброю, що є алгеброю предикатів, називається алгеброю предикатів і предикатних операцій.

Алгебра предикатів і предикатних операцій у теорії інтелекту може використовуватися для опису баз даних і баз знань та моделювання навчання та опису правил побудови його стратегії. Таким чином, використовуючи алгебру предикатів і предикатних операцій, можна створити інтегровану модель навчання, засновану на традиційних моделях подання знань, а також на моделях подання знань природною мовою.

В системі для кожного окремого елемента подання інформації в гіперструктурі – навчальному предикату введено відношення приналежності Δ відібраних навчальних документів t_a, t_b одному конструктиву в такий спосіб:

$$t_a \Delta t_b \Leftrightarrow (\forall p \in P)(R(t_a, p) = R(t_b, p)).$$

Відношення Δ визначає мінімально розподілене подання цілісності. Відношення Δ має властивості рефлексивності $t_a \Delta t_b$; симетричності $(\forall t_a, t_b \in T)(t_a \Delta t_b) \Rightarrow t_b \Delta t_a$; транзитивності $(\forall t_a, t_b, t_c \in T)(t_a \Delta t_b)(t_b \Delta t_c) \Rightarrow t_a \Delta t_c$, отже, відношення Δ є еквівалентністю.

Для понять предметної галузі, що лежать в основі побудови гіпер-структури, також введено відношення Π приналежності понять p_i, p_j понятійній основі конструктиву P :

$$p_i \Pi p_j \Leftrightarrow (\forall p \in T)(R(t, p_i) = R(t, p_j)).$$

Відношення Π визначає закономірності структурування цілісності. При розробці елементів алгебри предикатів та предикатних операцій побудований ряд предикатів і доведена їхня функціональність. Предикат E_Δ пропонується використовувати для визначення дидактичної близькості документів t_a і t_b з множини однотипних форм: якщо $E_\Delta(t_a, t_b) = 1$, тоді $R(t_a, p) = R(t_b, p)$ для будь-якого поняття p з множини понять P . Отже, всі властивості документів t_a і t_b , що відповідають поняттями з множини Ψ , збігаються. Якщо $E_\Delta(t_a, t_b) = 0$, то таке

поняття $p \in P$, для якого $R(t_a, p) \neq R(t_b, p)$, доводить дидактичне розходження t_a і t_b . Аналогічно предикат $E_{\Pi}(p_i, p_j) = 0$ може бути використаний для визначення функціональної еквівалентності понять p_i і p_j з множини P : якщо $E_{\Pi}(p_i, p_j) = 1$, тоді, $R(t, p_i) = R(t, p_j)$ для будь-якого документа t з множини T , тобто ці поняття одночасно відповідають документу $t \in T$, або одночасно не відповідають. Обидва введені предиката E_{Δ} і E_{Π} є еквівалентностями, отже, факторизують множини різних форм і понять. Предикат E_{Δ} визначає розбивання множини T на шари S дидактично близьких документів. Предикат E_{Π} визначає розбивання множини P на шари L функціонально еквівалентних понять; при цьому поняття з різних шарів L функціонально еквівалентними не є.

При подальшому розвитку моделі M_2 до рівня адаптивної моделі навчання інтелектуальної гіпермеда системи, що враховує індивідуальні особливості користувача, на всіх етапах передачі знань, була розроблена алгоритмічна база навігаційних правил, тобто сукупність процедур генерації і динамічної модифікації стратегій навчання S . Процедура генерації стратегій навчання S полягає, у відкритті або приховуванні вузлів гіпермедіа простору, що найбільш відповідає рівню знань користувача. Ця модель дозволяє автоматизувати етап проектування подання навчального матеріалу в ІНАГС, і є універсальною відносно до форми подання інформаційних об'єктів, до методики розподілу навчального матеріалу за рівнями викладання і до методики оцінювання знань.

Розроблені навігаційні правила засновані на принципі адаптивного приховування зв'язків гіпермадіа простору. ІНАГС, використовуючи навігаційне правило, вирішує, які вузли приховувати і які вузли можуть бути пов'язані з поточним вузлом із множини $\{P\}$.

Для побудови універсальної моделі адаптації потрібно реалізувати наступні чотири види навігаційних правил:

- загальні навігаційні правила;
- навігаційні правила вузла;
- глобальні навігаційні правила користувача;
- локальні навігаційні правила користувача.

Навігаційне правило може бути розділене на два типи: правила вузла і загальне правило. Правило вузла визначено і застосовується тільки для певного вузла. Загальне правило – для того, щоб описати навігаційні шляхи в дидактичному просторі M , згідно еталонної моделі M_e , які використовуються найчастіше. У навігаційному правилі мають бути описані зв'язки, які повинні бути показані у відповідності з ідентифікатором вузла, а також ті зв'язки, що відповідають класу вузла, який є метою зв'язку. Навігаційне правило, яке використовує набір параметрів користувача з його моделі M_1 , названо навігаційним правилом користувача. Система приховує всі зв'язки, на які не посилаються в навігаційному правилі.

Навігаційні правила генерації стратегії S , для моделі адаптивної моделі навчання M_2 :

- загальне навігаційне правило:

$$M_1(P_{11} \wedge P_{1h} \wedge \dots \wedge P_{m1} \wedge P_{mh}) \rightarrow M_2(P_1 \wedge \dots \wedge P_n);$$

- навігаційне правило вузла:

$$M_1(P_{11} \wedge P_{1h} \wedge \dots \wedge P_{m1} \wedge P_{mh}) \rightarrow S(D_1 \wedge \dots \wedge D_n);$$

- глобальне навігаційне правило користувача:

$$e_1 \# S(M_1, M_e) \# e_2 \rightarrow M_2(P_1 \wedge \dots \wedge P_n);$$

- локальне навігаційне правило користувача:

$$e_1 \# S(M_{1i}, M_{ei}) \# e_2 \rightarrow S(D_1 \wedge \dots \wedge D_n),$$

де: p_i – дидактичний предикат множини M ; D – ідентифікатор вузла, інформація якого буде показана користувачу в рамках генерації стратегії навчання; h – кількість історій, які були задіяні у моделі користувача M_1 ; m – кількість образів шляху; n – кількість ідентифікаторів вузлів, які будуть показані суб'єкту навчання згідно M_e ; $S(M_{1i}, M_{ei})$ – параметр ступеня толерантності на i -му кроці; e – межа ступеня толерантності в межах від 0 до 1; $\#$ – операція, яка представляється одним з наступних трьох логічних операторів: '<', '<=' або '='.

З лівого боку формули у першому та другому правилах зазначено історію шляху M_1 , яка представляє собою результат роботи користувача у дидактичному просторі M ІНАГС. Навігаційне правило означає, що система показує учню зв'язок, ідентифікатор вузла або клас, які зазначені у його правій частині, якщо історія шляху учня відповідає одному зі зразків історій, які записані в його лівій частині. Відмінність третього й четвертого навігаційних правил від першого та другого полягають у тому, що зліва зазначено діапазон значень коефіцієнта толерантності знань $S(M_1, M_e)$. Навігаційне правило користувача означає, що система показує зв'язок, ідентифікатор вузла або клас, що зазначені у його правій частині, якщо параметр коефіцієнта толерантності знань, зазначений у лівій частині, знаходиться в межах завданого діапазону.

Якщо у вузла є декілька навігаційних правил, система показує всі зв'язки, які підтверджуються будь-яким навігаційним правилом. Таким чином, якщо, принаймні, одне правило з декількох схвалює надання певного зв'язку, система показує зв'язок незалежно від інших навігаційних правил.

На рис. 5 наведено приклад навігації на основі всіх вищеописаних навігаційних правил. Класи визначені наступним чином: A – вузли з питанням (тестовим завданням), B – вузли, що містять інформацію для правильної відповіді, C – вузли з інформацією для неправильної відповіді, D – вузли з поясненням для користувача з низьким рівнем знань, E – вузли з поясненням для користувача з високим рівнем знань.

Навігаційне правило визначено для дидактичного предиката P_i вузла $B5$. Це правило застосовується тільки в цьому вузлі. Правило $A \wedge C \wedge A \rightarrow D7$ означає, що, коли користувач заходить у вузол $B5$ і історія шляху користувача – $A \wedge C \wedge A$, система показує зв'язок до вузла $D7$ і приховує зв'язок до вузла $E8$. Оскільки клас $B2$ означає, що суб'єкт навчання відповів вірно, а класи $C1, C3$ – невірно, історія взаємодії користувача з ІНАГС показує, що користувач відповідав на питання у вузлі $A0$ невірно, а у вузлі $A4$ – вірно. $A \wedge B \wedge A \rightarrow E8$ означає що, якщо користувач відповів вірно на запитання у вузлах $A0$ і $A4$, то система показує лише зв'язок до вузла $E8$. Тобто система змінює стратегію S процесу навчання

згідно з поточними результатами навчальної діяльності учня.

Найбільш поширеними навігаційними помилками, які можуть зустрічатися в навігації будь-якої ІНАГС, є «глухий кут» – стан ІНАГС, коли всі зв'язки приховані й учень не може піти далі після досягнення вузла з навігаційним правилом та «петля» – стан ІНАГС, коли учень досягає вузла, у якому він вже був. Поява глухого кута змушує припинити рух досягнення наступних вузлів у гіперпросторі. Використання петлі може бути ефективно, наприклад, коли зв'язок необхідний для повернення до головної сторінки. Проблеми з петлями виникають лише в тому випадку, коли вони є незапланованими.

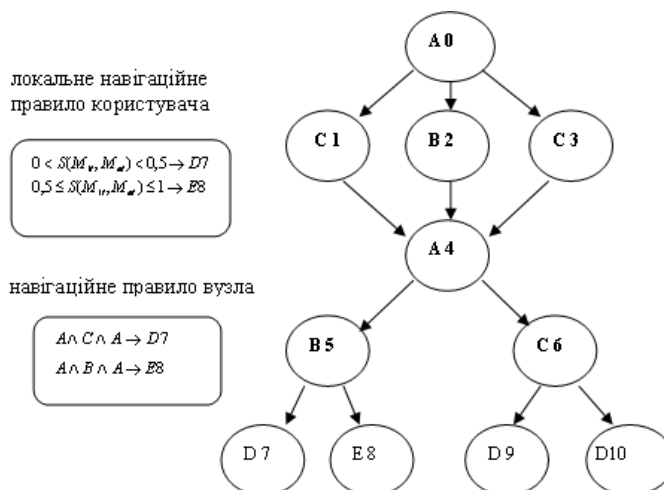


Рис. 3. Приклад навігаційних правил

Список литературы: 1.Булкин В.И. Компараторная идентификация знаний в биологических и искусственных интеллектуальных информационных системах // Вестник ХГТУ. – №1(14): Сб. науч. тр. – Херсон: ХГТУ, 2002. – С. 272 – 276: ил. 10. – табл. 1. – Библиогр.: 3 назв. 2.Булкин В.И. О представлении знаний в интеллектуальных информационных системах // Вестник НТУ «ХПИ». Сборник научных трудов. Тематический выпуск «Системный анализ, управление и информационные технологии».– Харьков: НТУ «ХПИ». – 2005.– №41.– С. 93–100.3.Булкин В.И. О представлении знаний в интеллектуальных информационных системах с использованием метода раздельной многослойной декомпозиции бинарных предикатов // Вестник НТУ «ХПИ». Сборник научных трудов. Тематический выпуск «Системный анализ, управление и информационные технологии».– Харьков: НТУ «ХПИ». – 2005.– №54.– С. 94–99.

Поступила в редколлегию 15.05.2012.

УДК 338.4:519.2

С. Е. ГАРДЕР, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харьков,
Е. В. ГОЛОВАЧ, студ., НТУ «ХПИ», Харьков

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ВЗАИМОСВЯЗАННЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

В статті пропонуються математичні методи для побудування моделі залежності взаємопов'язаних часовими рядів та визначення причинно-наслідкових залежностей.

В статье предлагаются математические методы для построения модели зависимости взаимосвязанных временных рядов и определение причинно-следственных зависимостей.

In the article mathematical methods to model dependence of interrelated time series and determine the cause and effect.

Введение и постановка задачи. При изучении экономических явлений наибольший интерес представляет взаимосвязь экономических величин. Использование традиционных корреляционных методов может привести к

ложной корреляции из-за наличия тенденций в обоих рядах. Для решения этой проблемы необходимо исключить тренд, учитывая вид нестационарности.

При построении математической модели текущее значение одной величины будет зависеть не только от ее предыдущих значений, но и от текущих и предыдущих значений другой величины. Такую модель принято называть авторегрессионной моделью с распределенным лагом.

Целью является рассмотрение наиболее подходящих методов исследования и построения модели взаимосвязанных рядов для индекса инфляции и безработицы.

В статье рассмотрены следующие методы:

1. Критерий серий
2. Метод последовательных разностей
3. Тест Дики-Фуллера
4. Авторегрессионной модели с распределенным лагом
5. Тест по Гренджеру

Методы исследования. Первым этапом исследования заключается в выявлении структуры исходных временных рядов. Каждое значение временного ряда интерпретируется как наблюдение некоторой случайной величины. Значения временного ряда можно представить в виде суммы неслучайной и случайной составляющей. Чтобы проверить наличие неслучайной составляющей динамического ряда использовался критерий серий, основанный на медиане. Этот метод заключается в построении последовательности, которая формируется по следующим правилам: на i -месте ($i=1,2,\dots,n$) ставится «+», если i наблюдение в исходном ряде превышает медиану, «-», если меньше. Таким образом, получили последовательность из плюсов и минусов. Подсчитали протяженность самой длинной $\tau(n)$ и общее количество серий $\nu(n)$. Проверка гипотезы сводится к проверке следующего неравенства

$$\begin{aligned} \nu(n) &> \frac{1}{2}[(n+2) - 1.96\sqrt{n-1}] \\ \tau(n) &< [1.43 \ln(n+1)] \end{aligned} \quad (1)$$

Если хотя бы одно из условий не выполняется, то неслучайная составляющая отсутствует. Этот метод позволяет уловить наличие трендовой составляющей. На основе критерия было определено, что неслучайная составляющая присутствует в обоих рядах.

С помощью критерия было установлено, что в рядах индекса инфляции и безработицы имеется в наличии трендовая составляющая.

Перед использованием данных в регрессионном анализе, воспользовались методом для тестирования стационарности. Разные типы нестационарных рядов могут быть приведены к стационарности с помощью метода последовательных разностей. Это ряды с детерминированным трендом (TS) и ряды, которые имеют стохастический тренд (DS). Принципиальная разница между рядами выражается в том, что TS ряд можно привести к стационарному виду с помощью выделения тренда, тогда как DS останется нестационарным. Поэтому для различия типов нестационарности применялся тест Дики-Фуллера.

При помощи этого теста проверяют значение коэффициента α в авторегрессионном уравнении первого порядка AR(1) вида $X_t = \alpha X_{t-1} + \varepsilon_t$. Уравнение AR(1) можно переписать в виде: $\Delta X_t = \beta X_{t-1} + \varepsilon_t$, где $\beta = \alpha - 1$. Проверка гипотезы о единичном корне означает проверку о равенстве нулю коэффициента β . Если $\beta = 0$ то ряд не стационарен, что будет означать принадлежность ряда к типу DS.

Статистика критерия имеет следующий вид

$$t = \frac{\bar{\beta} - 1}{s(\bar{\beta})} \quad (2)$$

где $\bar{\beta}$ - оценка параметра β по методу наименьших квадратов;
 $s(\bar{\beta})$ - оценка стандарта ошибки $\bar{\beta}$.

Критические значения берутся из специальной таблицы Дики-Фуллера. Если значение статистики лежит левее критического значения, то гипотеза о единичном корне отклоняется и процесс признается стационарным.

В результате было получено, что ряды индексов инфляции и безработицы являются типа TS. На рисунке представлены стационарные ряды (очищенные от тренда).

Целью является построение математической модели зависимости между рядами, которая позволит с наименьшей ошибкой восстановить и прогнозировать значения $y(t)$.

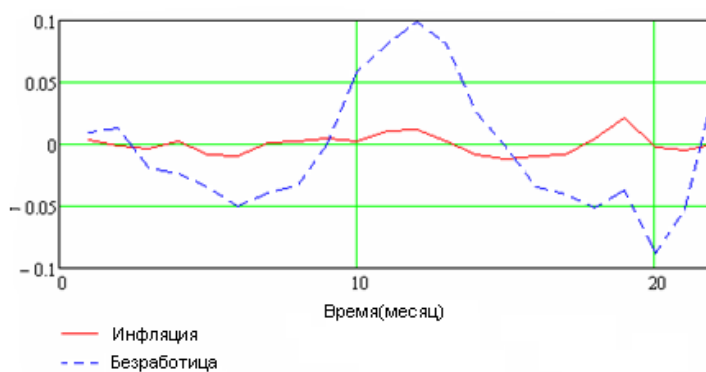


Рис. Стационарные ряды

Текущее значение экономической величины будет зависеть не только от ее предыдущих значений, но и от текущих и предыдущих значений других экономических показателей. Такие модели называются авторегрессионными моделями с распределенным лагом (ADL-модели). Общий вид модели

$$Y(t) = \theta + \sum_{k=0}^T \alpha_k Y(t-k) + \sum_{k=0}^T \beta_k X(t-k) + \varepsilon(t) \quad (3)$$

где k – длина лага; ε_t – остатки.

Определение числа лагов для переменных, которые входят в модель, сопровождается построением ряда моделей и выбора наилучшей.

Исходя из того, что оба нестационарных ряда являются рядами типа TS, в правую часть модели ADL добавляется дополнительная пояснительная переменная – тренд. Тогда авторегрессионная модель с распределенным лагом получит вид:

$$Y(t) = \theta_1 + \sum_{k=0}^T \alpha_k Y(t-k) + \sum_{k=0}^T \beta_k X(t-k) + \theta_2 \cdot t + \theta_3 \cdot t^2 + \varepsilon(t) \quad (4)$$

Коэффициенты модели были оценены с помощью метода наименьших квадратов.

Для выбора наиболее подходящей модели были построены авторегрессионные модели с распределенным лагом типа ADL(3, 3), ADL(3, 4). Коэффициент детерминации и значение стандартной ошибки позволяет определить наилучшую модель.

С помощью этих показателей, было определено, что авторегрессионная модель типа ADL(3,4) описывает зависимость лучше, чем модель ADL(3,3). Поэтому для дальнейших исследований используется авторегрессионная модель с распределенным лагом типа ADL(3,4).

При анализе временных рядов необходимо знать, предшествует ряд $x(t)$ ряду $y(t)$, или $y(t)$ предшествует $x(t)$. Если $x(t)$ - причина по Гренджеру для $y(t)$, то это означает, что между этими процессами есть причинно- следственная связь. Гренджер предложил построить регрессию процесса $y(t)$: $y(t) = \alpha_0 + \sum_{i=1}^k \alpha_i y_{t-i} + \sum_{i=1}^k \beta_i x_{t-i}$. А после этого проверить гипотезу о равенстве нулю группы коэффициентов: $H0: \beta_1 = \dots = \beta_k = 0$
 $H1: \beta_1^2 + \dots + \beta_k^2 > 0$. Это обычный F-тест. Если нулевая гипотеза отклоняется, то $x(t)$

является причиной по Гренджеру для $y(t)$.

Для этого были построены модели авторегрессии типа ADL(3, 4) (4), где $x(t)$ примет значения ряда безработицы, а $y(t)$ – значения ряда инфляции в первом случае, и $x(t)$ - значения ряда инфляции, $y(t)$ – значения ряда безработицы во втором случае.

В результате было получено, что значения индекса безработицы предшествует значению индекса инфляции. На основе полученных результатов был сделан прогноз[8].

Выводы. В статье рассмотрены математические методы исследования зависимости временных рядов такие, как критерий серий, тест Дики-Фуллера, рассмотрена авторегрессионная модель, определена причинно-следственная связь.

Список литературы: 1. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрики. – Москва: Издательское объединение “ЮНИТИ”, 1998. 2. Канторович Г.Г. Лекции: Анализ временных рядов. Экономический журнал ВШЭ. 2003. 3. Елисеева И.И. Эконометрика. – Москва: “Финансы и статистика”, 2003. 4. Алехин Е.И. Основы анализа временных рядов. – Орел. 1998. 5. Шанченко Н.И. Лекции по эконометрики. – Ульяновск. 2008. 6. <http://www.ukrstat.gov.ua/>, «Державний комітет статистики». 7. Носко В.П. Эконометрика. Введение в регрессионный анализ временных рядов. – Москва: ИЭПП, 2002.

Поступила в редколлегию 15.05.2012о

УДК 656:681.518.5

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

СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ В ПРОЕКТАХ НА ТРАНСПОРТЕ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ ПАССАЖИРСКИХ ПОТОКОВ

Розглянуто питання використання систем діагностування в проектах на транспорті. Описані типові схеми систем діагностування. Виділена область об'єктів діагностування в проектах. Запропонована класифікація проектів на транспорті.

Ключові слова: система діагностування, проект, транспорт

Рассмотрены вопросы использования систем диагностирования в проектах на транспорте. Описаны типовые схемы систем диагностирования. Выделена область объектов диагностирования в проектах. Предложена классификация проектов на транспорте.

Ключевые слова: система диагностирования, проект, транспорт

Questions of diagnosing systems use in projects on transport are considered. Typical schemes of diagnosing systems are described. The area of diagnosing objects in projects is allocated. Classification of projects on transport is offered.

Keywords: diagnosing system, project, transport

1. Введение

Применение диагностического подхода сопряжено с использованием систем диагностирования. На сегодняшний день построение таких систем при исследовании объектов транспорта затруднено в связи с отсутствием методического обеспечения. Прежде всего, это касается технологического аспекта функционирования транспорта. Наименее изученным остаются вопросы использования инструментария диагностики в рамках отдельных проектов на транспорте (в том числе при перевозке пассажиров) с учетом развития методологии управления проектами.

Проектный подход становится неотъемлемой частью в системе управления пассажирским транспортом. Проектирование перевозок рассматривается как важный элемент в повышении эффективности. Согласно [1, с. 172], «Одним из путей повышения эффективности функционирования системы пассажирского транспорта является оптимизация или, по крайней мере, рационализация проектирования перевозок». Поэтому актуальным является проведение исследований в рассматриваемом направлении.

2. Анализ публикаций

Среди работ, которые посвящены вопросам разработки и реализации проектов на пассажирском транспорте выделим [2-6]. В указанных работах затрагиваются различные аспекты реализации проектного подхода на транспорте (проекты ресурсосбережения (например, [5]), оценка качества и эффективности проектирования (например, [4]) и др.). Наряду с этим, остаются за границами исследований вопросы использования систем диагностирования. Это не позволяет в полной мере реализовывать диагностический подход при управлении проектами на транспорте. Следовательно, нужны новые научные знания в рамках указанного вопроса.

3. Цель и постановка задачи

Целью данной работы является описание систем диагностирования в рамках проектов на транспорте с учетом особенностей обслуживания пассажирских потоков.

4. Результаты исследования

Решая поставленную задачу, следует на первом этапе определиться с видами проектов, которые могут рассматриваться на транспорте при обслуживании пассажиропотоков. Целесообразным видится выделять виды проектов по

отдельным видам транспорта (автомобильный, железнодорожный и др.). Это вытекает из технологических особенностей видов транспорта.

Более подробно остановимся на автомобильном транспорте и рассмотрим его технологическую основу. Согласно [7, с.183], «Под технологией перевозок пассажиров понимают совокупность методов транспортного обслуживания, организации и осуществления перевозочного процесса, форм использования подвижного состава и линейных сооружений, а также научную дисциплину, изучающую соответствующие закономерности». Исходя из определения, можно предложить в качестве источника для формирования классификации проектов на транспорте: методы транспортного обслуживания, методы организации и осуществления перевозочного процесса, формы использования подвижного состава и линейных сооружений. Другими словами, в основу отдельного проекта может быть взят отдельный метод (например, метод маршрутной технологии обслуживания может быть представлен как «проект маршрутной технологии обслуживания пассажиропотока...»).

Также следует учитывать существующие классификации перевозок пассажиров (например, [1, с.48-52]) и отдельные задачи, решаемые в области перевозок (например, [7, с.186-187]). Обобщая вышесказанное, предлагается следующая классификация проектов на транспорте при обслуживании пассажиропотоков рис. 1.

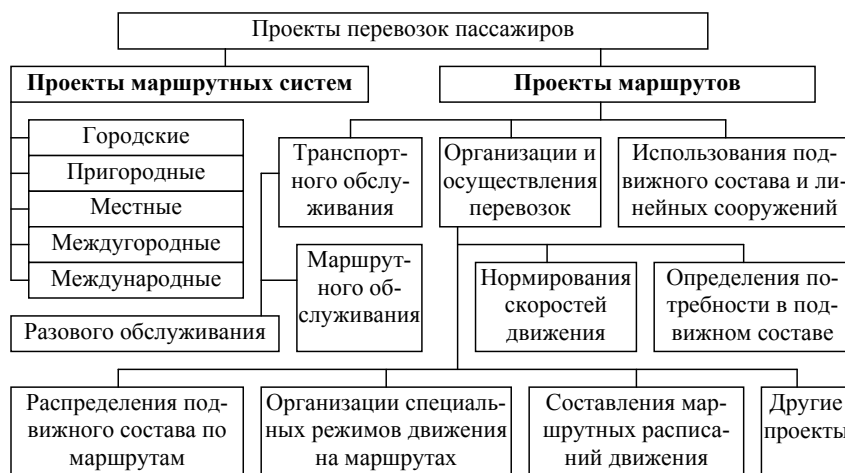


Рис. 1. Классификация проектов на транспорте при обслуживании пассажирских потоков с позиции технологии перевозок (предлагается с учетом [1, с.48-52; 7, с.186-187])

Определившись с классификацией проектов, далее рассмотрим структуру систем диагностирования. Опираясь на работы [8, с. 26; 9, с. 198], а также результаты исследований [10, 11] представим схемы систем диагностирования в рамках проектов на транспорте – рис. 2, 3. Краткое описание работы систем диагностирования



Рис. 2. Типовые общие схемы систем диагностирования на транспорте: А) тестовое диагностирование; Б) функциональное диагностирование (на основе [8, с. 26; 9, с. 198])

представлен
о в табл. 1,
2.
Процедура
диагностиро
вания
сводится к
сравнению
результатов
работы
модели
объекта
диагностиро
вания
(МОД) и
реального
объекта
диагностиро
вания (ОД).

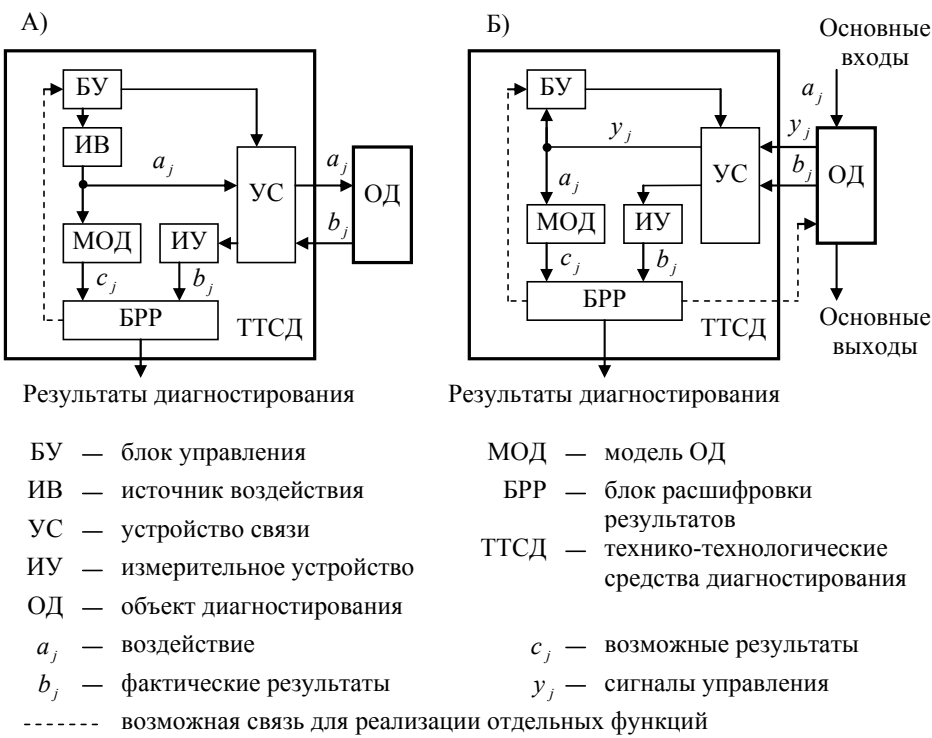


Рис. 3. Структурные схемы систем диагностирования на транспорте: А) тестовое диагностирование; Б) функциональное диагностирование (на основе [8, с. 27])

Таблица 1.Описание систем диагностирования (общие данные) (на основе [8, с. 27-28])

Элемент	Тестовое диагностирование	Функциональное диагностирование
Блок управления (БУ)	Служит для хранения алгоритма диагностирования и управления работой средств диагностирования	
Модель объекта диагностирования (МОД)	Вырабатывает информацию о возможных состояниях ОД в виде возможных результатов c_j элементарных проверок, входящих в тест	
Объект диагностирования (ОД)	В ответ на воздействие a_j формирует фактические результаты b_j элементарных проверок, которые через устройство связи (УС) и измерительное устройство (ИУ) поступают на вход блока расшифровки результатов (БРР)	Рабочие воздействия a_j поступают на основные входы ОД, с которого снимаются сигналы y_j управления средствами диагностирования и сигналы b_j ответов ОД на воздействия a_j
Блок расшифровки результатов (БРР)	Сравниваются результаты элементарных проверок, снимаемых с выходов ОД и формируемых МОД. Результат сравнения запоминается в БРР, после чего БУ назначает очередную элементарную проверку, входящую в тест. Если назначение очередной проверки зависит от результата предыдущей, то между блоками БРР и БУ устанавливается прямая связь. После прохождения всего или части теста блок БРР формирует результаты диагностирования	

Таблица 2. Описание систем диагностирования (основные отличия) (на основе [8, с. 27-28])

Элемент	Описание
Источник воздействий (ИВ) (тестовое диагностирование)	Вырабатывает воздействия a_j в виде элементарных проверок, входящих в тест, и в соответствии с алгоритмом диагностирования в определенной последовательности подает их через устройство связи (УС) на объект диагностирования (ОД), а также на модель объекта диагностирования (МОД)
Сигналы y_j	Управляют блоками БУ и МОД в зависимости от режима работы объекта, при этом на входы МОД поступают воздействия a_j . Между блоками БРР и ОД устанавливается прямая связь, если ОД должен быть выключен из работы при отрицательных результатах диагностирования

Следующим этапом исследования следует выделить основные элементы проекта, которые могут быть представлены как объекты диагностирования. Согласно [12, с.35], базовые элементы – работы, ресурсы, результаты, риски – являются основными объектами управления проектом. Принимая во внимание связи подсистем управления проектом и базовых элементов (согласно, [12, с.40-

41]), в качестве основных объектов диагностирования в проектах на транспорте предлагается принять базовый элемент «результаты» в рамках подсистем «управление содержанием» и «управление качеством»

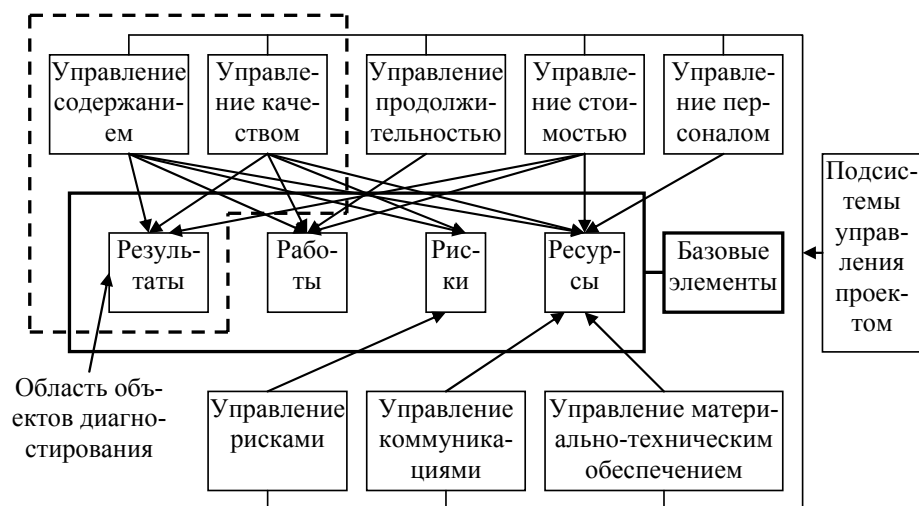


Рис. 4. Область объектов диагностирования в рамках управления проектами на транспорте (предлагается с учетом [12, с.40-41])

5. Выводы

1. Использование проектного подхода на транспорте на современном этапе происходит без применения систем диагностирования, что не позволяет в полной мере задействовать возможности диагностики. 2. Впервые предложена классификация проектов на транспорте при обслуживании пассажирских потоков. 3. Впервые предложена область объектов диагностирования в рамках управления проектами на транспорте. 4. Дано описание систем диагностирования на транспорте в рамках проектов на транспорте. 5. Необходимы исследования по вопросу проектирования непосредственно систем диагностирования, как составной части проектируемых систем.

Список литературы: 1. Гудков, В. А. Пассажирские автомобильные перевозки [Текст]: учеб. / В. А. Гудков, Л. Б. Миротин, А. В. Вельможин, С. А. Ширяев; под ред. В. А. Гудкова. - М.:

Горячая линия - Телеком, 2006. - 448 с. **2. Левковець, П.Р.** Системні аспекти логістики в проектах пасажирських перевезень [Текст] / П.Р. Левковець, І.Ф. Шпильовий. - К.:НТУ, 2007. — 152 с. **3. Тесленко, П.О.** Впровадження проектного підходу до управління пасажиропотоками на Укрзалізниці [Текст] / П.О. Тесленко, І.М. Гарас // Управління проектами: стан та перспективи. Матеріали міжн.наук.-практ. конф. Відп. ред. Кошкін К.В. – Миколаїв: НУК, 2009. – С. 98-99 (189 с.) **4. Ігнатенко, Д.О.** Організаційне управління якістю в проектах щодо надання транспортних послуг [Електронний ресурс]: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.13.22 / Д.О. Ігнатенко; [Нац. трансп. ун-т]. — К., 2007. — 20 с. **5. Далека, В.Х.** Наукові основи ресурсозбереження при експлуатації міського електричного транспорту [Електронний ресурс]: автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.13.22 / В.Х. Далека; [Нац. трансп. ун-т.] — К., 2005. — 36 с. **6. Вакарчук І.М.** Управління проектами та програмами побудови приміських автобусних систем [Електронний ресурс]: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.13.22 / І.М. Вакарчук; [Нац. трансп. ун-т.] — К., 2006. — 20 с. **7. Спирин И. В.** Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками [Текст]: учеб. / И. В. Спирин. - 5-е изд., перераб. — М.: Изд. центр «Академия», 2010. — 400 с. **8. Сапожников, В.В.** Основы технической диагностики [Текст]: учеб. пос. / В.В. Сапожников, Вл.В. Сапожников. – М.: Маршрут, 2004. – 318 с. **9. Форнальчик, Є.Ю.** Технічна експлуатація та надійність автомобілів: навч. пос. / Є.Ю. Форнальчик, М.С. Олісевич, О.Л. Мاستикаш, Р.А. Пельо; за заг. ред. Є.Ю. Форнальчика. – Львів: Афіша, 2004. – 492 с. **10. Горяинов, А.Н.** Определение эффективности систем диагностирования в теории транспортной диагностики [Текст] / А.Н. Горяинов // Вісник НТУ «ХП». Зб.наук.пр. Тем.вип.: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХП», 2012. – №1. - С.64-70. (168с.) **11. Горяинов, А. Н.** Реализация транспортной диагностики в рамках транспортного обслуживания [Текст] / А. Н. Горяинов // Вісник СНУ ім. В. Даля. – 2012. – № 6 (177) частина 1. – С. 184-189. **12. Управление проектом.** Основы проектного управления [Текст]: учебн. Под ред. М.Л. Разу. – М.: КНОРУС, 2007. – 768 с.

Поступила в редколлегию 15.05.2012

УДК 621.391.25

В.В. КОРЧИНСЬКИЙ, канд. техн. наук, доц., ОНАЗ ім. О.С. Попова, Одеса
В.Й. КІЛЬДІШЕВ, канд. техн. наук, доц., ОНАЗ ім. О.С. Попова, Одеса
С.В. ХОМИЧ, асп., ОНАЗ ім. О.С. Попова, Одеса
Ю.В. БЄЛОВА, асп., ОНАЗ ім. О.С. Попова, Одеса

ЕФЕКТИВНІСТЬ Л-КРАТНОГО ПОВТОРЕННЯ НАДЛИШКОВИХ ТАЙМЕРНИХ СИГНАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

В роботі показано підвищення ефективності використання каналу в однобічних системах за рахунок збільшення на обмеженому інтервалі часу числа реалізацій таймерних сигнальних конструкцій порівняно з розрядно-цифровим кодуванням

В работе показано повышение эффективности использования канала в односторонних системах за счет увеличения на ограниченном интервале времени числа реализаций таймерных сигнальными конструкциями по сравнению с разрядно-цифровым кодированием.

It is shown increasing efficiency of binary channel by increasing the time interval for a limited number of implementations of combinations of timer signal designs versus-bit digital coding.

Забезпечення достовірного приймання інформації в системах передачі даних (СПД) завжди було актуальною проблемою. З метою технічного забезпечення гарантованої якості створена й підтримується в активному стані служба

підтримки якості обслуговування відповідно до концепції QoS (Quality of Service), представленої в рекомендації ITU-T E.430. Ця служба покликана вирішувати задачі виділення необхідної смуги пропускання для потоків даних, керування величинами затримок пакетів, а також зменшення відсотку втрат залежно від якості каналів під час передавання даних.

У системах передачі достовірність приймання [1] зазвичай забезпечується шляхом зниження ефективної відносної швидкості передавання інформації. Це відбувається внаслідок використання надлишковості додаткових перевірючих символів завадостійкого коду або за рахунок багатократного повторення повідомлення і т. ін. Виправляюча здатність певного методу захисту від помилок забезпечується необхідною величиною мінімальної кодової відстані d_0 . На жаль, при розрядно-цифровому кодуванні (РЦК), вибір надлишковості для забезпечення необхідної достовірності приймання інформації здійснюється без урахування якості поточного стану каналу. Це означає, що протягом більшості часу передавання інформації, застосована надлишковість на один інформаційний елемент буде завищеною для завдання корекції помилок.

Метою даного дослідження є підвищення ефективності використання каналу в однобічних системах передачі за рахунок застосування надлишкових таймерних сигнальних конструкцій.

В якості сигналів здатних трансформувати запас по достовірності в пропускну здатність каналу пропонується використовувати таймерні сигнальні конструкції (ТСК). При побудові сигнальних конструкцій застосовуються базовий елемент Δ . Вибір тривалості Δ дозволяє не тільки зменшувати, але і встановлювати необхідну енергетичну відстань між сусідніми конструкціями та маневрувати при цьому числом реалізацій комбінацій на обмеженому інтервалі часу T_c .

Розглянемо алгоритм побудови дозволених ТСК на інтервалі $T_c = mt_0$, де t_0 – тривалість одиночного елемента РЦК, m – кількість елементів t_0 . У ТСК відстань між значущими моментами модуляції (ЗММ) сигналів не менше елемента Найквіста ($t_0 = 1/\Delta F$, де ΔF – смуга пропускання каналу зв'язку), але й не кратна йому. Вона кратна часовому відрізку $\Delta = t_0/s$ ($s \in 2, 3, \dots k$), а відстань між ЗММ $\tau_c = t_0 + \Delta \times l$ ($l \in 0, 1, 2, 3, \dots$). Така відстань забезпечує усунення міжсимвольних спотворень в ТСК. Значення s показує, наскільки зменшуються Δ по відношенню до t_0 .

На рис. надано приклад побудови ТСК з кількістю переходів $i = 3$.

Число дозволених таймерних сигнальних конструкцій з i -відрізками на інтервалі $T_c = mt_0$ дорівнює [3]

$$N_{\text{ртек}} = \sum_{i=1}^n \frac{[(n \cdot s) - [(s-1) \cdot i]]!}{i! \cdot [(n \cdot s) - [(s-1) \cdot i]] - i!} \cdot \quad (5)$$

В табл. 1 показано розрахункові значення $N_{\text{ртек}}$ у залежності від s и m . Як бачимо з таблиці збільшення s дозволяє суттєво підвищити об'єм реалізацій

конструкцій при
фіксованому
значенні m .
Імовірність
помилкового P_{Π} і
вірного прийому
 $P_{\text{в}}$ сигнальної
конструкції при
використанні
множини з
числом відрізків
від 1 до m
визначається [3]

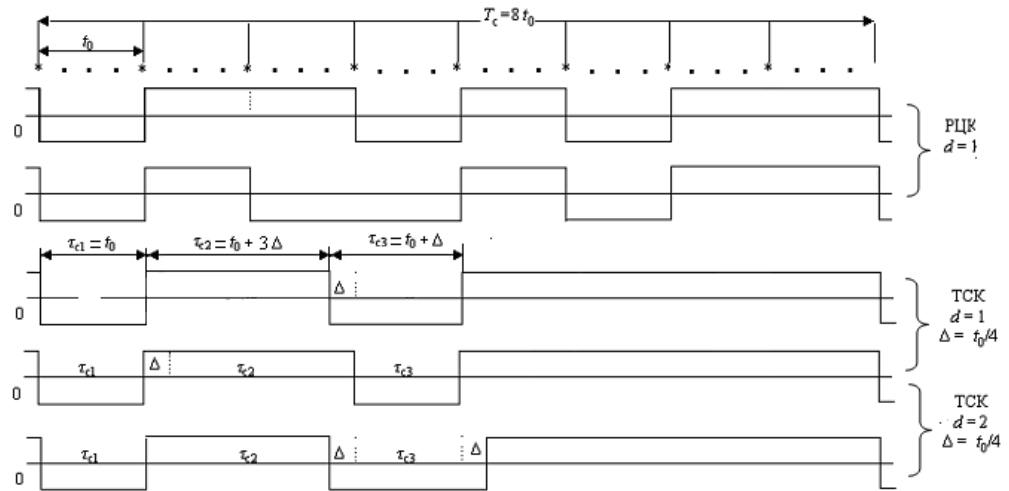


Рис. Реалізація таймерних сигнальних конструкцій

$$P_{\Pi} = 1 - \left[2\Phi\left(2h/s\right) \right]^i, \quad (6)$$

$$P_{\text{в}} = 1 - P_{\Pi}, \quad (7)$$

де $\Phi(2h/s)$ – функція Крампа; i – кількість ЗММ.

З виразів (6) та (7) бачимо, що зменшення на передачі енергії сигналу за рахунок збільшення s може вплинути на якість реєстрації на прийомі. Тому вибір s повинен здійснюватися з урахуванням співвідношення сигнал/шум h в каналі.

Таблиця 1. Кількість реалізацій при значенні числа інформаційних моментів модуляції $i = 3$

$s \backslash m$	4	5	6	7	8	9	10
4	35(2)	165(9)	455(24)	969(51)	1771(93)	2925(154)	4495(237)
5	56(3)	286(15)	816(43)	1771(93)	3276(172)	5456(287)	8436(444)
6	84(4)	455(24)	1330(70)	2925(154)	5456(287)	9139(481)	14190(747)
7	120(6)	680(36)	2024(107)	4495(237)	8436(444)	14190(747)	22100(1163)
8	165(9)	969(51)	2925(154)	6545(344)	12341(650)	20825(1096)	32509(1711)
9	220(12)	1330(70)	4060(214)	9139(481)	17296(910)	29260(1540)	45760(2408)

Таким чином, за рахунок збільшення числа реалізації сигнальних конструкцій [2] на певному інтервалі часу відбувається збільшення пропускної спроможності бінарного каналу в порівнянні з РЦК, тобто з'являється можливість обміну якістю передачі на її швидкість. Крім того, великий ансамбль реалізацій ТСК дозволяє організувати необхідне виявлення або виправлення помилок. Для цього потрібно поділити усю множину реалізацій на дозволені та недозволені, тобто сформувати надлишковий код на базі ТСК, але при цьому не потрібні надлишкові елементи, як при РЦК. Вибір дозволених сигнальних конструкцій відбувається за допомогою рівняння якості [2]:

$$A_1 x_1 + A_2 x_2 + \dots + A_n x_n = Z \pmod{A_0}, \quad (8)$$

де A_i – деякі коефіцієнти, що забезпечують необхідні відстані між дозволеними ТСК (буде розглянуто нижче); x_i – кількість Δ на інтервалі часу τ_{ci} . У табл. 1 в дужках наведено число дозволених реалізацій у разі використання ТСК в режимі виявлення або виправлення помилок.

Коефіцієнти A_i визначають кодову відстань між сигнальними конструкціями, що дорівнює сумі різниць тривалості відповідних інформаційних відрізків τ_i у значеннях елементів Δ

$$d = \sum_{S=1}^i (\tau_{S1} - \tau_{S2}), \quad (S \in 1; 2; \dots; i), \quad (9)$$

де τ_{S1}, τ_{S2} – тривалості s -го відрізків першої або другої сигнальної конструкції.

Такій підхід побудови сигнальних конструкцій дозволяє формувати різну надлишковість на фіксованому інтервалі T_c для виявлення або виправлення помилок. Основне завдання при синтезі асиметричних таймерних кодів, які виправляють та виявляють помилки, полягає в тому, що необхідно знайти залежності вагових коефіцієнтів A_k ($k = 1, \dots, i$) та модуля A_0 для виразу $\sum A_i x_i = 0 \pmod{A_0}$ від заданих властивостей коду.

Для завдання синтезу таймерних кодів існують дві основних теореми, перша з яких дає можливість синтезувати таймерні коди, що виявляють помилки (Теорема 12, [3]), а друга є основною для побудови кодів з виправленням помилок (Теорема 13, [3]).

Відповідно до теореми 12, якщо коефіцієнти рівняння (8) визначені так, що

$$\begin{aligned} A_k &= (e_0 + 1)^{k-1}; & k \in \{1 \dots i\}, \\ A_0 &= (e_0 + 1)^i \end{aligned}, \quad (10)$$

то помилки кратності меншої або рівної i величиною $[-e_0; e_0]$ виявляються з імовірністю 1.

Відповідно до теореми 13, якщо коефіцієнти A_k рівняння (8) визначено таким чином, що

$$\begin{aligned} A_k &= (2e_0 + 1)^{k-1}; & k \in \{1 \dots i\}, \\ A_0 &= (2e_0 + 1)^i, \end{aligned} \quad (11)$$

то помилки, кратності меншої чи рівної i величиною $[-e_0, e_0]$ виявляються й виправляються з імовірністю 1.

З метою підтвердження даних припущень було проведено два статистичних експерименти за оцінкою якості реального комутованого каналу МТМ при передачі РЦК та ТСК відповідно.

При першому дослідженні було передано 8-бітових кодових слів комутованими каналами МТМ в полосі $\Delta F = 1300$ Гц зі швидкістю 1000 біт/сек при використанні модему з ЧМ:

–передано 360000 кодових комбінацій.

–помилково прийнятих кодових комбінацій – 364.

–кратність помилок в помилково прийнятих кодових словах: 1-кратних – 244; 2-кратних – 102; 3-кратних – 16; 4-кратних – 1; 5-кратних – 1.

Наведені результати потоку i -кратних помилок дають можливість визначити імовірність помилкового прийому ($P_{п.кс}$) кодового слова $[x]$: $P_{п.кс} = 1,01 \times 10^{-3}$ і одного елементу кодового слова $P_e = 1,75 \times 10^{-4}$. Коефіцієнт групування помилок α

становить $[x] \alpha = \frac{\ln \bar{t}}{\ln n}$, де $\bar{t}$ – середня кількість спотворених елементів в спотворених кодових словах. Для вказаних статистичних результатів $\bar{t} = 1,38$, $\alpha = 0,16$.

Для виправлення помилок будемо використовувати передачу з J -кратним повторенням ТСК. Таймерний сигнал має можливість не тільки виявити помилку, але і виправити її, що дозволяє використовувати мінімальне значення параметру J . При прийомі J -таймерних сигнальних конструкцій приймається рішення про якість відповідної ТСК на основі сумісного аналізу рівняння якості (8) паралельно з'єднаних J -декодерів ТСК.

В зв'язку з тим, що кожний з таймерних декодерів дозволяє виправляти помилки, то передбачимо, що хоч би один з них виправить вірно одну з прийнятих J -таймерних сигнальних конструкцій. Це передбачення дає можливість приймати рішення при мінімальній кількості декодерів ТСК і відповідно мінімальному значенні повторів $J=2$. Тому виникає перша задача експерименту – перевірка ефективності декодування при 2-х кратному повторі.

Наявність групування помилок свідчить про необхідність використання методу передачі з їх декореляцією. З цього випливає доцільність передавання однакових сигнальних конструкцій через певний інтервал часу. Тому виникає друга задача експерименту – визначення статистичного розподілу інтервалів безпомилкового прийому.

При другому дослідженні були передані корегуючі таймерні сигнали по тому ж каналу МТМ, які задовольняють умові якості [9] при значущих коефіцієнтах A_i : $A_1 = 2$; $A_2 = 3$; $A_3 = 7$; $A_0 = 19$. Даний таймерний код (ТК) дозволяє виявляти помилки величиною 2Δ та виправляти величиною 1Δ .

В [9] показано, що при 256 реалізаціях кодових слів з трьома ЗММ задовольняючих умові (8) при значенні $S = 7$ достатньо інтервал реалізації інформаційної частини кодової конструкції $T_c = 7,5t_0$, на якому можливо реалізувати $256 \times 19 = 4864$ простих ТСК.

Таблиця 2. Варіанти декодування пари ТСК

№	Вид помилкової ТСК відповідної пари		Рішення при декодуванні
1	1 Δ	0 Δ	Виправлення
2	1 Δ	1 Δ	Виправлення
3	1 Δ	2 Δ	Виправлення
4	1 Δ	дроблення	Виправлення
5	2 Δ	0 Δ	Виправлення
6	2 Δ	2 Δ	Виявлення
7	2 Δ	дроблення	Виявлення
8	дроблення	0 Δ	Виправлення
9	дроблення	дроблення	Виявлення

Фрагмент результатів передачі 2×10^6 кодових сигнальних конструкцій, задовольняючих умові (8) наведено нижче:

1. передано вірно кодових слова – 1 984 263;
2. кодова комбінація має зміщення на величину $\Theta = \Delta - 12704$;

3. кодова комбінація має зміщення на величину $\Theta = 2\Delta - 85$;
4. кодова комбінація має зміну числа ЗМВ – 2948.

Кодові комбінації, які мають зміщення на величину $\Theta = 2\Delta$ та зміну числа ЗМВ не можуть бути виправлені вибраним таймерним кодом. В табл. 2 наведено варіанти прийняття рішення при декодуванні ТСК.

Проведемо більш детальний аналіз статистики з урахуванням безпомилкового інтервалу L ($L = 0, 1, \dots, 9$) між двома помилковими кодовими комбінаціями, який наведено в табл.3, де $N_{\text{пом } 1}$ – кількість помилкових пар ТСК через інтервал L до декодера; $P_{\text{пом } 1}$ – імовірність помилкової пари до декодера; $N_{\text{пом } 2}$ – кількість помилкових пар ТСК через інтервал L після декодера; $P_{\text{пом } 2}$ – імовірність помилкової пари після декодера.

Таблиця 3. Статистика розподілу помилкових пар ТСК

L	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Обидва кодові слова пари мають зміщення на величину $\Theta \geq 1\Delta$ чи дроблення										
$N_{\text{пом } 1}$	310	136	149	143	139	162	119	121	115	124
$P_{\text{пом } 1}$	0,00 031	0,00 014	0,000 149	0,000 143	0,000 139	0,000 162	0,000 119	0,000 121	0,000 115	0,00 01
Обидва кодові слова пари мають зміщення на величину $\Theta \geq 2\Delta$ чи дроблення										
$N_{\text{пом } 2}$	186	42	59	49	16	64	18	28	19	10
$P_{\text{пом } 2}$	0,00 019	4,2Е- 05	0,000 059	0,000 049	0,000 016	0,000 064	0,000 018	0,000 028	0,000 019	1Е- 05

Аналіз таблиці засвідчує, що мінімальна ймовірність помилки пари ТСК $P_{\text{пом } 2} = 1,6 \cdot 10^{-5}$ буде досягнута при інтервалі $L = 4$. Але подальше збільшення інтервалу приводить до дрейфу значення $P_{\text{пом } 2}$ у бік збільшення або зменшення, що говорить о неефективності використання інтервалу декореляції $L > 4$.

Враховуючи закон розподілу інтервалів між спотвореними кодовими словами і його параметрів, можливість появи 2-х або 3-х спотворених суміжних конструкцій в якості захисного інтервалу повторення вибрано інтервал кодового слова $J = 4$.

З результатів експерименту випливає, що імовірність появи спотвореного кодового слова з постійним числом ЗММ:

$$P_{n(i=3)} = \frac{2948}{2000000} = 1,474 \times 10^{-3}$$

Ця імовірність більше відповідного значення $P_{\text{п.кк}}$ при розрядно-цифровому кодуванні. Пояснюється це тим, що в першому випадку аналізувались кодові слова, які були прийняті з помилками при аналізі в середній точці. А в даному випадку враховувались кодові слова в яких число ЗМВ відрізняється від 3-х, або місця знаходження значущих моментів відтворення не відповідають переданим.

Знання числа ЗМВ, які змістились при прийманні на величину 1Δ і загальну кількість ЗМВ в кодових словах, прийнятих без спотворень дає можливість визначити значення середньоквадратичного відхилення в ЗМВ для хорошого стану каналу [7].

$$\Phi\left(\frac{1,5\Delta}{\delta}\right) - \Phi\left(\frac{0,5\Delta}{\delta}\right) = \frac{512 + 14 \times 2}{(90000 - 133)\beta} = 2 \times 10^{-3},$$

де $\Phi(z)$ – інтеграл ймовірностей.

При значеннях $\Delta = 0,142t_0$ ($S = 7$) значення δ не перевищує $\delta = 0,02t_0$ [х].

При одержаному значенні δ та відомій величині зони Δ імовірність зміщення одного ЗМВ на інтервалі «хорошого» стану каналу на величину $\Theta \geq 2\Delta$ становитиме [х]:

$$P_1 = P_{\Theta \geq 2} = 2 \left[0,5 - \Phi\left(\frac{1,5\Delta}{\delta}\right) \right] = 2 \left[0,5 - \Phi\left(\frac{1,5 \times 0,142}{0,021}\right) \right] \leq 10^{-10}.$$

Імовірність зміщення 2-х і 3-х ЗМВ на величину $\frac{3}{2}\Delta > \Theta > \frac{1}{2}\Delta$ відповідно становитиме:

$$P_2 = P_{2\left(\frac{3}{2}\Delta > \Theta > \frac{1}{2}\Delta\right)} = C_3^2 \left[\Phi\left(\frac{1,5\Delta}{\delta}\right) - \Phi\left(\frac{0,5\Delta}{\delta}\right) \right]^2 = 1,2 \times 10^{-7}.$$

$$P_3 = P_{3\left(\frac{3}{2}\Delta > \Theta > \frac{1}{2}\Delta\right)} = \left[\Phi\left(\frac{1,5\Delta}{\alpha}\right) - \Phi\left(\frac{0,5\Delta}{\alpha}\right) \right]^3 < 10^{-11}.$$

Визначимо ймовірність невиявленої помилки при двократному повторенні ТСК

$$P_{\text{нп}2} = P_1P_1 + P_1P_2 + P_1P_3 + P_2P_2 + P_2P_3 + P_3P_3.$$

Так P_2 має максимальне значення, то іншими ймовірностями можна знехтувати, тому

$$P_{\text{нп}2} \approx P_2P_2 = 1,44 \cdot 10^{-14}$$

За результатами статичного дослідження каналу в табл. 4 були наведені результати перевірки ефективності різних алгоритмів роботи одnobічної системи передачі J -кратним повторення:

Таблиця 4 . Значення показників ефективності при передаванні ТСК і РЦК

Параметри сигнальних конструкцій	ТСК $J=2$	РЦК (15,7) $d=5$	РЦК(23,12) $d=7$	РЦК (73,37) $d=11$
R	0,53	0,47	0,52	0,51
$P_{\text{нп}}$	$1,44 \cdot 10^{-14}$	$1,72 \cdot 10^{-06}$	$2,32 \cdot 10^{-07}$	$1,248 \cdot 10^{-14}$

Ефективність 2-х кратного повторення надлишкового ТСК показало наступне:

1) експериментально було виявлено найближчий безпомилковий інтервал $L=4$ між двома помилковими кодовими комбінаціями для досягнення мінімальної ймовірності помилки пари ТСК;

2) у запропонованому алгоритмі декодування усі помилкові ТСК були виявлені, більша з яких була виправлена, але частина пар кодових комбінацій підлягала стиранню;

3) теоретично визначена ймовірність невиявленої помилки при двократному повторенні ТСК, яка на вісім порядків менше чим для коду РЦК (15,7) при такій же кодової швидкості R ;

4) велика здатність по виявленню помилок обґрунтовує доцільність використання даного алгоритму передачі ТСК в системах зі зворотним зв'язком.

Список літератури: 1. Захарченко В.М. Синтез багатопозиційних часових кодів. – К.: Техніка, 1999. – 281 с. Н.В. Захарченко, С.М. Горохов, В.Н. Захарченко, М.М. Гаджиев, А.С. Крысько, М.А. 2. Элементы теории передачи дискретной информации Пуртов Л.П. и др. – М.: Связь, 1972. 3. Мамедов, Н.С. Салманов. Повышение эффективности блочного кодирования при работе по нестационарным каналам связи. Под редакцией д.т.н. проф. Н.В. Захарченко – Баку «ЭЛМ», 2009, 362 стр.

Поступила в редколлегию 15.05.2012

УДК 656.212.5

Г.В. ШАПОВАЛ, канд.техн.наук,доц.,УкрДАЗТ, Харків,
В. В. КОВАЛЬЧУК, студ., УкрДАЗТ, Харків,
А. В. ПОПОВА, студ., УкрДАЗТ, Харків

ОБГРУНТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО КОЛІЙНОГО РОЗВИТКУ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ КРИТЕРІЇВ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

В роботі розглянуте питання оптимізації колійного розвитку на сортувальній станції. Так, як за останні роки обсяги перевезень зменшилися, тому виникає необхідність в обґрунтуванні колійного розвитку в умовах невизначеності. Це питання розглянуте на прикладі парку приймання сортувальної станції з використанням різних підходів.

Ключові слова: сортувальна станція, колійний розвиток, пропускна спроможність, критерії прийняття рішень.

В работе рассмотрен вопрос оптимизации путевого развития на сортировочной станции. Так как за последние годы объемы перевозок снизились, поэтому возникает необходимость в обосновании путевого развития в условиях неопределенности. Этот вопрос рассмотрен на примере парка приема сортировочной станции с использованием различных подходов.

Ключевые слова: сортировочная станция, путевое развитие, пропускная способность, критерии принятия решений.

A question is in process considered about optimization of the ground development at the sorting station. Because the volumes of transportations went down in the last few years, therefore there is a necessity for the ground of the ground development in the conditions of vagueness. This question is considered on the example of park of reception of marshalling yard with the use of different approaches.

Keywords: yard, track development, capacity, criteria decision making.

Вступ

В сучасних умовах для зменшення експлуатаційних витрат необхідно більш раціонально використовувати існуючі потужності залізничного транспорту [1]. Однією з важливих складових транспорту є сортувальні станції. Для більш раціональної роботи необхідно приведення існуючого колійного розвитку станцій у відповідність до фактичних обсягів роботи.

Постановка проблеми

Обсяги перевезень теперішній час зменшилися та мають нестабільний характер. Тому виникає необхідність в обґрунтуванні такого колійного розвитку сортувальних станцій, який з одного боку забезпечить достатній рівень пропускної та переробної спроможності, а з іншого - дозволить зменшити витрат на його утримання.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Питанням оптимізації колійного розвитку на сортувальних станціях займалися вчені протягом більше ста років. Але ці дослідження проводилися в умовах постійного збільшення обсягів перевезень [2, 3, 4]. В сучасних умовах питанню визначення достатнього числа колій на сортувальних станціях також приділяється багато уваги [5, 6, 7], але на цей час відсутні обґрунтовані рекомендації щодо вибору тієї чи іншої методики розрахунку. Тому питання визначення обґрунтованого числа колій в теперішній час залишається актуальним.

Постановка завдання

Для визначення оптимального числа колій на сортувальних станціях в сучасних умовах використовуються різні підходи. Але кожний з них враховує різні вихідні дані. Крім цього обсяги перевезень мають нестабільний характер. Тому виникає необхідність в обґрунтуванні достатнього колійного розвитку сортувальних станцій в умовах невизначеності із застосуванням відповідних критеріїв прийняття рішень.

Виклад основного матеріалу

Питання визначення оптимального числа колій розглядається на прикладі парку приймання опорної сортувальної станції. В теперішній час число колій в парках приймання визначається з використанням наступних підходів: аналітичним способом [8], з використанням емпіричних формул [9], за методикою Сотникова І. Б. [2], за методикою Ґрунтова П. С. [3], результатів модулювання роботи станції на ЕОМ [10].

Більшість вчених в області проектування сортувальних станцій при аналітичних розрахунках використовували теорію імовірності. Так за методикою [2] число колій у парку приймання залежить від числа прийнятих до розформування составів поїздів, які можуть одночасно перебувати в парку. У зв'язку з нерівномірним прибуттям поїздів та різною тривалістю їх обробки число таких составів в довільні моменти часу буде різним. При визначенні необхідного числа колій в парку приймання враховується математичне очікування та дисперсія числа составів, які очікують технічного огляду та розформування на гірці.

Відповідно до методики [3] при визначенні числа колій враховується середньогодинна інтенсивність розформування составів на гірці, середньогодинна інтенсивність прибуття поїздів з переробкою, згущений період, тривалість технічного огляду, тривалість зайняття колій за технологічним процесом, а також різниця часу між технічним оглядом та інформаційним обслуговуванням, технічним оглядом та розформуванням.

Розрахунок числа колій з використанням результатів роботи станції на ЕОМ [10] враховує число поїздів, що надходять до переробки та рівень завантаженості сортувального пристрою. Крім цього на число колій за даним підходом впливає наявність додаткових підходів до паркі приймання та розміри пасажирського руху.

Вихідні дані для визначення числа колій за розглянутими підходами наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Вихідні данні для визначення числа колій в парку приймання

Методики розрахунку	Показник	Періоди, рік				
		2012	2013	2014	2015	2016
1. За розрахунковим інтервалом [8]	I_p , хв.	71,52	68,6	65,9	63,2	60,7
2. За методикою І. Б. Сотнікова [2]	N_p , поїздів	31	33	35	37	39
3. За методикою П. С. Грунтова [3]	λ , поїзд/год	2,63	2,73	2,84	2,95	3,06
4. Відповідно до ДБН [10]	ρ_c	0,29	0,30	0,31	0,32	0,33
5. За емпіричною формулою [9]	λ_{zn} , поїзд/год	1,29	1,34	1,39	1,45	1,51

Відповідно до розглянутих підходів було визначено число колій в парку приймання опорної сортувальної станції (табл. 2).

Таблиця 2. Результати визначення числа колій в парку приймання

Методики розрахунку	Показник	Періоди, рік				
		2012	2013	2014	2015	2016
1. За розрахунковим інтервалом [8]	I_p , хв.	3	3	3	3	3
2. За методикою І. Б. Сотнікова [2]	N_p , поїздів	6	6	6	6	6
3. За методикою П. С. Грунтова [3]	λ , поїзд/год	4	4	4	4	4
4. Відповідно до ДБН [10]	ρ_c	6	6	6	6	6
5. За емпіричною формулою [9]	λ_{zn} , поїзд/год	6	6	6	6	7

Аналізуючи результати, наведені в таблиці 2, можна відмітити значну розбіжність отриманих результатів за різними методиками. Визначити, який саме підхід дає найбільш точний результат, не має можливості.

Тому, для визначення оптимального числа колій за розглянутими підходами пропонується застосувати критерії прийняття рішень в умовах невизначеності: Гурвіца, Лапласа та мінімаксий критерій. Застосування цих критеріїв при виборі оптимального колійного розвитку дозволить врахувати максимальну кількість факторів.

Критерій Лапласа [11] спирається на принцип недостатнього обґрунтування. Оскільки імовірність стану $\Theta_1, \Theta_2, \dots, \Theta_n$ не відома, необхідна інформація для висновку, що ці імовірності різні, відсутня. В протилежному випадку можна було б визначити ці імовірності і ситуацію вже не слідувало розглядати як прийняття рішення в умовах невизначеності. Оскільки принцип недостатнього обґрунтування стверджує протилежне, то стани $\Theta_1, \Theta_2, \dots, \Theta_n$ мають різні імовірності. Таким чином початкову задачу можна розглядати як задачу прийняття рішень в умовах ризику, коли вибирається подія a_i , що дає найбільш очікуваний виграш. Тобто слід вибрати дію, яка відповідає умові

$$\max_{a_i} \left\{ \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n v(a_i, \Theta_j) \right\}, \quad (1)$$

де $\frac{1}{n}$ - імовірність реалізації стану Θ_j ($j=1,2,\dots,n$).

Для застосування критерію складено таблицю 3, в якій у строках зазначено розрахункові роки, а у стовпцях – перелічено підходи з визначення числа колій в парку приймання. На перехрещенні стовпців та строк – число колій, що відповідає певному підходу для розрахункового року. Вибір оптимального числа колій за критерієм Лапласа наведено в таблиці 3.

Таблиця 3.Оптимальне число колій за критерієм Лапласа

Номер підходу	1	2	3	4	5	$m\{a_m\}$
Розрахунковий рік						
2012	3	6	4	6	6	5
2013	3	6	4	6	6	$5 \leftarrow opt$
2014	3	6	4	6	6	5
2015	3	6	4	6	6	5
2016	3	6	4	6	7	6

За розглянутим критерієм оптимальним для парку приймання є 5 колій, які забезпечать достатню пропускну та переробну спроможність для прогнозованих обсягів роботи в період 2012-2015 роках.

Критерій Гурвіца [11] встановлює баланс між випадком крайнього оптимізму та крайнього песимізму зважуванням обох способів поведінки з відповідними вагами α та $1-\alpha$, де $0 \leq \alpha \leq 1$.

Якщо $v(a_i, \Theta_j)$ є виграшем, то обирається дія, що дає

$$\max_{a_i} \left\{ \alpha \max_{\Theta_j} v(a_i, \Theta_j) + (1 - \alpha) \min_{\Theta_j} v(a_i, \Theta_j) \right\}. \quad (2)$$

В тому випадку, якщо $v(a_i, \Theta_j)$ є витратами, критерій обирає дію, що дає

$$\min_{a_i} \left\{ \alpha \min_{\Theta_j} v(a_i, \Theta_j) + (1 - \alpha) \max_{\Theta_j} v(a_i, \Theta_j) \right\}. \quad (3)$$

Результати визначення оптимального числа колій за критерієм Гурвіца наведені в таблиці 4.

Таблиця 4. Оптимальне число колій за критерієм Гурвіца

	min	max	opt
2012	3	6	5
2013	3	6	$5 \Leftarrow opt$
2014	4	6	5
2015	4	6	5
2016	5	6	6

За розглянутим критерієм Гурвіца оптимальним для парку приймання також є 5 колій, які забезпечать достатню пропускну та переробну спроможність для прогнозованих обсягів роботи в період 2012-2015 роках.

Мінімаксний критерій [11] є найбільш обережним, оскільки він базується на виборі найкращих із найгірших можливостей. За мінімаксним критерієм слід вибирати дію a_i , яка дає $\min_{a_i} \max_{\Theta_j} \{v(a_i, \Theta_j)\}$.

З урахуванням проведених розрахунків для парку приймання опорної сортувальної станції обґрунтованим є 5 колій. Такого числа колій буде достатньо для прогнозованих обсягів роботи на період 2012-2015 років. В теперішній час у парку приймання є 11 колій, які використовуються не ефективно. Резервні колії можуть бути тимчасово законсервовані.

Висновок

З урахуванням проведених розрахунків обґрунтовано оптимальне число колій в парку приймання опорної сортувальної станції із застосуванням критеріїв прийняття рішень в умовах невизначеності.

Список літератури: 1. Про затвердження Державної цільової програми реформування залізничного транспорту на 2010-2019 роки [Текст] : постанова Кабінету Міністрів від 16.12.2009 р. № 2. Сотников, И. Б. Взаимодействие станций и участков железных дорог: Исследование операций на станциях [Текст] / И. Б. Сотников. – М. : Транспорт, 1976. – С. 66-70. 3. Грунтов, П. С. Эксплуатационная надежность станции [Текст] / П. С. Грунтов. – М. : Транспорт, 1976. – С. 181-188. 4. Архангельский, Е. В. Уровень загрузки и потребная мощность устройств сортировочных станий [Текст] / Е. В. Архангельский. – М.: Транспорт, 1985. 5. Петренко, Е. А. Железнодорожные транзитные перевозки в Украине: состояние и проблемы [Текст] / Е. А. Петренко. // Залізничний транспорт України. – 2010. - №1 - С. 59-62. 6. Альошинский, С. С. Розробка моделі транспортного комплексу «Сортувальна станція – прилеглі ділянки» [Текст] / С. С. Альошинський. – Харків: УкрДАЗТ, 2001. 7. Березовий, М. І. Підвищення ефективності роботи залізничних станцій [Текст] / М. І. Березовий. – Дніпропетровськ: МТУДНУЗТ ім. Лазаряна, 2010. 8. Савченко, И. Е. Железнодорожные

станции и узлы [Текст] / И. Е. Савченко, С. В. Земблинов, И. И. Страковский. – М. : Транспорт, 1980. – 480 с. **9.** *Крячко, В. І.* Розрахунки і проектування основних пристроїв на залізничних станціях [Текст]: навч. посібник / В. І. Крячко. – Харків: УкрДАЗТ, 2000. **10.** ДБН В.2.3-19-2008. Споруди транспорту. Залізничні колії 1520 мм. Норми проектування [Текст]. Замінює СНиП II-39-76; введ. 26.01.2008. – К. : Мінрегіонбуд України, 2008. – 122 с. **11.** *Хемди А. Таха.* Введение в исследование операций [Текст] / Хемди А. Таха - М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – С. 765-780.

Поступила в редколлегию 23.05.2012

УДК 663.51

Л.М.МАРКІНА, асис., Луцький національний технічний університет,
О.О.СМОЛЯНКІН, асис., Луцький національний технічний університет

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ВОДНО-ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ НА ЗМІНУ КОНЦЕНТРАЦІЇ ЗАМІСУ МЕТОДОМ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Проведено огляд та моделювання впливу параметрів водно-теплової обробки на зміну концентрації замісу методом нечіткої логіки.

Ключові слова: водно-теплова обробка, заміс, нечітка логіка, модель, концентрація замісу, лінгвістичні змінні.

Проведен обзор и моделирование влияния параметров водно-тепловой обработки на изменение концентрации замеса методом нечеткой логики.

Ключевые слова: водно-тепловая обработка, замес, нечеткая логика, модель, концентрация замеса, лингвистические переменные.

The review and modeling of parameters of water and heat treatment on the change in concentration of kneading by fuzzy logic.

Keywords: water and thermal processing, batch, fuzzy logic model, the concentration of kneading, linguistic variables.

Постановка проблеми

Серед пріоритетних напрямків розвитку спиртової галузі на перше місце в даний час висуваються розробки, присвячені створенню енерго-і ресурсозберігаючих технологій отримання етанолу із зерна. Для отримання та зброджування осахареного зернового сусла необхідно крохмаль та інші компоненти сировини перевести в розчинений стан.

В існуючих технологіях спиртового виробництва всі методи переводу крохмаловмістної сировини в розчинний стан засновані на змішуванні подрібненого зерна з водою і подальшої багатоопераційної водно-теплової обробкою замісу під надлишковим тиском пари в агрегатах безперервного розварювання або за технологією низькотемпературного режиму з використанням гідродинамічної і ферментативної обробки з застосуванням термостабільної α -амілази.

Змішування (перемішування) широко використовується в різних галузях харчової промисловості для рівномірного розподілення складових частин в суміші рідких, твердих і сипучих компонентів.

Процес утворення замісу для подальшої варки у виробництві спирту грає дуже важливу роль. Через ряд недоліків у даній системі утворюється неоднорідний заміс, з більшим або меншим за необхідний вмістом крохмалю, що призводить до недоварювання чи перепалювання сировини.

Система утворення замісу складається з таких елементів: дробарка, пристрій подачі води, змішувач, плунжерний насос для відбору готової суміші.

Виклад основного матеріалу

Головним технологічним параметром системи який необхідно підтримувати є концентрація крохмалю у водно-зерновій емульсії. Практика показує, що не завжди вчасно помічається таке розбалансування яке призводить до порушення технології і в подальшому до втрат при виході спирту.

Ще одним аспектом який необхідно врахувати є те, що партії зерна для переробки відрізняються між собою різним вмістом крохмалю, вологістю і засміченістю. Дана обставина вимагає знову відрегульовувати систему при переробці нової партії з параметрами зерна, що відрізняються від попередньої.

В цих динамічних умовах суміш із чана замісу повинна завжди надходити в необхідній кількості і оптимальної концентрації.

В умовах виробництва з неперервним швидкісним розварюванням неперервне вимірювання і регулювання крохмалистості замісу або вмісту у ньому сухих речовин має велике значення.

Тому ставиться завдання дослідження і моделювання даного процесу з використанням нечіткої логіки.

Математичний апарат теорії нечітких множин дозволяє побудувати модель об'єкта, базуючись на нечітких правилах. Нечіткі моделі описують явища і процеси реального світу на звичній мові за допомогою лінгвістичних змінних. Ці переваги обумовили широке використання нечіткої логіки для рішення задач автоматичного управління, прийняття рішень, прогнозування в різних прикладних галузях науки, техніки і економіки.

Нечітка модель впливу температури і кількості ферменту на зміну концентрації і температури замісу:

В якості вхідних лінгвістичних змінних використовуємо терм-множини T і F :

T для вхідної змінної «Температура» має вигляд:

$t_1(50-52,5), t_2(50-55), t_3(52,5-55)$

F для вхідної змінної «Фермент» має вигляд:

$f_1(2-2,5), f_2(2-2,2), f_3(2,1-2,2)$

K для вихідної змінної «концентрація» має вигляд:

$k_1(17-18), k_2(17-19), k_3(18-19)$

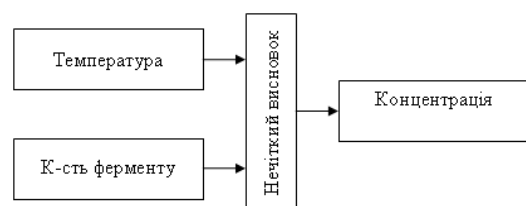
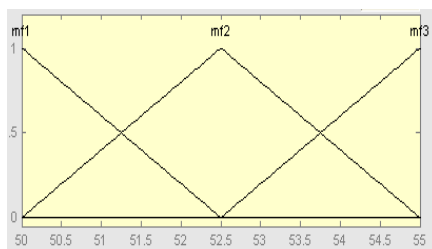
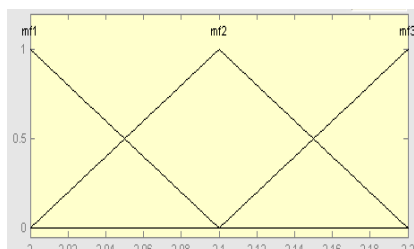


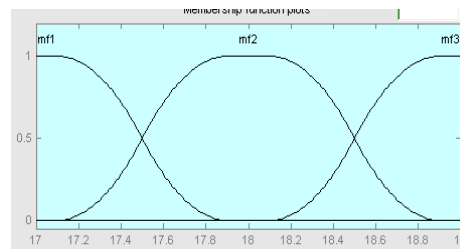
Рис.1. Механізм нечіткого вводу-виводу процесу впливу температури і кількості ферменту на концентрацію замісу



а) вхідна змінна
«Температура»



б) вхідна змінна «Фермент»



г) вихідна змінна
«Концентрація»

Рис. 2. Функції приналежності

Для остаточного аналізу розробленої нечіткої моделі може виявитися корисною програма перегляду поверхонь нечіткого виводу. Ця програма використовується для загального аналізу адекватності нечіткої моделі і дозволяє оцінити вплив зміни значення вхідних нечітких змінних на значення вихідної нечіткої змінної.

На базі розглянутих нечітких моделей була побудована модель регулювання зміни параметрів водно-теплової обробки зерна при виробництві спирту з використанням нечіткої логіки (рис. 4).

Вхідні параметри:

- k – задана концентрація
- f – кількість ферменту

Вихідні параметри:

T – температура потрібна для досягнення заданої концентрації, k_2 – отримана концентрація

В якості моделі об'єкта управління використовується нечітка модель впливу об'єму ферменту і температури на зміну концентрації в чані (fis).

Вхідними параметрами для неї є температура і кількість ферменту, а вихідним - концентрація в чані замісу.

В якості регулятора використовується регулятор з використанням нечіткої логіки (fuzzy). Вхідними параметрами для нього є відносна зміна концентрації і її похідна, а вихідним зміна температури.

Результати роботи даної моделі для даних $k=18$ $f=2,1$ наступні:

- Температура потрібна для досягнення заданої концентрації, $T=52,31$
- Отримана концентрація, $k_2=18$

Графіки зміни тиску і видовження в часі зображені на рис. 5

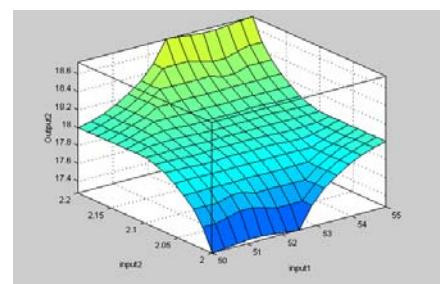


Рис.3. Поверхня нечіткого виводу залежності концентрації від температури та кількості ферменту

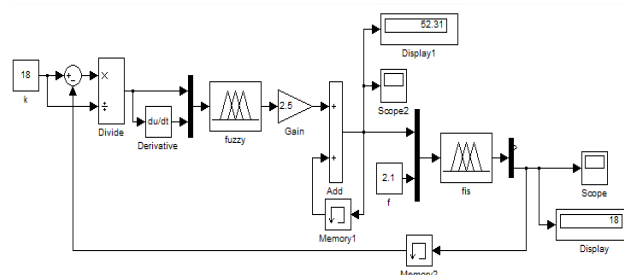
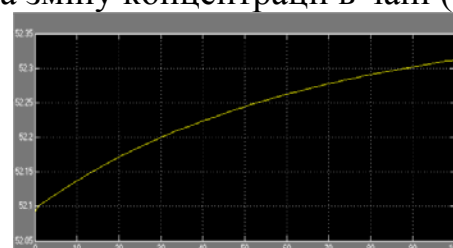
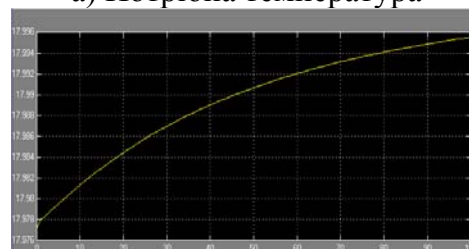


Рис. 4. Модель регулювання концентрації в з використанням нечіткої логіки



а) Потрібна температура



б) Отримана концентрація

Рис. 5. Графіки зміни температури і концентрації в часі

Висновок

Вперше для побудови моделі процесу впливу температури і кількості ферменту на концентрацію замісу застосовується нечіткий підхід, який дозволяє приймати рішення при дослідженні зміни концентрації замісу і підвищити рівень інформації про процес на підставі суб'єктивних оцінок експертів.

Список літератури: 1. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH.-СПб.: БХВ-Петербург, 2003.-736 с. 2. Технологія спирту. В.О. Маринченко, П.Л. Шиян, П.С. Циганков, І.Д. Жолнер. / Під. ред. проф.. В.О. Маринченка . – Вінниця: "Поділля-2000" , 2003. – 496с. 3.Технология спирта: [Учебник для вузов по спец. "Технология бродильных производств" / В. А. Устинников и др.]; Под ред. В. А. Смирнова. -М.: Легкая и пищевая промышленность, 1987. - 416с, ил.

Поступила в редколлегию 23.05.2012

УДК 629.735.083.02.06(045)

Ю.М. ТЕРЕЩЕНКО, докт. техн. наук, проф., НАУ, Київ,

І.О. ЛАСТІВКА, канд. техн. наук, зав.каф., НАУ, Київ,

К.В. ДОРОШЕНКО, канд. техн. наук, асис., НАУ, Київ

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕЧІЇ В ЕЛЕМЕНТАХ СТАТОРА ГТД ІЗ ГАЗОДИНАМІЧНИМ ВПЛИВОМ НА АЕРОДИНАМІЧНІ СЛІДИ

У роботі представлені результати чисельного моделювання дозвукової течії в ГТД з газодинамічним впливом на аеродинамічні сліди

Ключові слова: моделювання течії, решітка профілів, газодинамічний вплив, примежовий шар

В работе представлены результаты численного моделирования дозвукового течения в ГТД с газодинамическим управлением аэродинамическими следами.

Ключевые слова: моделирование течения, газодинамическое управление, пограничный слой

Results of simulation of subsonic flow in gas-turbine engine by the gas-dynamic control of aerodynamic trails are presented in the work.

Keywords: flow simulation, gas-dynamic control, boundary layer

1. Вступ

Однією з складних проблем, що виникають при створенні газотурбінної силової установки для сучасного літака, є наявність нерівномірності потоку на вході в вентилятор, яка негативно впливає на характеристики двигуна в цілому, зокрема на рівень шуму, що створюється авіаційною силовою установкою.

Як показано в роботах [1, 2, 3, 4, 5] та ін. фізичні основи виникнення періодичної колової нерівномірності потоку в проточній частині газотурбінного двигуна полягають в утворенні аеродинамічних слідів за елементами статора через явище в'язкості повітряного потоку. Інтенсивність даних слідів може бути визначена на основі співвідношень теорії примежового шару. Повітряний потік за елементами статора істотно неоднорідний, і на лопатки робочого колеса діятиме змінна аеродинамічна сила. Крім того, дана періодична колова нерівномірність потоку у ряді випадків проходить через всі ступені осьового компресора, негативно впливаючи на їх роботу і навіть на роботу газової турбіни.

У сліді позаду нерухомого тіла швидкість і повний тиск менші, ніж в зовнішній течії. Таке пониження швидкості і повного тиску означає, що тут відбувається втрата імпульсу, причиною якої є опір тіла.

У роботі [6] приводяться можливі способи зменшення рівня періодичної колової нерівномірності потоку: установка перед робочим колесом вхідного направляючого апарату з тонкими лопатками, що повертають потік; застосування конфузornoї течії перед робочим колесом; застосування колеса "вертушки", що вільно обертається, перед робочим колесом. Проте в цих випадках не

відбувається повного усунення періодичної колової нерівномірності потоку, а крім того все це призводить до істотного збільшення габаритів двигуна, його ваги, до ускладнення конструкції. Оскільки основною причиною нерівномірності потоку є в'язкі ефекти, які головним чином пов'язані з відривом примежового шару, управління останнім може виявитися ефективним засобом зменшення колової нерівномірності, а також, як наслідок, зниження генерування акустичного випромінювання. Причини звернення до газодинамічних методів управління обтіканням елементів вентилятора у вигляді управління примежовим шаром для впливу на структуру аеродинамічних слідів за елементами статора вентилятора були обґрунтовані у роботах [7, 8, 9, 10] і ін. Ці причини полягають у тому, що при обтіканні потоком аеродинамічного профілю (навіть симетричного і під нульовим кутом атаки) статичний тиск в примежовому шарі менший, ніж у вільному потоці (ядрі потоку), тому примежовий шар не в змозі подолати позитивний градієнт тиску $+\Delta P$ на поверхні профілю і в цих зонах відбувається його відрив. Відриву можна запобігти або частково локалізувати його, а інтенсивність нерівномірності потоку за вихідними кромками зменшити шляхом енергетичного впливу на примежовий шар течії в пристінних областях [7, 10] – здування або відсмоктування повітря з поверхні профілю.

Не дивлячись на різноманіття методів підходу до вирішення задач щодо управління примежовим шаром, різного роду припущень і обмежень, вибору розрахункових схем управління примежовим шаром і ін., в принципі питання про застосування управління примежовим шаром зводиться до реалізації видування повітря через щілину у напрямі основного потоку по дотичній в даній точці профілю для збільшення кінетичної енергії примежового шару [11, 12, 13]. Цим забезпечується створення стійкої течії у напрямі несприятливого градієнта тиску.

2. Задача дослідження

В даній роботі розглядається задача моделювання течії в елементах статора газотурбінного двигуна з газодинамічним впливом на аеродинамічні сліди з метою зменшення рівня колової нерівномірності потоку в залежності від імпульсу видуву.

3. Розв'язання задачі і аналіз результатів

Газодинамічного управління циркуляцією навколо профілів (управління примежовим шаром), яке використовується в аеродинаміці, істотно впливає на інтенсивність аеродинамічних слідів за вихідними кромками тіл, що обтікаються в'язким потоком. До таких методів відноситься видув газу в пристінний примежовий шар на профілі з імпульсом, що визначається інтегральними характеристиками примежового шару. На рис. 1, 2 представлені розрахункові схеми управління аеродинамічними слідами за елементами статора осьового компресора за допомогою видуву даткової маси газу (повітря) в примежовий шар через щілини на поверхні лопатки.

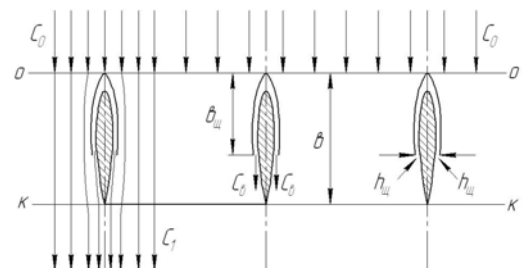


Рис. 1. Схема решітки з газодинамічним впливом на аеродинамічні сліди

Розрахунок газодинамічного управління течією в елементах компресорів ГТД полягає у визначенні параметрів управляючого потоку, який впливає на характер течії. Визначення цих параметрів необхідне для оцінки ефективності та економічності газодинамічного впливу на характер течії в аеродинамічних слідах. У цих випадках, зазвичай, керуються наступними рекомендаціями: щілини на поверхнях з управлінням примежовим шаром розташовані до точки відриву потоку на профілі [7, 8, 10]; параметри струменя, що видувається в примежовий шар, визначаються з умови забезпечення заданого ступеня нерівномірності потоку на різному віддаленні від вихідного перерізу профілю. Розташування щілин до точки відриву обумовлене тим, що газодинамічна дія на течію в примежовому шарі може бути ефективною і економічною лише при безвихровій течії, а при розташуванні щілини за точкою відриву потоку ефективність газодинамічного управління різко знижується [5].

Оцінку ефективності управління примежовим шаром при видуві повітря в пристінний примежовий шар проводять на основі теоретичних і експериментальних досліджень по інтенсивності управління примежовим шаром, що характеризується, зазвичай, безрозмірним параметром – коефіцієнтом імпульсу видуву у вигляді [10]:

$$c_\mu = \frac{m_\epsilon c_\epsilon}{q_0 S_0} \quad \text{або} \quad c'_\mu = \frac{m_\epsilon c_\epsilon}{q_0 S'},$$

де m_ϵ – секундна витрата маси повітря, що видувається; c_ϵ – швидкість видувного повітря; S_0 – площа поверхні профілю; S' – площа поверхні частини профілю, що відповідає протяжності управління примежовим шаром; q_0 – швидкісний напір основного потоку повітря.

Для випадку управління примежовим шаром в решітках профілів ВНА в роботах [10, 12] рекомендується наступна формула для c_μ :

$$c_\mu = K \frac{\rho_\epsilon c_\epsilon^2}{\rho_0 c_0^2} \bar{h}_{\text{щ}} \frac{b}{t} \frac{1}{\sin \gamma},$$

де ρ_ϵ , ρ_0 і c_ϵ , c_0 – густина і швидкість видувного і основного потоків повітря; $\bar{h}_{\text{щ}} = h_{\text{щ}} / b$ – відносна висота щілини; b/t – густина решітки; γ – кут між вектором абсолютної швидкості потоку повітря і фронтом решітки; K – коефіцієнт, що залежить від кількості щілин на профілі.

Швидкість потоку при видуві повітря c_ϵ рекомендується [10] визначати відповідно до припущення про ізотропічне розширення повітря від повного тиску p_ϵ^* усередині лопатки до статичного p_0' в набігаючому потоці. Як пропонується в

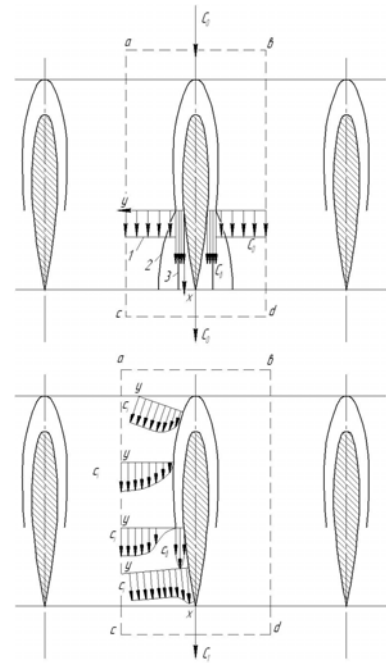


Рис. 2. Розрахункова схема течії в примежовому шарі

роботі [13], середня швидкість витікання струменя c_e повинна в достатній мірі перевищувати швидкість набігаючого потоку ($c_e \geq 1.2 - 1.25 c_0$). Інакше видув може бути навіть шкідливий. Вибір розташування щілин залежить від конструктивних і аеродинамічних особливостей даної системи. У роботі [10] було проведено дослідження профілів з відносним положенням щілини по хорді профілю $\bar{b}_{щ} = (b_{щ} / b) = 50\% - 70\%$ з управлінням примежовим шаром. У роботі [13] показано, що управління циркуляцією потоку на профілях суттєво впливає на значення втрат повного тиску в решітках, зменшуючи його із збільшенням c_μ .

На рис.3 представлена твердотільна модель вхідного направляючого апарату двоконтурного турбореактивного двигуна.

В якості робочого тіла вибрано стискуване в'язке повітря за нормальних атмосферних умов. Абсолютна швидкість повітря на вході $c_0 = 160 \text{ м/с}$; витрата повітря, що видувається, в межах $0.05 - 0.3 \text{ кг/с}$.

З метою коректної постановки умови періодичності розрахункова область обмежена боковими поверхнями, проведеними по середніх лініях току в сусідніх міжлопаткових каналах.

Було побудовано розрахункові нерегулярні сітки з призматичним шаром однакової топології і розмірності, які склалися з порядку 1 млн. вузлів. На першому етапі чисельного експерименту було змодельовано течію у вентиляторі без газодинамічного управління течією і на основі розрахунків обчислено інтегральні характеристики пограничного шару і точку відриву. На основі отриманих результатів було побудовано геометричну модель лопаткового вінця із лопатками з відносним положенням щілини по хорді профілю 60%, для якого було проведено серію чисельних розрахунків для визначення оптимального значення імпульсу видуву, що визначається з умови $\alpha \approx 0$. Коефіцієнт α характеризує рівень нерівномірності потоку як відношення:

$$\alpha = \left| \frac{c_0 - c_{K \min}}{c_0} \right|,$$

де: c_0 – абсолютна швидкість ядра основного потоку; $c_{K \min}$ – абсолютна швидкість потоку в ядрі сліду.

На рис. 4, 5 представлено миттєвий розподіл поля швидкості без застосування газодинамічного впливу на параметри течії та із застосуванням газодинамічного впливу на

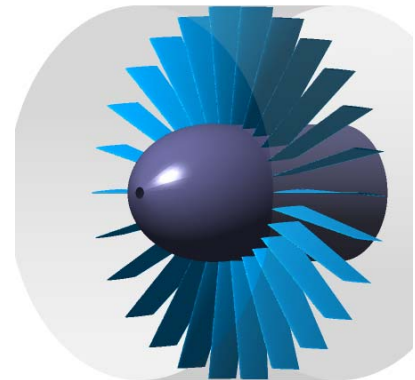


Рис.3. Твердотільна модель ВНА ТРДД

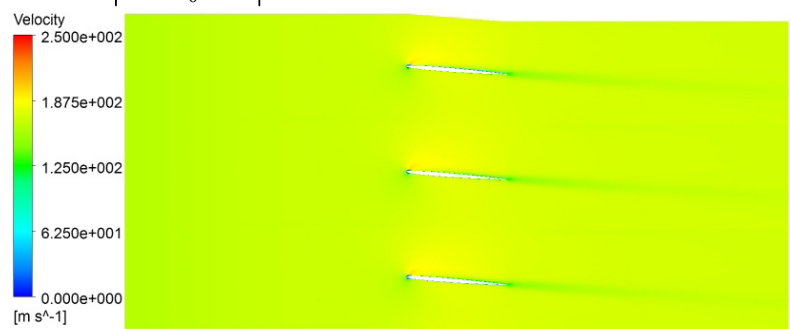


Рис. 4. Миттєвий розподіл поля швидкості без застосування газодинамічного впливу на параметри течії

параметри течії.

За результатами чисельного експерименту була побудована залежність рівня нерівномірності потоку α від коефіцієнта імпульсу видуву c_μ (рис.6).

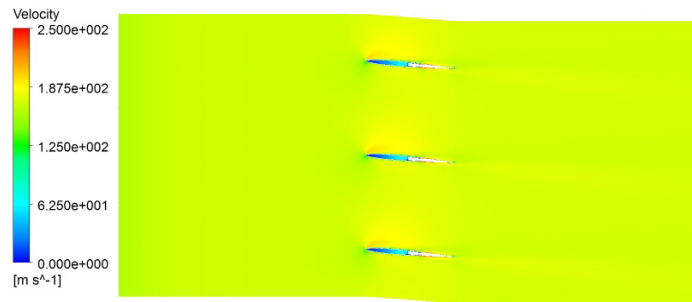


Рис. 5. Миттєвий розподіл поля швидкості із застосуванням газодинамічного впливу на параметри течії при $\bar{b}_{uz}=0.6$, $\bar{h}_{uz}=0.005$

З графіку видно, що для зменшення колової нерівномірності потоку до рівня $\alpha \leq 0.02$ коефіцієнт імпульсу видуву повинен бути в межах $0.0128 \leq c_\mu \leq 0.01495$.

Оптимальне значення коефіцієнта імпульсу видуву, при якому рівень нерівномірності потоку до $\alpha \approx 0$, дорівнює $c_{\mu opt}=0.0135$.

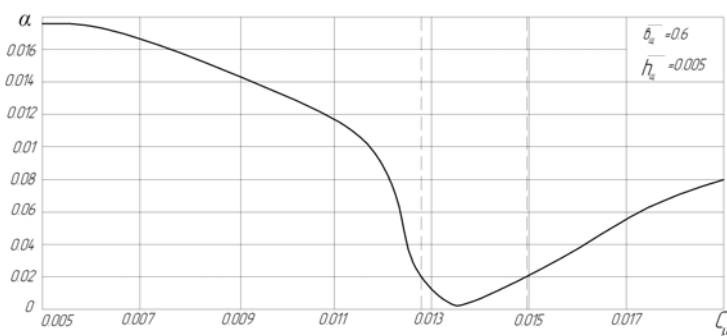


Рис.6. Залежність рівня нерівномірності потоку від коефіцієнта імпульсу видуву потоку

Висновок

Результати чисельного моделювання дозвукової течії у газотурбінному двигуні показали, що рівень колової нерівномірності, обумовленої аеродинамічними слідами за елементами статора, може бути знижено до $\alpha \approx 0$ при інтенсивності газодинамічного управління обіканням, що відповідає значенням коефіцієнта імпульсу видуву $c_\mu = 0.013 - 0.014$.

Список літератури: 1. *Самойлович Г.С.* Нестационарное обтекание и аэроупругие колебания решеток турбомашин / *Г.С. Самойлович.* - М.: "Наука", 1969. - 444с. 2. *Самойлович Г.С.* Возбуждение колебаний лопаток турбомашин / *Г.С. Самойлович.* - М.: Машиностроение, 1975. - 287с. 3. *Филиппов Г.В.* Влияние поперечного градиента давления на параметры турбулентного пограничного слоя / *Г.В. Филиппов, В.Г. Шахов* // ИВУЗ Авиационная техника. - 1969. - №3. - С.28-33 4. *Писаренко Г.С.* Проблемы аэроупругости лопаток турбомашин / *Г.С. Писаренко, Л.Е. Ольштейн* // Проблемы прочности. - 1974. - N 8. - С. 3-8. 5. *Дейч М.Е.* Основы аэродинамики осевых турбомашин / *М.Е. Дейч, Г.С. Самойлович.* - М.: Машгиз, 1959. - 428с. 6. *Кулагина В.А.* Влияние окружной неравномерности направления потока на резонансные колебания лопаток рабочего колеса компрессора / *В.А. Кулагина* // Сб. "Лопаточные машины и струйные аппараты". - М.: Машиностроение, 1971. - № 5. - С.121-128 7. *Шлихтинг Г.* Теория пограничного слоя / *Г. Шлихтинг.* - М.: Наука, 1974. - 711 с. 8. *Лойцянский Л.Г.* Механика жидкости и газа / *Л.Г. Лойцянский.* - М.: Наука, 1970. - 676с. 9. *Кумиров Б.А.* Исследование закруточных явлений в лопатках с выпуском охлаждающего воздуха из выходных кромок или вблизи них / *Б.А. Кумиров* // Труды КАИ. - Казань, 1973. - Вып. 155. - С.33-39 10. *Терещенко Ю.М.* Аэродинамическое совершенствование лопаточных аппаратов компрессоров / *Ю.М. Терещенко.* - М.: Машиностроение, 1988. - 188с. 11. *Мугалев В.П.* Экспериментальное

исследование дозвукового пограничного слоя на пластине со сдувом / В.П. Мугалев // ИВУЗ Авиационная техника. – 1959. – № 3. – С. 33-40 **12.** Терещенко Ю.М. О газодинамическом воздействии на структуру потока за элементами статора осевого компрессора ГТД / Ю.М. Терещенко // Журнал «Известия ВУЗ» Авиационная техника. – 1981. – №3. – С.14-17 **13.** Терещенко Ю.М. Аэродинамические характеристики диффузорных решеток с управлением циркуляцией / Ю.М. Терещенко // ИВУЗ Авиационная техника. – 1976. – № 4. – С.22-24

Поступила в редколлегию 15.05.2012.

УДК 621.006.354

В.Г. КУЗНЕЦОВ, доц., канд.техн.наук, ДНУ, Днепропетровск,
Б.А. КОСТЮКОВСКИЙ, канд.техн.наук, нач.отд., Институт общей
энергетики НАН Украины, Киев

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ТЯГИ ПОЕЗДОВ ПОСТОЯННОГО ТОКА

В даній статті запропоновано методологічні підходи до визначення потенціалу енергозбереження в системах електропостачання тяги поїздів постійного струму, запропонована його класифікація, визначені складові частини.

Ключові слова: енергозбереження, система тягового електропостачання, втрати електроенергії, контактна мережа, тягова підстанція.

В данной статье предложены методологические подходы к определению потенциала энергосбережения в системах электроснабжения тяги поездов постоянного тока, предложена его классификация, определены составные части.

Ключевые слова: энергосбережение, система тягового электроснабжения, потери электроэнергии, контактная сеть, тяговая подстанция.

In this paper the authors proposed a methodological approach to the definition of energy saving potential in DC traction power supply systems, offered its classification, defined its parts.

Keywords: energy saving, traction power supply system, energy losses, contact line, traction substation.

Управление развитием и функционированием железнодорожного транспорта Украины в условиях постоянно растущих цен на топливно-энергетические ресурсы требует особого внимания к решению проблемы повышения эффективности использования энергоресурсов и к реализации энергосберегающей политики в отрасли, что обуславливает актуальность научных исследований направленных на её решение.

Первым этапом решения этой проблемы является определение технического потенциала энергосбережения, который может определяться как для отдельного i -го энергосберегающего мероприятия на k , $k \in K$, элементе (объекте) рассматриваемой производственно-хозяйственной системы, так и для различных множеств таких мероприятий, i , $i \in I$.

Это потенциал может рассчитываться как в абсолютном выражении (1), так и в относительных единицах (2).

$$PES_{KI}^A = \sum_{k \in K} \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} (K_j \cdot (W_{ki}^B - W_{ki}^P) \cdot T_{ki}) \quad (1)$$

$$PES_{KI}^O = \frac{\sum_{k \in K} \sum_{i \in I} (\sum_{j \in J} (K_j \cdot (W_{ki}^B - W_{ki}^P) \cdot T_{ki}))}{\sum_{k \in K} \sum_{i \in I} K_j \cdot W_{ki}^B \cdot T_{ki}} \quad (2)$$

где PES_{KI}^A, PES_{KI}^O - абсолютный и относительный потенциал энергосбережения;

W_{ki}^B, W_{ki}^P - потребление топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) до и после реализации энергосберегающего мероприятия в условных единицах измерения если рассматривается экономия более одного вида ТЭР. Если рассматривается только один вид ТЭР, то в этом случае потенциал может рассчитываться в натуральных единицах;

j - индекс вида ТЭР, $j \notin$;

K_j – коэффициент перевода натуральных единиц измерения в условные;

T_{ki} - период времени, для которого рассчитывается снижение затрат ТЭР, для соответствующего энергосберегающего мероприятия.

При использовании выражений (1) и (2) для k элемента системы может рассматриваться только одно энергосберегающее мероприятие из каждого альтернативного множества

На практике наибольшее значение имеет определение экономически целесообразного потенциала энергосбережения и формирование, на этой основе, планов его реализации. Граничным условием экономической целесообразности реализации энергосберегающего мероприятия является как минимум равенства дополнительных затрат – инвестиционных, эксплуатационных и т.д., за жизненный цикл связанных с реализацией такого мероприятия Z_{ki} и суммарной стоимости сэкономленных энергоресурсов за жизненный цикл его реализации, что формализуется в таком виде:

$$PES_{KI}^E = \sum_{t=1}^T (Z_{ki} - \sum_{k \in K} \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} C_{jt} \cdot \Delta O_{kijt}) \geq 0 \quad (3)$$

где PES_{KI}^E - экономически-целесообразный потенциал энергосбережения;

t - расчетный этап в период жизненного цикла;

j - индекс вида ТЭР;

C_{jt} - стоимость соответствующего вида ТЭР;

ΔO_{kijt} - объём сэкономленных ТЭР.

Необходимо отметить, что технологический и экономически целесообразный потенциал может изменяться, с течением времени, под влиянием научно-технического прогресса и экономической конъюнктуры. Однако эти изменения под влиянием этих факторов, как правило, происходят на протяжении достаточно длительного периода.

В зависимости от специфики решаемой задачи, показатель потенциала энергосбережения идентифицируется набором классификационных признаков, причем некоторые из них прямо зависят от особенностей исследуемой системы. Для идентификации потенциала энергосбережения систем электроснабжения железной дороги, предлагается использовать набор квалификационных признаков, который представлен в табл.а .

В общем виде процесс оценки потенциала энергосбережения для железнодорожного транспорта включает следующие этапы:

- а) формулирование целей оценки потенциала энергосбережения;
- б) определение перечня объектов и соответствующих энергосберегающих мероприятий (множества K и I);
- в) разработка алгоритмов оценки потенциала энергосбережения, который бы отражал специфику объекта и энергосберегающего мероприятия;
- г) сбор информации необходимой информации для реализации соответствующих алгоритмов;
- д) расчёт потенциала энергосбережения.

При решении практических задач по определению приоритетов реализации потенциала энергосбережения и формирования соответствующих планов, необходимо учитывать наличие ограничений, прежде всего инвестиционных. Это обуславливает то, что не всегда возможной оказывается реализация мероприятий с наибольшим технически достижимым потенциалом энергосбережения.

Поэтому, для решения таких задач необходимо применение оптимизационных моделей, которые в упрощенной постановке формализуются в следующем виде:

$$\sum_{k \in K} \sum_{i \in I} \sum_{n \in Nk} b_{kin} \cdot PES_{kin}^E \rightarrow \max \quad (4)$$

$$\sum_{k \in K} \sum_{i \in I} \sum_{n \in Nk} b_{kin} = 1 \quad (5)$$

$$\sum_{k \in K} \sum_{i \in I} Z_{ki} \leq Z^{sum} \quad (6)$$

где:

n - индекс множества альтернативных энергосберегающих мероприятий;

b_{kin} - булева переменная;

Z^{sum} - общий объём средств на реализацию энергосберегающих мероприятий.

При освоении потенциала энергосбережения, в первую очередь целесообразно реализовывать организационно-технологических энергосберегающие мероприятия, которые не требуют значительных затрат на их реализацию.

Одним из таких мероприятий является реализация технически доступного потенциала снижения потерь для систем электроснабжения тяги поездов на постоянном токе за счёт согласованной оптимизации графика движения поездов и их схем электропитания.

Особенностью этого потенциала является то, что он зависит от уровня потерь при фактическом состоянии схемы электропитания и при оптимальной схеме:

$$PES_{kl}^E = F(ki, N^{opt}) - F(ki, N^{fakt}) \quad (7)$$

где ki - коэффициент интенсивности движения поездов, определяющий загрузку оборудования подстанций, неуравновешенность нагрузки по колеям пути и т.д.;

N^{opt}, N^{fakt} - соответствует оптимальной и фактической схеме электропитания.

Таким образом, этот потенциал может существенно изменяться с течением временем - является динамическим, что обусловлено его спецификой. Наряду с этим, специфическим для централизованных систем электроснабжения является наличие системного эффекта от снижения потерь на низших классах напряжения, т.к. это вызывает дополнительное снижение потерь на более высоких классах напряжения - в питающих линиях электропередач и трансформаторах [1]. Величина этого, дополнительного эффекта, будет определяться характеристиками элементов входящих в систему электроснабжения, а также всеми имеющиеся между ними связями (основные элементы системы электроснабжения потребителей электротранспорта и соответствующие потенциалы энергосбережения представлены на рис. 1). При этом потенциал энергосбережения системы электроснабжения представляет собой совокупность потенциалов энергосбережения входящих в него элементов и может быть рассчитан как сумма значений потенциалов отдельных элементов.

Так, электрический потенциал энергосбережения дистанции электроснабжения (ЭЧ), может быть определён по следующему выражению.

$$P_{эл}^{ЭЧ} = \sum_{i=1}^{n_1} P_{эчci} + \sum_{j=1}^{n_2} P_{сцбj} + \sum_{l=1}^{n_3} P_{кcl} + \sum_{i=1}^{n_4} P_{тпk} + P_{вн}, \quad (8)$$

где $P_{эл}^{ЭЧ}$ - электрический потенциал энергосбережения ЭЧ;

$P_{вн}$ - потенциал энергосбережения во внешней системе электроснабжения (системный эффект), обусловленный снижением потребности в электроэнергии в потребителей железной дороги;

$P_{эчci}$ - электрический потенциал энергосбережения i -того района электрических сетей (ЭЧС);

$P_{сцбj}$ - электрический потенциал энергосбережения j -того участка сетей электроснабжения СЦБ (сигнализация, централизация и блокировка);

$P_{кcl}$ - электрический потенциал энергосбережения l -того участка контактной сети (КС);

$P_{тпи}$ - электрический потенциал энергосбережения k - той тяговой подстанции (ТП);

n_1, n_2, n_3, n_4 - количество районов ЭЧС, участков питания устройств СЦБ, участков контактной сети и тяговых подстанций соответственно, которые структурно входят в рассматриваемую дистанцию электроснабжения.

Определение $P_{вн}$ базируется на использовании коэффициента потерь во внешней системе электроснабжения и его определения производится в рамках двух этапной процедуры.

На первом этапе определяется потенциал энергосбережения только от мероприятий на железной дороге - $P_{жд}$, который определяется из модифицированного выражения (8) в котором отсутствует последнее слагаемое.

На втором этапе определяется $P_{вн}$ из выражения:

$$P_{вн} = K_{вн} \cdot P_{жд} \quad (7)$$

где $K_{\text{вн}}$ – усреднённый коэффициент потерь в питающих линиях и трансформаторах системы внешнего электроснабжения.

Таблица 1. Классификационные признаки потенциала энергосбережения на железнодорожном транспорте

Квалификационн ый признак					
Элементы (объекты) исследуемой системы	Система электроснаб жения тяги поездов в целом	Дистан ции электр оснабж ения	Цехи, участки, тяговые подстанции, районы контактной сети	Тех нологиче ские процессы	Установки, оборудование машины и т.д.
Вид потенциала энергосбережени	Теоретически й	Технически достижимый		Экономически целесообразный	
Тип энергосберегаю щего мероприятия	Организационно- технологический			Инвестиционный	
Вид ТЭР	ТЭР в целом	Группа ТЭР	Конкретный вид ТЭР		
Единицы измерения	Натурал ьные	Условные	Стоимостные	Относительные	
Временной интервал расчета	Жизненный цикл энергосберегающего мероприятия		Определенный период жизненного цикла (год, месяц и т.д.)		
Уровень реализации	Прогнозный	Плановый		Фактический	

Усредненные значения уровня потерь электроэнергии в контактной сети можно определить на основе экспериментально-аналитического подхода. Для этого используются значения экспериментально определенных потерь электроэнергии и расходов на отдельных участках железной дороги при организации опытных поездок с фиксацией расходов электроэнергии по счётчикам локомотивов и по счётчикам тяговых подстанций, а также аналитических расчетов с использованием выражений приведенных в [2] для различных схем питания и разной интенсивности движения.

Величина электрического потенциала энергосбережения в

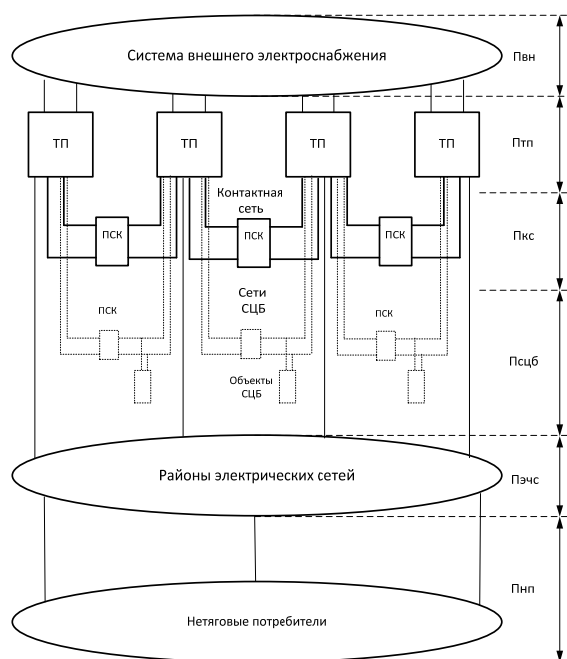


Рис.1. Основные элементы системы электроснабжения потребителей электротранспорта и соответствующие потенциалы энергосбережения

контактной сети от уменьшения уравнильных токов зависит от множества случайных факторов. В [3] экспериментальным путём был установлен эффект от регулирования напряжения на шинах тяговых подстанций путём изменения коэффициентов трансформации силовых трансформаторов. На электрифицированном участке Удачная-Желанная Донецкой ж.д. удалось снизить потребление электроэнергии на 474 тыс. кВт.ч при общем потреблении электроэнергии на участке 10,889 млн. кВт.ч (это соответствует уменьшению потребления электроэнергии на 4,35%). Безусловно, при осуществлении данного регулирования не удалось полностью устранить уравнильные токи. Многовариантные расчёты на моделях показали, что за счёт этого метода можно сократить потери электроэнергии на 4-5%. Теоретически с помощью регулирования напряжения на шинах тяговых подстанций можно полностью избавиться от потерь электроэнергии, вызванных уравнильными токами. Поэтому в данном случае потенциал энергосбережения равен потерям в контактной сети от протекания уравнильных токов.

На тяговых подстанциях постоянного тока можно переключать на параллельную работу понизительные и преобразовательные трансформаторы в зависимости от интенсивности движения [4]. Потенциал энергосбережения в тяговых подстанциях за счёт этих мероприятий зависит от коэффициента загрузки. Очевидно, что он будет равняться сумме потенциалов энергосбережения в понизительном и преобразовательном трансформаторах (если на тяговой подстанции применяется двойная трансформация). Для определения его величины необходимо вычесть потери электроэнергии при однострансформаторном режиме из потерь электроэнергии при двухтрансформаторном режиме (при соответствующем коэффициенте загрузки). Запишем выражение для электрического потенциала энергосбережения в трансформаторах тяговой подстанции постоянного тока с двойной трансформацией

$$\Pi_{\text{тп}} = \Pi_{\text{тппт}} + \Pi_{\text{тптт}}, \quad (9)$$

где $\Pi_{\text{тппт}}$ - электрический потенциал энергосбережения в понизительных трансформаторах;

$\Pi_{\text{тптт}}$ - электрический потенциал энергосбережения в тяговых трансформаторах.

$$\Pi_{\text{тр}} = \frac{\Delta W_1(k_3) - \Delta W_2(k_3)}{\Delta W_1(k_3)}, \quad (10)$$

где $\Pi_{\text{тр}}$ - электрический потенциал энергосбережения в трансформаторах (понижительных или тяговых);

$\Delta W_2(k_3)$ - потери электроэнергии в трансформаторах при двухтрансформаторном режиме при соответствующем коэффициенте загрузки;

$\Delta W_1(k_3)$ - потери электроэнергии в трансформаторах при однострансформаторном режиме при соответствующем коэффициенте загрузки;

В качестве примера определим электрический потенциал энергосбережения для тяговой подстанции, на которой применяется двойная трансформация. На

данной подстанции установлены понизительный трансформатор ТДН-10000/110/11 $P_{xx}=18$ кВт, $P_{кз}=60$ кВт и преобразовательный трансформатор ТДП - 12500/10ЖУ1 с параметрами $P_{xx}=16$ кВт, $P_{кз}=72,5$ кВт. Расчётный промежуток времени принимаем $T=24$ ч. Расчёты выполним в соответствии с [2]. На рис. 2 и рис. 3 показаны графики изменения электрического потенциала энергосбережения в преобразовательных и понизительных трансформаторах, рассчитанные по (Ошибка! Источник ссылки не найден.).

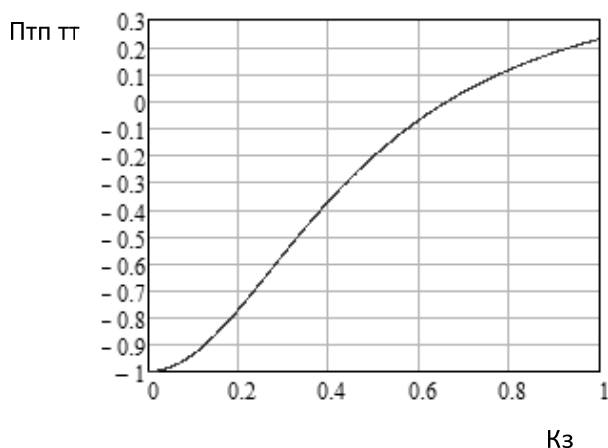


Рис.2. График зависимости электрического потенциала энергосбережения в преобразовательных трансформаторах ТДП -12500/10ЖУ1 от коэффициента загрузки

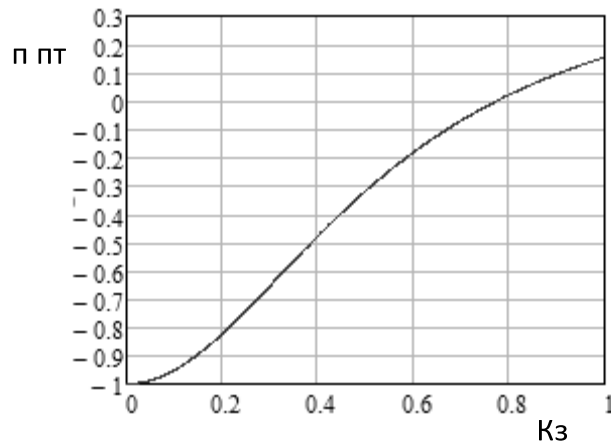


Рис.3. График зависимости электрического потенциала энергосбережения в понизительных трансформаторах ТДН -10000/110/11 от коэффициента загрузки

Следует отметить, что отрицательные значения потенциала энергосбережения говорят о нецелесообразности применения двухтрансформаторного режима при низких значениях ki . Очевидно, что наибольшую эффективность переход на параллельную работу будет иметь при максимально возможных коэффициентах загрузки трансформаторов. Для данного примера суммарный технический потенциал энергосбережения в трансформаторах составил 38,3% при условии, что при максимальных значениях ki использовалась однитрансформаторная схема. Умножение этого числа на величину средних потерь в оборудовании тяговых подстанций позволяет определить потенциал энергосбережения от такого мероприятия.

Потенциал экономии электроэнергии за счёт применения рациональной схемы питания при высоких значениях ki приведено в табл.2 (при его низких значениях получаем, по сути, зеркальное отражение представленной в табл. 2 ситуации).

Учитывая динамический характер потенциала энергосбережения за счет реализации мероприятий по согласованной оптимизации графика движения поездов и схем электроснабжения, технически достижимый потенциал по минимальной оценке составляет 4 - 5% от общего объёма электропотребления. Это примерно соответствует 100 млн. кВт. ч. в год., что в стоимостном выражении составляет около 50 млн. грн. в год.

Таблица 2. Структура потенциала энергосбережения в элементах системы электроснабжения за счет оптимизации ее схемы

Наименование элемента системы электроснабжения		Величина среднего процента потерь активной энергии, %	Потенциал экономии электроэнергии, %
Тяговая подстанция при двухтрансформаторной схеме питания		8...10	1,5...4
Контактная сеть	Параллельная	2 - 3	7 – 9*
	Узловая	3 – 4	6 – 8*
	Двухсторонняя	5.5 - 6.5	3.5 – 5.5
	Консольная схема	10 - 11	–
	Потери от уравнивающих токов	4...5	4 - 5

* - относительно однитрансформаторной схемы

** - относительно консольной схемы

Реализация этого потенциала требует создания специальных алгоритмов и методов согласованной оптимизации интенсивности движения поездов и схем электропитания и реализации соответствующих организационно-технологических мероприятий на железнодорожном транспорте.

Вывод

В данной статье предложен общий подход по определению потенциала энергосбережения на железнодорожном транспорте. Предложенный подход к описанию потенциала энергосбережения позволяет:

- Формализовать потенциал энергосбережения на железнодорожном транспорте;
- Дать качественную и количественную характеристику каждому из видов потенциала энергосбережения;
- Разработать алгоритмы определения потенциала энергосбережения.

Выполнена, с использованием предложенного подхода оценка потенциала энергосбережения для специфического энергосберегающего мероприятия - согласованной оптимизации графика движения поездов и схем электроснабжения на постоянном токе, реализация которого позволяет обеспечить ежегодную экономию электроэнергии на уровне не менее 100 млн. кВт. час в год.

Список литературы: 1. Оцінка обсягів скорочення викидів парникових газів за рахунок зниження технологічних витрат в розподільчих мережах України [Текст]: звіт з НДР / кер. Б.А. Костюковський.-К.:Інститут загальної енергетики,2011.-11с. 2. Інструкція розрахунку технологічних втрат електроенергії в пристроях тягового електропостачання. ЦЕ-0007 : затверд. Наказом Укрзалізниці від 29.08.2003р. №342-ЦЗ. [Текст] / Розроб. В.Т. Доманський, Р.С. Мицко.-К.:Мін-во трансп. України. Держ. адмін. заліз. трансп. України. Укрзалізниця, 2003.-53с. 3. Бітюков,С.Д. Оптимізація споживання електроенергії на електричному транспорті з використанням інформації автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії [Текст] / С.Д. Бітюков, В.Г. Кузнецов, В.Г. Сиченко // Проблеми загальної енергетики.-2011.-№3(26).-С.39-44. 4. Кузнецов,В.Г. Задача определения условий рационального распределения мощности тяговой подстанции постоянного тока [Текст] / Восточно-Европейский журнал передовых технологий.-2011.-№2/8 (50).-С.26-31.

Поступила в редколлегию 11.05.2012

М.В. РОЇК, докт. с-г. наук, проф., акад. НААН, директор інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, Київ

І.В. КУЗНЄЦОВА, канд. техн. наук, ст. наук. співр., НААН, Київ

ВИВЧЕННЯ ЯКОСТІ СТЕВІЇ-СИРОВИНИ (*Stevia rebaudiana* Bertoni) ДЛЯ ЇЇ ПОДАЛЬШОГО ПЕРЕРОБЛАННЯ НА БІОКОНЦЕНТРАТИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Значительной составляющей производства высококачественной пищевой продукции с заданными свойствами функционального действия является соответствие стевии-сырья к регламентирующим показателям качества. В работе изучено основные условия формирования качественных показателей стевии-сырья и её соответствие на отечественном рынке регламентирующим требованиям.

Значимою складовою виробництва високоякісної харчової продукції із заданими властивостями функціональної дії є відповідність стевії-сировини регламентованим вимогам щодо її якості. В роботі вивчено основні умови формування якісних показників стевії-сировини та її відповідність на вітчизняному ринку регламентованим вимогам.

Meaningful part of the production of high quality food products with specific properties of the functional action is raw with stevia-raw materials the reglament requirements for its quality. In the basic conditions for the formation of studied indices of stevia-raw materials and its compliance with the requirements of the reglament on the domestic market.

Забезпечення харчовими продуктами із заданими властивостями отриманими на основі натуральних компонентів є важливою вимогою сучасного ринку харчових продуктів. Одним із напрямів виробництва харчових продуктів із заданими властивостями є використання при їх виробництві біоконцентратів стевії, які мають низькокалорійну та еколого-протекторну здатність. Використання у щоденному раціоні таких продуктів із заданими властивостями функціональної дії вимагає більш жорстких умов до якості біоконцентратів.

Відомо, що якість харчових продуктів залежить від багатьох чинників при їх виробництві, і основним із яких є саме якість сировини, тобто для виробництва біоконцентратів - якість стевії-сировини.

На сьогодні стевію як сировину достатньо вивчено іноземними вченими П. Нісіяма, Д. Соєрто, 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 вивчення впливу якості стевії як сировини для її переробки у свіжозібраному та висушеному стані.

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 та

ребаудиозид А), речовин флаваноїдного комплексу, 17 амінокислот, вітамінів А, В, С, Е і К, хлорофілів А і В та необхідними макро- і мікроелементами, які сприяють нормалізації функції імунної системи, кровообігу, підтриманню артеріального тиску в необхідних межах, сприяють рубцюванню язв шлунку, усувають явища гастриту та карієсу зубів.

Нещодавно Японія споживала близько 90% виробленої стевії у світі. Проте, сьогодні попит на цю культуру зростає в США, Китаї, Німеччині, В'єтнамі, Єгипті, Індонезії, тощо. Згідно світових прогнозів у 2014 р. потреба у продуктах переробки стевії буде становити на рівні 11 тис. тонн, що призведе до збільшення виробництва листків стевії у 3 рази, що дозволить за даними світових експертів замінити 20% цукру у світовому просторі.

У світі якість стевії-сировини має чіткий критерій – три класи якості, і відповідну оплату (таблиця 1). У Бразилії переробними підприємствами купівля стевії-сировини здійснюється за 1-1,1 доларів США за кг сушених листків стевії. Інші країни світу (особливо для виробництва концентратів) сплачували у 2011 р. від 1,30 до 1,50 доларів США за кілограм.

Таблиця 1. Вплив якості стевії-сировини на її вартість

Клас якості	Доларів США за кг
Перший	1-1,5
Другий	0,8-1,0
Стандартний	0,66

В Україні виробництво продуктів переробки стевії тільки розвивається і точного обліку їх виробництва на даний час немає. Значну частину від загальносвітового виробництва стевії як сировини у 2011 р. вироблено в Китаї. Листки стевії отримані в Китаї не завжди відповідають основним показникам якості, що ускладнює та здорошує їх перероблення.

Якісні показники сировини формуються під час її отримання. Для стевії таким критерієм є вміст речовин дитерпенових глікозидів, а саме стевіозиду та ребаудиозиду А.

Стевіозид - один із природних цукрозамінників, який має 300 од. умовної солодкості (SES) та виявляє низькокалорійну дію. Його вміст у листках стевії становить від 7 до 16%. Врожайність сухих листків становить від 2 до 6 т/га. З гектару засадженого стевією і при 12% вмісту стевіозиду в її листах можна отримати 0,72 до 2,2 т цукрового еквіваленту.

Ребаудиозид А – складає половину від загальної кількості речовин дитерпенових глікозидів. Ступінь вмісту ребаудиозиду А впливає на ступінь солодкості листків та отриманих із них концентратів, і при підвищеному його вмісті значно пом'якшує інтенсивність смаку продукту.

У період зростання здійснюється накопичення вмісту речовин дитерпенових глікозидів у рослині до початку її квітування (вересень-жовтень), після чого їх вміст зменшується. Для переробки (рис.1) збір стевії-сировини необхідно здійснювати перед її квітуванням, тобто у період коли здійснюється максимальне накопичення речовин дитерпенових глікозидів, і відповідно основних їх компонентів - стевіозиду та ребаудиозиду А. Після квіткування

стевія втрачає близько 28% стевіозиду та 47% ребаудиозиду А. Відповідно, оптимальним є її перероблення у свіжезібраному вигляді.

Близько 35% від загальної маси самої рослини складають листя, 40% - стебло та 35% - коріння. Вміст солодких дитерпонових речовин у зрілих листках (9-12 листки) становить більше 70% та у стеблах біля 0,1 %, що робить недоцільною переробку стеблин [1]. Стебла містять незначну кількість речовин дитерпенових глікозидів і при потраплянні їх на верстат можуть на 8-12% знижувати як вихід концентрату так і вміст речовин дитерпенових глікозидів у ньому.

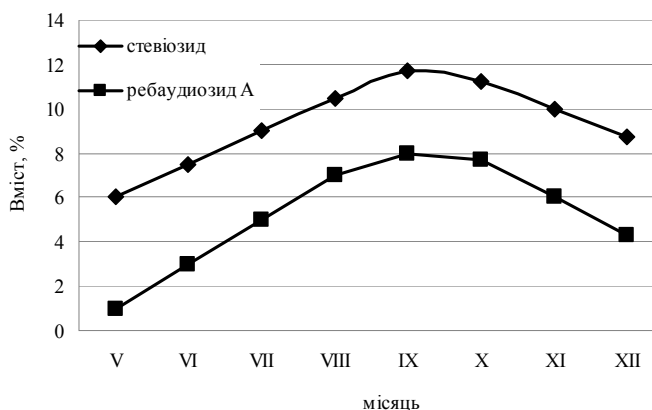


Рис. 1. Залежність ступеня накопичення стевіозиду та ребаудиозиду А в період вегетації стевії

Досліджено вплив одного із основних показників у технології вирощування стевії (щільність насадження) на отримання загальної маси сировини. Здійснено аналіз отриманої загальної маси однієї рослини стевії у свіжезібраному та висушеному стані, і відповідним збором основних речовин дитерпонових глікозидів. Отримано порівняльну розрахункову кількість стевіозиду та ребаудиозиду А (таблиця 2).

Таблиця 2.Збір стевіозиду та ребаудиозиду А за різної щільності насадження стевії

Щільність насадження, тис. шт./га	Маса однієї рослини, г		Збір, т/га					
	сирої	сухої	стевіозиду			ребаудиозиду А		
			сирої	сухої	відх. %	сирої	сухої	відх. %
80	91,0	34,8	0,874	0,334	38,2	0,583	0,223	38,2
100	86,6	32,1	1,039	0,385	37,0	0,693	0,257	37,1
120	81,4	29,5	1,172	0,425	36,3	0,782	0,283	36,2

Кращу кореневу систему мають рослини стевії вирощені за щільності їх насадження 80-100 тис. шт./га. Згідно отриманих даних (табл. 2) переробляти доцільно свіжезібрану (сиру) стевію. Оскільки при її зберіганні втрачається 36-38,2% стевіозиду та ребаудиозиду А. Щільність насадження має бути 100 тис. шт./га, що надає можливість отримати рослину із хорошими фізіологічними та фізико-хімічними властивостями.

Сировина, що надходить на перероблення повинна відповідати чинним нормативним вимогам. В Україні сьогодні діє два нормативних документи: ДСТУ 4776:2007 «Лист стевії медової (*stevia rebaudiana bertonii*). Заготовляння для промислового перероблення» (розроблений Інститутом біоенергетичних культур

і цукрових буряків НААН) і «Гігієнічний норматив питомої активності радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у рослинній сировині, що використовується для виготовлення лікарських засобів» від 08.05.2008 р. №240.

Стевія, яка переробляється вітчизняними підприємствами сьогодні за основними показниками відповідає чинному ДСТУ 4776:2007: за органолептичними та фізико-хімічними показниками. Проте, проблемою залишається підвищений вміст подрібнених листків, а також вміст стебла та інших домішок. Це призводить до зменшення виходу біоконцентрату на 8-13% та погіршенню його смакових якостей. Промислове поставляння сировини на переробку зазвичай містить домішок до 15% від загальної маси сировини, за нормованому вмісту не більше 5%. Вміст дрібної фракції домішок (земляного пилу, тощо) призводить до їх потрапляння в екстракт, що значно ускладнює технологічний процес та погіршує якісні показники готового продукту. Це доводить необхідність посилення контролю за збором сировини та її реалізацією.

Нами вивчено біологічні особливості первинної переробки (висушування) екологічно-чистої стевії-сировини та встановлено її вплив на ступінь вилучення біологічно-активних речовин із сировини [2], удосконалено спосіб очищення сухої сировини від надмірної кількості домішок шляхом її ситуння. Оптимальний отвір щілин становить 2x2 мм, що дозволяє максимально (до 95%) вилучити домішки, включаючи подрібнене листя.

Порівняння ступеня екстракції стевіозиду із висушеної сировини з вмістом домішок 3,2% (за удосконаленим способом очищення) та 12% (промислове пороблення сировини) доводить ефективність удосконаленого нами способу підготовки стевії-сировини до її екстракції (рис. 2).

Згідно експериментальних даних, збільшення частки вилучення домішок із сировини перед її екстракцією дозволяє збільшити ступінь вилучення стевіозиду на 17,4% та покращити смакові властивості готового продукту.

Отримані результати з якісних показників концентратів свідчать про їх відповідність вимогам стандарту комісії з харчових добавок Всесвітньої організації охорони здоров'я (JECFA – Joint FAO / WHO Expert Committee on Food Additives).

Таким чином, як показали дослідження, сьогодні в Україні відсутній критерій оплати якісної стевії сировини. Переробляння свіжезібраної стевії є найефективнішою, проте для забезпечення безперервності технологічного процесу необхідно ще удосконалити її підготовку до зберігання. За основними показниками стевія-сировина відповідає вимогам чинного ДСТУ 4776:2007.

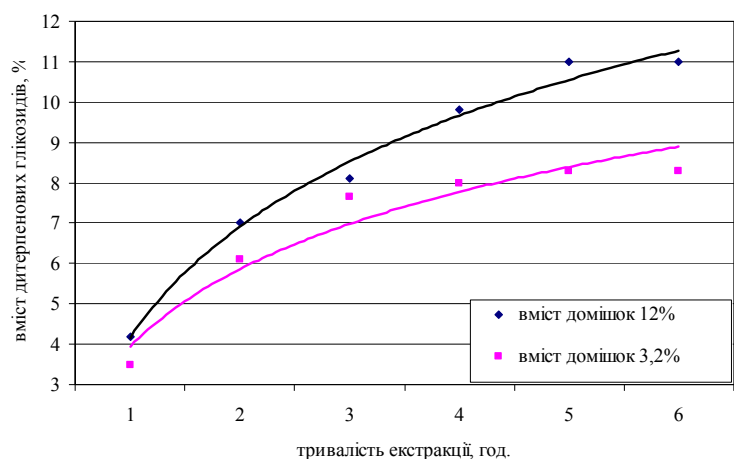


Рис. 2 Залежність ефективності процесу екстракції стевіозиду із сировини від якісного її складу

Проте, стевія-сировина, що надходить на перероблення зазвичай має високий вміст домішок (до 15%), що знижує ефективність екстракції на 22-25%.

Список літератури: 1. Ванидзе М.Р., Каландия А.Г., Чануквадзе Х.Р. Идентификация и количественное определение дитерпеновых гликозидов в растении стевия (*Stevia rebaudiana Bertoni*) //Химия растительного сырья. 2009. - №4. – С. 155-158. 2. Роїк М.В., Кузнєцова І.В. Отримання сухих концентратів стевії для виробництва харчових продуктів спеціального призначення // 36. Всеукраїнської науково-практичної конференції «Проблеми енергоефективності та якості в процесах сушіння харчової сировини», Харків, - 2011. – С. 78-79.

Поступила в редколлегию 22.05.2012

УДК 661.747 : 535.372

С.В. АНДРІЄНКО, асп., НТУ «ХПІ», Харків,
Л.В. КРИЧКОВСЬКА, докт. біол. наук, проф., НТУ «ХПІ», Харків,
В.М. НАЗАРОВ, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПІ», Харків,
С.В. ГРИШКО, студ., НТУ «ХПІ», Харків

СИНТЕЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЛЮМІНОФОРІВ, ПОХІДНИХ 9-ОКСОФЛУОРЕН-1-КАРБОНОВОЇ КИСЛОТИ

У статті представлені дані про синтез ряду похідних 9-оксофлуорен-1-карбонової кислоти. Наведені результати елементного аналізу на азот та УФ-спектроскопії. Проаналізовано залежність між структурою та спектрально-люмінесцентними властивостями. Проведений розрахунок геометричної будови молекул отриманих сполук. Наведені методики синтезу кінцевих та проміжних сполук.

В статье предоставлены данные о синтезе ряда производных 9-оксофлуорен-1-карбоновой кислоты. Приведены результаты элементного анализа на азот и УФ-спектроскопии. Проанализирована зависимость между структурой и спектрально-люминесцентными свойствами. Проведен расчет геометрического строения молекул полученных соединений. Приведены методики синтеза конечных и промежуточных соединений.

In the article given the data concerning the synthesis of 9-oxo-fluorene-1- carboxylic acid derivative range has been represented. The results of elementary analysis for nitrogen content and UV – spectroscopy have been reported. The dependence between the structure and spectra – luminescence properties has been analyzed. The calculation of geometrical structure for the molecules of the compounds obtained has been done. The techniques to synthesize the finish and intermediate products have been reported.

На сьогоднішній день органічні люмінофори широко застосовуються в різних галузях науки і техніки. Можливість їх використання визначається як їх спектрально-люмінесцентними характеристиками, стійкістю до дії УФ-світла, так і технологією отримання із доступної вихідної сировини.

Відомо, що більшості поліциклічних ароматичних вуглеводнів, а також їх функціональним похідним притаманна флуоресценція в ультрафіолетовій та короткохвильовій видимій області спектру [1]. Поліциклічний вуглеводень флуорантен не є виключенням, виявляючи подібні властивості. Крім того, зміна

хромофорної системи молекули, будь-якого класу органічних люмінофорів, приводить до зміни як спектрально-люмінесцентних характеристик сполук, так і до зміни їх фізико-хімічних властивостей [2].

У зв'язку з цим використання флуорантену для синтезу люмінофорів являється цікавою областю досліджень.

З урахуванням вище зазначеного метою нашої роботи був синтез ряду люмінофорів, похідних флуорантену (1), дослідження спектрально-люмінесцентних та фізико-хімічних властивостей отриманих сполук.

Для вирішення поставленої задачі, у якості вихідного продукту нами використовувалася 9-оксофлуорен-1-карбонова кислота (2), що була отримана окисненням флуорантену хромовою сумішшю в присутності оцтової кислоти за рис.1:

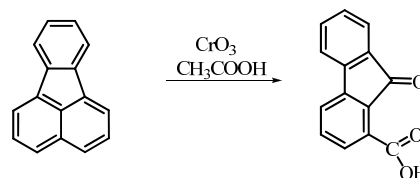


Рис. 1. Отримання 9-оксофлуорен-1-карбонової кислоти

Безпосередньо з отриманою кислотою вводили в реакцію такі ароматичні аміни, як о-фенілендіамін та 3-метилбензен-2,3-діамін. В результаті отримали люмінофори зеленого та жовто-зеленого свічення бензімідазольного типу.

Відомо, що хлорангідриди карбонових кислот мають більшу реакційну здатність, тому для подальших досліджень було вирішено використовувати саме хлорангідрид 9-оксофлуорен-1-карбонової кислоти. Останній отримали кип'ятінням 9-оксофлуорен-1-карбонової кислоти з тіонілхлоридом [5].

Подальшою метою було отримання похідних флуорен-9-ону з оксазольним та оксадіазольним циклами [3, 4]. Для цього синтезували проміжні продукти - N-заміщені аміді, які отримали взаємодією відповідного аміну, попередньо розчиненого в бензолі, з 9-оксофлуорен-1-карбоніл хлоридом в присутності триетиламіну. Далі дегідроциклізацією виділених проміжних продуктів шляхом кип'ятіння з хлорокисом фосфору отримали бажані похідні.

Ступінь чистоти та хід реакції контролювався методом тонкошарової хроматографії на пластинках Silufol-UV-284 при опромінюванні УФ-лампюю, елюент – діоксан.

Результати елементного аналізу, а також виходи та температури плавлення отриманих сполук наведені у таблиці 1.

Таблиця 1. Виходи, температури плавлення та дані елементного аналізу

Сполука	Вихід, %	Т _{пл} , °С	Елементний аналіз		
			Знайдено N, %	Брутто-формула	Розраховано N, %
10	57	162-164	3,94; 3,98	C ₂₃ H ₁₅ NO ₃	3,96
11	45	180-182	4,69; 4,72	C ₂₀ H ₁₁ NO ₂	4,71
12	43	253-255	8,62; 8,65	C ₂₁ H ₁₂ N ₂ O ₂	8,64
3	42	265-267	9,43; 9,47	C ₂₀ H ₁₂ N ₂ O	9,45
4	20	273-276	9,01; 9,05	C ₂₁ H ₁₄ N ₂ O	9,03

Синтез отриманих сполук проводився за рис. 2.

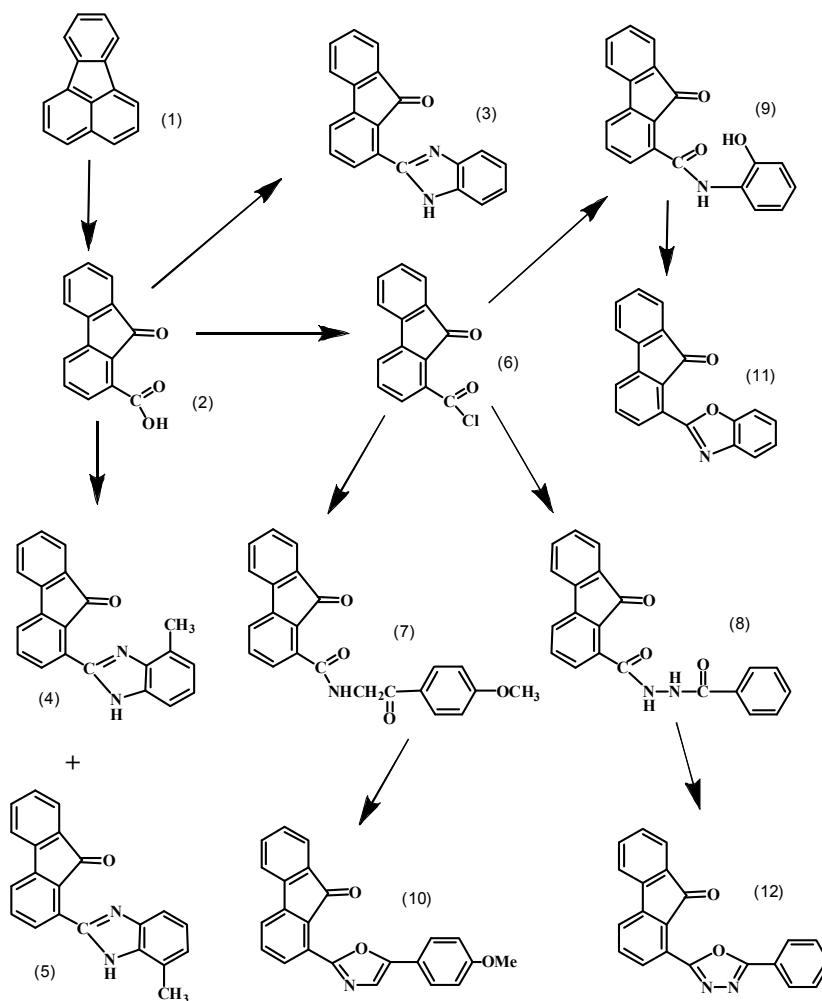


Рис. 2. Синтез проміжних та цільових сполук

Були вивчені спектрально-люмінесцентні властивості синтезованих сполук в толуолі. Результати вимірювань приведені в таблиці 2.

Таблиця 2. Спектрально-люмінесцентні характеристики синтезованих сполук в толуолі

Сполука	Поглинання		Люмінесценція	
	$\lambda_{\text{макс}}, \text{нм}$	$\varepsilon \cdot 10^{-4}$	$\lambda_{\text{макс}}, \text{нм}$	η
10	440	1,40	520	0,55
11	395	1,42	-	-
12	385	1,60	-	-
3	410	1,65	480	0,45
4	420	1,52	490	0,40

Як видно з таблиці, з п'яти синтезованих сполук лише три мають люмінесценцію. Максимуми спектрів люмінесценції лежать в області 480-520 нм, квантові виходи - в межах 0,45-0,55.

Геометрична і просторова будова досліджуваних сполук моделювалася всевалентним напівемпіричним методом AM1, а також методом молекулярної механіки з поправкою на ефекти спряження в рамках р-електронного наближення VESCF (силове поле MMX-M, реалізоване в пакеті PCModel). Електронні спектри

розраховувалися методом INDO/S в параметризації Ridley-Zerner (ZINDO/S) обліком однократного КВ 12х12; для константи Кр-р було прийнято раніше знайдене значення 0.615, яке дозволяє правильно відтворити послідовність синглетних електронних термів різної орбітальної природи. Як показують результати мінімізації повної енергії, конформаційна будова молекул різна, залежно від природи фрагментів, що вводяться.

На рисунках 3 –5 приведено геометричну будову деяких синтезованих сполук:

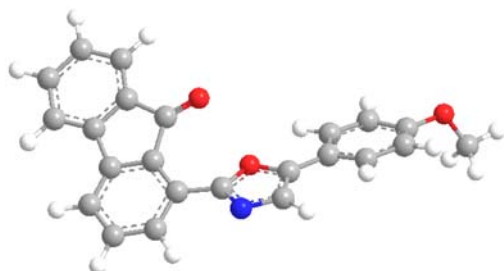


Рис. 3. Геометрична будова 1-[5-(4-метоксифеніл)-1,3-оксазол-2-іл]-флуорен-9-ону

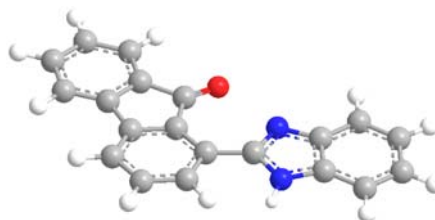


Рис.4. Геометрична будова 1-(1-бензімідазол-2-іл)-9-флуорен-9-ону

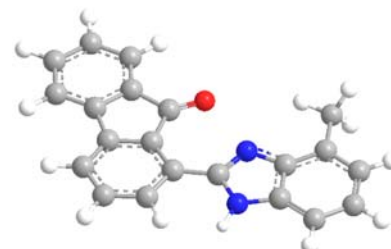


Рис. 5 .Геометрична будова 1-(4-метил-1-бензімідазол-2-іл)-9-флуорен-9-ону

Як видно з вищевикладеного, у результаті проведення даної науково-дослідної роботи синтезовані нові органічні люмінофори похідні 9-оксо-флуорен-1-карбонової кислоти, спектри люмінесценції яких лежать в області 480-520 нм, квантові виходи - в межах 0,45-0,55.

Проте слід зазначити, що для більш детального вивчення залежності спектрально-люмінесцентних властивостей сполук такого типу, необхідні додаткові дослідження по підтвердженню як їх структури, так і більш ретельний розгляд впливу природи розчинника на люмінесценцію.

Експериментальна частина:

Синтез 9-оксофлуорен-1-карбоніл хлориду. Наважку 9-оксо-флуорен карбонової кислоти масою 2г (0,0089 моль) оброблюють 12 мл тіонілхлоридом, додають декілька крапель ДМФА та кип'яють в колбі зі зворотним холодильником на протязі 2-х годин. По закінченні реакції тіоніл хлорид відганяють із реакційної суміші під вакуумом, а твердий осадок оброблюють гарячим бензолом. При охолодженні до кімнатної температури в осад випадають жовті кристали очищеного хлорангідриду. Вихід близько 74%. $T_{пл} = 140^{\circ}C$.

Синтез 1-(1-бензімідазол-2-іл)-флуорен-9-ону. До круглодонної колби на 50 мл, оснащеної зворотнім холодильником завантажують 2 г (0,009 моль) 9-оксо-1-флуорен карбонової кислоти та 0,9 г (0,009 моль) бензен-1,2-діаміну та прибавляють 30 мл ДМФА (чи оцтової кислоти). Реакційну суміш кип'яють на протязі 6 годин, після чого охолоджують та заливають водою. Осад, що випав, відфільтровують, промивають водою, сушать, а потім відмивають теплим розчином соди 5%-ї концентрації. Отримані кристали 1-(1-бензімідазол-2-іл)-9-флуорен-9-ону піддають перекристалізації із толуолу. Вихід 1,1 г (41,67 %). $T_{пл} = 265-267^{\circ}C$.

Синтез 1-(4-метил-1-бензімідазол-2-іл)-флуорен-9-ону та 1-(1-метил-1-бензімідазол-2-іл)-флуорен-9-ону. До круглодонної колби на 50 мл, оснащеної

зворотним холодильником завантажують 1,8 г (0,008 моль) 9-оксо-1-флуорен карбонову кислоту, додавають 1 г (0,008 моль) 3-метилбензен-1,2-діаміну та прибавляють 30 мл ДМФА (чи оцтової кислоти). Реакційну суміш кип'ятять на протязі 6 годин, після чого охолоджують та заливають водою. Осад, що випав, фільтрують, промивають водою та соляною кислотою, після чого сушать та піддають очистці, пропускаючи через хроматографічну колону. Утворену суміш із 2-х ізомерів не розділяли, оскільки вони мають подібні люмінесцентні властивості. Вихід 0,5 г (20,1%). $T_{пл} = 273-276^{\circ}\text{C}$.

Синтез 1-[5-(4-метоксифеніл)-1,3-оксазол-2-іл]-флуорен-9-ону. В шліфованій колбі на 50 мл, оснащений зворотнім холодильником наважку *N*-[2-(4-метоксифеніл)-2-оксоетил]-9-оксофлуорен-1-карбоксаміду, кількістю 1,5 г (0,04 моль) обробляють 12 мл хлорокису фосфору. Реакційну суміш кип'ятять протягом 1 години, після чого охолоджують та виливають на лід. Осад, що випав, відфільтровують, сушать та піддають перекристалізації із толуолу. Вихід 0,8 г (57,14%). $T_{пл} = 162-164^{\circ}\text{C}$.

Висновки. Синтезовано ряд сполук, опис яких в літературних та патентних джерелах інформації нами не знайдений. Структура синтезованих сполук підтверджена даними елементного аналізу на азот та УФ-спектроскопії; вивчені їх люмінесцентні властивості, а також розраховано геометричну будову молекул синтезованих сполук. Проведені дослідження відкривають перспективи подальшого дослідження отриманих речовин.

Список літератури: 1. Красовицкий Б.М., Болотин Б.М. Органические люминофоры. М.: Химия, 1984. 336 с. 2. Клар Э. Полициклические углеводороды, пер. с англ., т. 2, М., 1971, с. 292-301. 3. Несынов Е.П., Греков А.П., Успехи химии, 1964, т. 33, с. 1184 - 1197. 4. Р.Эльдерфилд, под ред. Кочеткова Н.К. Гетероциклические соединения. т. 5., М.: Издательство иностранной литературы, 1961, 602 с. 5. Титце Л., Айхер Т. Препаративная органическая химия. М.: Мир, 1999, 704 с.

Поступила в редколлегию 15.05.2012о

УДК 691.175.746

В.І. ЛОГАНІНА, докт. техн. наук, проф., зав.каф., Державний університет архітектури і будівництва, Пенза, Росія,

В.Г. КАМБУРГ, докт. техн. наук, проф., зав.каф., Державний університет архітектури і будівництва, Пенза, Росія,

Т.В. УЧАЕВА, асп., Державний університет архітектури і будівництва, Пенза, Росія

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ВИРОБІВ

У статті наведено відомості про застосування індексів відтворюваності процесу в системі контролю якості продукції на підприємствах будіндустрії. Викладено результати розрахунку відсотка браку продукції при різних значеннях центрованості процесу виробництва.

В статье приведены сведения о применении индексов воспроизводимости процесса в системе контроля качества продукции на предприятиях строительной индустрии. Изложены результаты

расчета процента нехватки продукции при разных значениях центрованості процесса производства.

In the article information is resulted about application of indexes of producibility of process in the checking of quality of products system on the enterprises of a build industry. The results of calculation of percent of shortage of products are expounded at the different values of centeration process of production.

Існуюча в даний час система контролю якості будівельної продукції на підприємствах будівельної індустрії, що передбачає застосування вхідного, операційного та приймального контролю, часто оцінює налагодженість процесу виробництва за параметрами, що входять в поле допуску відповідно до чинної нормативної документації. Досвід показує, що якщо значення міцності бетону, які визначаються лабораторією або ВТК, знаходяться в межах $HГ < R_i < ВГ$, то така ситуація не викликає стурбованості служб контролю.

Між тим, будь-який процес виготовлення продукції пов'язаний з варіаціями його параметрів, що викликані великою кількістю факторів, які впливають на нього. У той же час, розкид показників якості, навіть якщо вони знаходяться в межах допуску, може привести до збільшення браку та додаткових фінансових витрат [1].

При наладці технологічних процесів зазвичай налаштовують процес таким чином, щоб середнє $\bar{x}$ збігалось або було близько до цільового значення x_0 , або зменшують розкид значень характеристики навколо свого середнього $\bar{x}$, тобто потрібне виконання наступних моментів:

- процес виробництва повинен знаходитися в статистично керованому стані;
- процес виробництва повинен бути відтворюваним.

Показниками, що дозволяють оцінити відтворюваність процесу, тобто здатність технологічного процесу забезпечувати якість виробленого виробу, є індекси відтворюваності C_p і C_{pk} [2].

Нами оцінена відтворюваність виробництва плит покриття з бетону марки 200 за даними ВТК одного з заводів будіндустрії міста Пензи. На рис.1 приведена гістограма частот значень міцності при стисненні бетону (літній період), побудованої на підставі наступних даних, kgc/cm^2 : 151, 158, 173, 163, 141, 153, 157, 169, 157, 146, 162, 149, 151, 159, 161, 166, 152, 156, 171, 147, 154, 158, 155, 168, 163, 144, 152, 160, 147, 164. Середнє арифметичне і середньоквадратичне відхилення міцності при стисненні становлять відповідно kgc/cm^2 : $\bar{x} = 155,8$ і $\sigma = 8,03$. Відпускна міцність бетону в літній період складає 70% від проектної (допуски складають: нижня межа допуску $140 kgc/cm^2$; верхня межа допуску – $175 kgc/cm^2$).

Значення індексів відтворюваності складають:

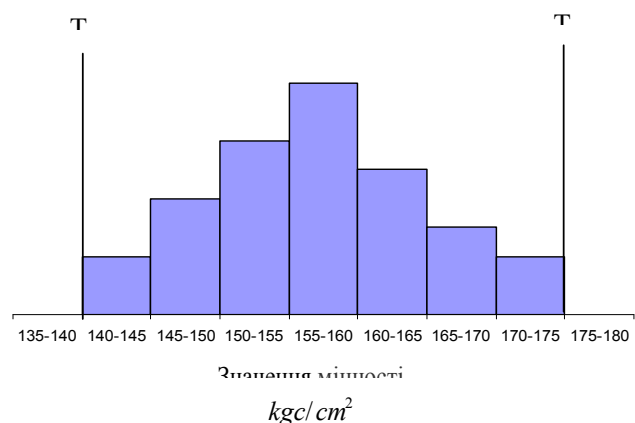


Рис.1. Гістограма розподілу міцності при стисненні бетону плит покриттів

$$C_p = \frac{175-140}{6 \cdot 8,03} = 0,73$$

$$m = \frac{175+140}{2} = 157,5 \text{ kgc/cm}^2$$

$$k = \frac{2|157,5-156,9|}{175-140} = 0,03428$$

$$C_{pk} = C_p(1-k) = 0,73(1-0,004) = 0,704$$

$$C_{pk} < 1,0$$

Значення індексу відтворюваності, рівного $C_{pk} = 0,704$, свідчить, що технологічний процес вимагає уважного спостереження.

Кількісна оцінка ймовірності появи браку для різних значень C_p і різних значень відносини C_{pk} до C_p наведена на рис.2 в табл.1.

Аналіз результатів розрахунку показав, що ймовірність отримання бракованої продукцією може бути виражена як функція індексів відтворюваності процесу: C_{pk} і C_p . Так, при $C_p = 1,2$ і $\frac{C_{pk}}{C_p} 0,8$ рівень дефектності становить 0,2%. При $C_p = 0,9$ і $C_p = 0,7$ навіть при нульовому зсуві (k дорівнює нулю) рівень браку

достатній і становить відповідно 0,7 і 3,58%. Для відтвореного процесу при $C_p = 1,0$, незначне відхилення середнього процесу від центру поля допуску (відношення $\frac{C_{pk}}{C_p} = 0,8$) призводить до збільшення частки браку до 0,82%. При зменшенні відношення $\frac{C_{pk}}{C_p}$ спостерігається зростання частки браку.

У таблиці 1 наведені значення відсотка браку при різних значеннях центрованості процесу виробництва сходових маршів з бетону марки 300.

Вихід показника якості на верхню межу допуску (ВМД) браком не вважається, а свідчить про нераціональне використання сировинних ресурсів

Так, при $C_p = 1,0$ і відношенні $\frac{C_{pk}}{C_p} = 0,9$ частка браку становить 0,55%, а при $\frac{C_{pk}}{C_p} = 0,6$ дорівнює 3,59%. Аналогічні закономірності характерні і для інших значень C_p

Аналіз результатів розрахунку показує, що для виробництва з індексом відтворюваності $C_p = 1,3$ частка браку становить 0,012-0,025% при

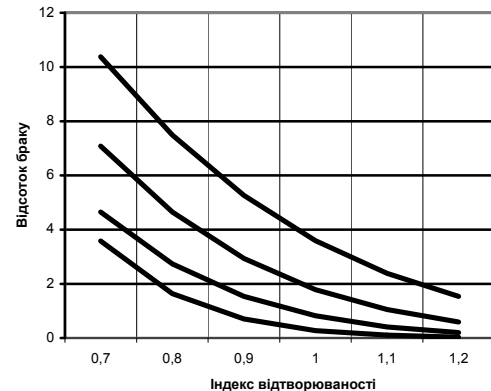


Рис.2. Відсоток браку при різних значеннях центрованості процесу виробництва 1 – відношення $\frac{C_{pk}}{C_p} = 1$; 2 – відношення $\frac{C_{pk}}{C_p} = 0,8$; 3 – відношення $\frac{C_{pk}}{C_p} = 0,7$; 4 – відношення $\frac{C_{pk}}{C_p} = 0,6$

відношенні $\frac{C_{pk}}{C_p} = 1$ та $\frac{C_{pk}}{C_p} = 0,9$ процесу при $k = 0,1$ забезпечує рівень дефектності в рамках, що нездійснено при (таблиця 1).

Таблиця 1. Відсоток браку при різних значеннях центрованості

Відно-шення $\frac{C_{pk}}{C_p}$	k	Середньо – квадратич-не відхилення σ , kgc/cm^2	Середнє значення процесу, $\bar{x}$, kgc/cm^2	Число стандарт- них відхилень в полі допуску ($\bar{x}$ -НГД)	Від- соток браку, %
Для $C_p = 1$					
1	0	8,33	325	3	0,135
0,9	0,1	8,33	322,5	2,7	0,35
0,7	0,3	8,33	317,5	2,1	1,7
0,5	0,5	8,33	312,5	1,5	6,68
Для $C_p = 0,7$					
1	0	11,94	325	2,1	1,79
0,9	0,1	11,94	322,5	1,89	2,94
0,7	0,3	11,94	317,5	1,47	7,08
0,5	0,5	11,94	312,5	1,05	14,69
Для $C_p = 1,3$					
1	0	6,41	325	3,9	0,012
0,9	0,1	6,41	322,5	3,51	0,25
0,7	0,3	6,41	317,5	2,73	0,32
0,5	0,5	6,41	312,5	1,94	2,62

При $C_p = 0,7$ навіть при нульовому зсуві ($k = 0$) рівень браку достатній і становить 1,79%. Для відтвореного процесу при C_p , рівному 1,0, незначне відхилення середнього процесу від центру поля допуску (у полі допуску $2, 7\sigma$) призводить до збільшення частки браку до 0,35%.

Таким чином, із зростанням відтворюваності процесу ймовірність отримання бракованої продукції падає. Одним з факторів, що підвищують відтворюваність процесу виробництва продукції, є зменшення варіацій показників якості, тобто зменшення середньоквадратичного відхилення σ . Нижче наведено приклад, що показує можливість налаштування технологічного процесу виробництва бетонних виробів із заданим рівнем дефектності.

Для того, щоб процес виготовлення бетону був статистично керованим і відтворюваним, виникає питання про числоі значення величин σ і $\bar{x}$ з тим, щоб регулювати процес виробництва залізобетонних виробів і конструкцій з гарантованим рівнем якості продукції. Для цього необхідно, щоб числове значення середньоарифметичного показника міцності при стисненні $\bar{R} = \bar{x}$ збігалось з серединою поля допуску. При виготовленні бетону марки 200 середина поля допуску складає 22,5 МПа (22 кгс/см²), а величина допуску - (ВГ-НГ) = 25,0-20,0 = 5,0 МПа (50кгс/см²). Так як при частці дефектної продукції 0,27% в поле допуску має бути 6σ , то значення $\sigma \bar{x}$ має становити 0,83 МПа (8,3

кгс/см²). Якщо підприємство гарантує постачальнику інший рівень дефектності, наприклад, 1%, то значення середньоквадратичного відхилення σ обчислюється таким чином.

Так як для віднесення бетонної продукції до бракованої існує одnobічний допуск за показником міцності, то ймовірність того, що продукція буде придатною, визначається як:

$$P = 2(0,5 - q) = 2(0,5 - 0,01) = 0,98, \quad (1)$$

де q - частка неякісної продукції.

Так як $P = 2\Phi(t)$ (Φ - функція Лапласа), то при $P = 0,98$ величина $t = 2,33$. Значення середньоквадратичного відхилення σ обчислюється із співвідношення $\bar{R} - НГ = t\sigma$, тобто $22,5 - 20,0 = 2,33\sigma$. Отже, значення середньоквадратичного відхилення генеральної сукупності складає $\sigma = 1,07$ МПа (10,7 кгс/см²). Значення середньоквадратичних відхилень при різних значеннях частки браку наведені в табл.2.

Враховуючи, що бетон з часом набирає міцність, природно, що відсоток браку буде менше (таблиця 2). Однак пропонується підхід дозволяє налаштувати процес отримання бетону заданої марки з гарантованим рівнем якості, підвищити конкурентоспроможність бетонних і залізобетонних виробів, оптимізувати витрати на їх виготовлення, усунути чинники, що викликають розладнання процесу.

Таблиця 2.Значення середньоквадратичних відхилень при різних значеннях частки браку

Частка браку, q , %	Середньоквадратичне відхилення, σ , МПа,
1,0	1,07
2,0	1,21
3,0	1,33
4,0	1,43
5,0	1,51

Застосування індексів відтворюваності процесу в системі контролю якості продукції дозволяє наочно оцінити можливість зниження відсотка невідповідної продукції за рахунок зниження і усунення впливу невикладкових (особливих) причин мінливості (забезпечення стабільності процесів), а також зниження впливу випадкових (звичайних) причин мінливості (підвищення можливостей процесів задовольняти встановлені вимоги). Це дозволяє своєчасно прийняти попереджувальні та коригувальні дії, що, у свою чергу, дозволить виявити резерви підвищення якості продукції, знизити фінансові витрати на виправлення браку, підвищити конкурентоспроможність підприємства.

Робота виконувалася в рамках держконтракту з Міністерством освіти і науки РФ № 13.G25.31.0092.

Список літератури: 1.Логанина, В.И. К вопросу о системе контроля качества на предприятиях стройиндустрии [Текст] /В.И. Логанина, Т.В. Учаева //Региональная архитектура и строительство.- Пенза: ПГУАС, 2010. - №1. - С. 31 - 36. 2.Логанина В.И., Учаева Т.В. Современные инструменты управления качеством строительных материалов и изделий [Текст] / В.И. Логанина / Пенза: ПГУАС, 2009 г.- с. 183.

Поступила в редколлегию 15.05.2012

Ф.Ф. ГЛАДКИЙ, докт. техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», Харків,

К.В. КУНИЦЯ, асп., НТУ «ХПІ», Харків,

О.А. ЛИТВИНЕНКО, канд. техн. наук, ст. наук. співр., НТУ «ХПІ», Харків

ДОСЛІДЖЕННЯ СКЛАДУ І ВЛАСТИВОСТЕЙ БІЛКОВИХ ПРОДУКТІВ ІЗ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ НАСИЧЕНОГО ТИПУ

У статті досліджено фракційний склад білків та вміст супутніх речовин (таких як вуглеводи та хлорогенова кислота) у продуктах, знежирених етиловим спиртом різної концентрації. Дана оцінка функціонально-технологічних властивостей білкових продуктів із насіння соняшнику насиченого типу.

В статье исследован фракционный состав белков и содержание сопутствующих веществ (таких как углеводы и хлорогеновая кислота) в продуктах, обезжиренных этиловым спиртом разной концентрации. Дана оценка функционально-технологических свойств белковых продуктов из семян подсолнечника насыщенного типа.

In the article factious composition of proteins and maintenance of concomitant substances (such as carbohydrates and chlorogenic acid) are investigational in products fat free of ethanol of different concentration. The estimation of functionally-technological properties of protein products from the sunflower seeds of the saturated type is given.

Останнім часом спостерігається принципово новий підхід в селекції гібридів соняшнику, який впливає на якість олії [1, 2]. Так в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва (м. Харків) за останні роки створено нові гібриди соняшнику, олія яких за своїм складом суттєво відрізняється від класичної. Вона містить підвищену кількість стеаринової і пальмітинової кислот та може стати альтернативою тропічним маслам. Зважаючи на позитивні результати власних досліджень [3] у напрямку переробки олії насиченого типу нових гібридів соняшнику, цікаво також дослідити можливість використання цього виду насіння не тільки, як джерела цінної олії, а і білкових продуктів.

У рамках процесу спиртової екстракції ідея отримання білкового концентрату може бути здійснена особливо ефективно, оскільки етиловий спирт є технологічною, високочистою харчовою речовиною, видалення залишків якого зі знежиреного продукту відбувається краще, ніж вуглеводневого розчинника, що полегшує фінальну стадію отримання харчового білкового концентрату. Окрім цього, етиловий спирт екстрагує із сировини більшу гамму речовин, таким чином, у білковому концентраті знижується вміст компонентів небажаних в цьому продукті з позиції споживчих властивостей [4, 5].

Метою представленої роботи є дослідження складу і властивостей продуктів етанольної екстракції ядра насіння соняшнику з високим вмістом пальмітинової кислоти, що дасть можливість показати ефективність технології одержання білкового концентрату підвищеної якості для використання у складі харчових продуктів.

Для досліджень було використано насіння соняшнику лінії Х 527 В, надане Інститутом рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Особливістю цієї лінії насіння є

високий вміст пальмітинової кислоти в олії (13,3 %). Дослідження цього насіння раніше не проводилося.

Оскільки, етиловий спирт з водою змішується в будь-яких співвідношеннях, що безумовно не може не впливати на якість продуктів, отриманих після екстракції, для дослідження в якості екстрагентів в даній роботі було обрано 2 види розчинників: 96 % етиловий спирт (отримують звичайною ректифікацією, має масове розповсюдження, є товарним продуктом) і абсолютний етанол (отриманий нами за спеціальною технологією з 96 % спирту, вміст води менше 1 %).

Безлушпинне ядро насіння соняшнику було отримано методом обрушування в полі відцентрових сил на лабораторній відцентровій "Насіннерушці - 2 Іхно" [6]. Попереднє знежирення ядра проведено на плющильному пресі. Отриману в результаті цього процесу пелюстку, підсушували до вологості 1,5 % і проводили екстракцію в апараті Зайченка [7] з використанням етилового спирту різної концентрації.

В зразках знежирених продуктів визначали фракційний склад білкових речовин, вміст вуглеводів [8] і хлорогенової кислоти [9], а також досліджували функціонально-технологічні властивості [10].

Отриманий фракційний склад білків високопальмітинового ядра порівнювали з попередніми дослідженнями фракційного складу ядра насіння сорту Ранок селекції Інституту рослинництва ім. Юр'єва [11]. Порівняльну характеристику фракційного складу білків цих сортів наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Фракційний склад білків ядра олійного насіння

Вид олійного насіння	Альбуміни, %	Глобуліни, %	Глютеїни, %	Сума розчинного залишку, %	Нерозчинний залишок, %
Високопальмітине нове насіння	30,5	40,6	19,5	90,6	9,4
Сорт Ранок	21,3	51,3	16,5	89,1	10,9

Порівнюючи наведені дані можна зробити висновок, що за фракційним складом білкових речовин ядро насіння високопальмітинового сорту відрізняється більшою кількістю водорозчинних і загальною кількістю розчинних білків, ніж кондитерський сорт Ранок, тому може бути рекомендовано для подальших досліджень з приводу його використання у харчових системах.

Результати досліджень щодо фракційного складу білкових речовин продуктів, знежирених етиловим спиртом різної концентрації, у порівнянні з початковим ядром представлено на рис. 1.



Рис. 1. Залежність вмісту фракцій білка від виду білкового продукту

З рисунку видно, що обидва зразка шроту після екстракції значно втрачають кількість водо- і солерозчинних білків у порівнянні з вмістом цих білків у початковому ядрі, разом з тим за рахунок зниження цих білків вміст лугорозчинної фракції і нерозчинного залишку збільшується, що вказує на протікання процесу денатурації.

Як було зазначено вище, етиловий спирт екстрагує із сировини більшу гамму речовин та знижує вміст небажаних компонентів, тому вплив етилового спирту різної концентрації на вміст супутніх речовин (вуглеводів і хлорогенової кислоти) в білкових продуктах цікаво також дослідити і порівняти з даними для початкового ядра. Отримані результати досліджень показано на рис.2. Представлені данні свідчать про те, що використання 96 % етилового спирту в якості розчинника при екстракції олії краще впливає на зниження вмісту і вуглеводів і хлорогенової кислоти в білковому продукті.

Отож, дослідження екстракції олії етиловим спиртом різної концентрації показали, що природа розчинника впливає на вміст супутніх речовин в продуктах, отриманих після етанольної екстракції.

Можливість використання білкових продуктів як складової частини їжі в основному зумовлена їх функціонально-технологічними властивостями, які передбачають здатність речовин у процесі їх переробки додавати харчовим продуктам певних фізичних властивостей [12]. Для оцінки впливу білкових продуктів на якість харчових систем було визначено їх функціонально-технологічні властивості, такі як водо-, жирутримувальну та жироемульгуювальну здатності у порівнянні з яєчним порошком. Результати цих досліджень представлено на рис.3.

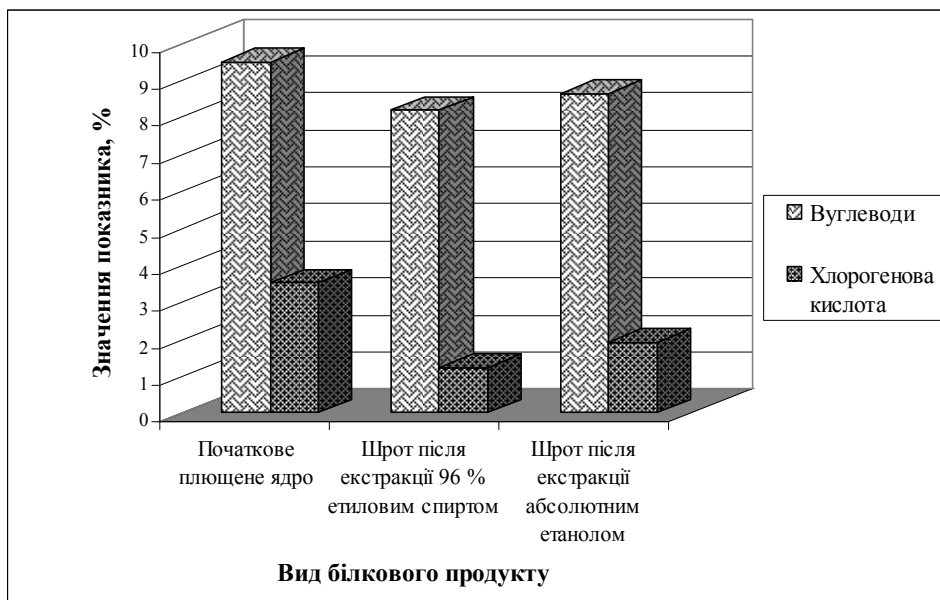


Рис. 2. Вміст супутніх речовин в білкових продуктах

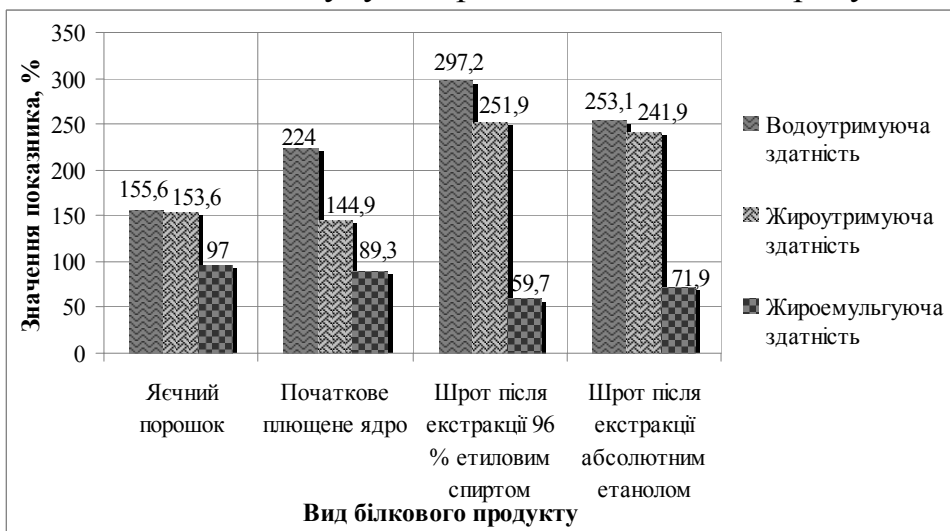


Рис. 3 .Функціонально-технологічні властивості білкових продуктів

Характеризуючи функціонально-технологічні властивості зразків білкових продуктів в цілому, слід зазначити, що вони не поступаються і навіть перевищують характеристики яєчного порошку, який широко використовується в харчовій промисловості в якості емульгатора. Тому данні види білкових продуктів можна рекомендувати для повної або часткової заміни яєчного порошку з метою зменшення собівартості продукту.

Таким чином, за результатами дослідження екстракції олії етиловим спиртом різної концентрації, визначення фракційного складу білків та вмісту супутніх речовин у знежирених продуктах встановлено, що 96 % етиловий спирт спричинює більший денатуруючий вплив, ніж абсолютний етанол, але екстрагує із сировини більшу кількість супутніх речовин, таких як вуглеводи та хлорогенова кислота. А також доведено, що за функціонально-технологічними властивостями білкові продукти з ядра насіння соняшнику переважають яєчний порошок. Найбільш сприятливим для заміни яєчного порошку у харчових продуктах є білковий шрот, отриманий після екстракції абсолютним етанолом.

Список літератури: 1. Кириченко В.В. Стан та перспективи розвитку селекції і насінництва гібридного соняшнику / В.В. Кириченко // “Химия и технология жиров. Перспективы развития масло-жировой отрасли” [Текст]: тезисы докладов 2-й Международной научно-технической конференции, 21 – 25 сентября 2009 г. Алушта. – Харьков: УНИИМИЖ УААН, 2009. – С. 4. 2. Кириченко В.В. Селекция подсолнечника на повышение адаптивного потенциала и качества масла / В.В. Кириченко, В.П. Коломацкая // Масложировой комплекс. – 2010. – № 4. – С. 24-28. 3. Куниця К.В. Дослідження фракціонування соняшникової олії насиченого типу / К.В. Куниця, О.А. Литвиненко, Ф.Ф. Гладкий, Є.І. Шеманська // Програма і матеріали 78-ї наукової конференції молодих вчених, аспірантів і студентів [“Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті”], 2–3 квітня 2012 р. – К: НУХТ, 2012. – Ч. 1. – С. 285-286. 4. Вишнепольская Ф.В. Некоторые вопросы применения этилового спирта в качестве растворителя для извлечения липидов / Ф.В. Вишнепольская, Б.Н. Кириевский, Г.В. Бушмакина // ТРУДЫ ВНИИЖ. – 1967. – Вып. 26. – С. 135. 5. К вопросу экстрагируемости сопутствующих веществ в процессе этанольной экстракции / И. Петик, О. Мазаева, З. Федякина [и др.] // Вісник Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”. – Харків: НТУ “ХПІ”, 2008. – № 43. – С. 3-9. 6. Пат. 17430 Україна, МКИ В02В 3/00, 3/02. Насіннерушка-2 Іхно / Іхно М.П.; заявник і патентовласник Харківський державний політехнічний університет. – № 95042099; заявл. 27.04.95; опубл. 16.10.2000, Бюл. №5. 7. Лабораторный практикум по технологии производства растительных масел / В.М. Копейковский, А.К. Мосян, Л.А. Мхитарьяни, В.Е. Тарасов. – М.: ВО Агропромиздат, 1990. – 192 с. 8. Руководство по методам исследования, теххимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности / под ред. В.П. Ржехина, А.Г. Сергеева. – Л.: ВНИИЖ, 1965. – Т.2. – 418 с. 9. Щербаков В.Г. Определение фенольных веществ в семенах подсолнечника / В.Г. Щербаков, О.П. Миронова, С.Б. Иваницкий // Масложировая промышленность. – 1979. – № 10. – С. 8. 10. Білок соняшниковий. Технічні умови: ДСТУ 4596:2006. – [Чинний від 2008-01-01]. – Київ: Держспоживстандарт України, 2007. – 16 с. – (Національний стандарт України). 11. Дослідження основних закономірностей змін структури безлушпинного ядра насіння соняшнику при його плющенні / Ф. Гладкий, О. Литвиненко, А. Котелевська [та ін.] // Звіт про науково-дослідну роботу. – Харків: НТУ «ХПІ», 2009. – 105 с. 12. Архипов В. Біологічна цінність рослинних білків / В. Архипов // Харчова і переробна промисловість. – 2006. – №5. – С.22-23.

Поступила в редколегію 07.05.12

УДК 622.324

А.П. МЕЛЬНИК, докт. техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», Харків,
Т.І. МАРЦЕНЮК, мол. наук. співр., УкрНДІгаз, Харків,
С.Г. МАЛІК, інж., НТУ «ХПІ», Харків

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОТИКОРОЗІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРОДУКТІВ АМІДУВАННЯ СОЄВОЇ ОЛІЇ

Проведено дослідження по вивченню протикорозійних властивостей продуктів амідування соєвої олії, отриманих за реакцією амідування олії моноетаноламіном. У присутності продуктів реакції визначено швидкості корозії сталевих пластин, за якими оцінено захисний ефект отриманих продуктів амідування.

Проведено исследование по изучению противокоррозионных свойств продуктов амидирования соевого масла, полученных по реакции амидирования масла моноэтанол амином. В присутствии продуктов реакции определены скорости коррозии стальных пластин, за которыми оценен защитный эффект полученных продуктов амидирования.

Investigations to study adsorption properties of amidation of soybean oil products which were obtain under reaction of amidation of oil by monoethanolamine were carry out. In present of reaction

products corrosion ratio of steel coupons was determined. Defensive effect of obtained amidation products was estimated.

За міжнародним стандартом ISO – 8044 корозія – процес самодовільної фізико-хімічної взаємодії між металом і середовищем, який призводить до зміни властивостей металу, середовища або технічної системи, частинами якої вони є [1]. Корозія металів і сплавів спричиняє значні матеріальні збитки у різних галузях промисловості, тому захист промислового обладнання і устаткування є однією з найважливіших проблем різних країн, а щорічні втрати металофонду становлять 9 – 15 % [2, 3]. Найбільш небезпечною є корозія для металоємких галузей промисловості таких як: тепла і атомна енергетика, хімічна і нафтогазовидобувна та переробна промисловість, комунальне господарство. Так нафтогазовидобувні підприємства мають велику систему підземного і наземного обладнання для видобутку, збору і підготовки від сировини до продукції. Особливість процесу корозії в таких випадках зумовлена наявністю гетерогенних систем: газовий конденсат – пластова вода, нафта – пластова вода, підтоварна вода – сліди нафти [4]. Пластова вода – високо мінералізована, часто розсіл з домішками вуглекислоти, органічних кислот, сірководню. На деяких родовищах мінералізація досягає 300 г/л, а вміст хлорид- і сульфат-іонів > 150000 і > 1000 мг/л відповідно [5].

Рациональним та ефективним вирішенням проблем пов'язаних з корозією у різних галузях промисловості є постійний моніторинг та контроль стану обладнання і устаткування та використання засобів протикорозійного захисту. Суть інгібіторного захисту полягає у створенні захисної плівки на внутрішній поверхні обладнання внаслідок адсорбційної здатності інгібітору корозії. Для одержання інгібіторів корозії впродовж тривалого часу використовували продукти переробки нафтогазової промисловості. Наразі, в останні роки в Україні дуже стрімко розвивається тенденція з виробництва інгібіторів корозії з відновлюваної оліє-жирової сировини, як для нафтогазового комплексу, так і для систем водопостачання, захисту металевих напівфабрикатів [6, 7, 8].

Таким чином дослідження з розробки потенційних інгібіторів корозії металів з відновлюваної оліє-жирової сировини є актуальною задачею.

В даній роботі проведено дослідження з визначення захисного ефекту продуктів на різних стадіях синтезу реакції амідування соєвої олії моноетаноламіном.

Синтези здійснено як в [9] при мольному відношенні триацилгліцеринів ТАГ соєвої олії : моноетаноламін 1:1 і температурах 383 К, 403 К, 423 К. Для синтезів використано олію згідно ДСТУ 4534:2006 [10] з такими характеристиками: кислотне число 0,4 мг КОН/г, ефірне число 190 мг КОН/г, молекулярна маса триацилгліцеринів (ТАГ) 886 г/моль, масова частка вологи та летких речовин 0,1 %, густина 0,92 г/см³. Як моноетаноламін використано препарат фірми Akzo Mobil з наступними характеристиками: масова частка основної речовини 99,8 % та масова частка вологи 0,1%.

Оцінку захисного ефекту було здійснено на основі продуктів амідування соєвої олії, які відібрано через певний час впродовж синтезу, за величинами швидкості корозії в стандартному середовищі електрохімічним методом

поляризаційного опору [11]. Як стандартне середовище використано середовище NACE: 5% NaCl + 250 мг/л CH₃COOH. Вимірювання швидкості корозії здійснено при температурі 295 К і постійному перемішуванні.

Захисний ефект Z визначено за формулою

$$Z = 100 \cdot (r_0 - r_1) / r_0, \quad (1)$$

де Z – захисний ефект, %

r_0 – глибинний показник корозії у стандартному середовищі без інгібітора корозії, мм/рік;

r_1 – глибинний показник корозії у стандартному середовищі з інгібітором корозії, мм/рік.

Швидкість корозії V (г/м²·год) з глибинним показником корозії для заліза зв'язана співвідношенням:

$$r = 1,112 \cdot V, \quad (2)$$

Концентрація продуктів синтезу, які використано для дослідження складала 100 мг/л. Кожного разу маса продуктів синтезу розчинялась у 1 мл газового конденсату, отримана суміш вносились у ємкість для вимірювання зі стандартним середовищем. В ємкість для вимірювання зі стандартним середовищем без продуктів синтезу додавали тільки газовий конденсат. Як газовий конденсат використано газовий конденсат Скворцівського ГКР.

В усіх випадках вимірювання струму проведено три рази з електродом з сталі насосно-компресорних ПЦБ марки Д. Результати вимірювань статистично оброблено за методом найменших квадратів [12], а середня величина струму перерахована у глибинний показник за формулою:

$$r = K \cdot I, \quad (3)$$

де I – середня величина струму за 1 годину вимірювання;

K – коефіцієнт, який залежить від рН середовища (якщо рН < 6, то $K = 0,0078$; якщо рН > 6, то $K = 0,0112$).

Одержані результати аналізів реакційних мас наведені в табл. у вигляді залежності зміни захисного ефекту продуктів синтезу від часу реакції. Для дослідження взято продукти реакцій, які відбирались впродовж синтезу, при температурах 383 К, 403 К, 423 К.

Таблиця. Ступінь перетворення аміну в ТАГ соєвої олії з моноетаноламіном в залежності від часу реакції.

Час, с	Ступінь перетворення аміну при температурі синтезу (К), %		
	383	403	423
0	0	0	0
300	3,30	4,51	14,34
600	6,35	9,99	23,14
1200	14,90	23,79	38,69
1800	28,64	33,80	50,49
3600	40,17	50,90	70,89
5400	59,37	67,14	80,01
7200	62,06	71,99	84,74
9000	74,13	79,13	89,33
10800	73,98	78,21	88,46

Захисний ефект з збільшенням часу реакції різко збільшується в перші 560 с при всіх температурах. Після цього настає період поступового збільшення на 10 – 20 % залежно від температури синтезу. При цьому при температурах 383 К і 403 К спостерігаються ділянки, на яких захисний ефект майже не змінюється. Такий характер змін захисного ефекту може вказувати на утворення продуктів, які не адсорбуються на металевій поверхні електроду, наприклад структури, що потім перегруповуються в аміноєфіри $\text{RCOOCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$. Про утворення таких продуктів вказує незначне зниження ступеня перетворення в кінці синтезу.

З рис. 1 видно, що при збільшенні температури реакції амідування захисний ефект продуктів синтезу збільшується, при цьому на початку реакції він різко збільшується до 27 – 63 % в залежності від температури проведення дослідження. А після досягнення свого максимуму 78,50 % при $t = 383 \text{ K}$, 79,68 – $t = 403 \text{ K}$, 87,39 – $t = 423 \text{ K}$ в незначній мірі зменшується і уповільнюється.

Отже оптимальний час синтезу незалежно від температури дослідження складає 5400 с, а найбільш оптимальна температура з досліджених – 423 К при цих умовах спостерігається найбільше значення захисного ефекту, яке становить 87,4 %.

Згідно одержаних результатів (табл.) продукти реакції амідування проявляють достатньо високі захисні властивості (до 87 %) у середовищі

Висновки:

- 1) Здійснена оцінка захисного ефекту продуктів реакції амідування соєвої олії моноетаноламіном за величинами швидкості корозії в стандартному середовищі електрохімічним методом поляризаційного опору.
- 2) Встановлено тенденцію змінення захисних властивостей продуктів реакції в залежності від часу і температури синтезу.
- 3) Визначено, що в сумішах середовища NACE з вуглеводнями газового конденсату захисний ефект досягає до 87 %.

Список літератури: 1. Сахненко М.Д., Ведь М.В., Ярошок Т.П. Основи теорії корозії та захисту металів: Навч. посібник. – Харків: НТУ "ХП", 2005. – 240с. 2. Похмурський В. Протикорозійний захист металофонду України. – Київ: Вісник. – 2003, № 2. – 250 с. 3. Савченко О.М. Розроблення інгібіторів корозії сталей на основі модифікованої гірчичної олії: Автореф. на дис. канд. техн. наук: 05.17.14/ ЧДТУ. – Чернігів, 2006. – с. 4. Григораши В.В.,

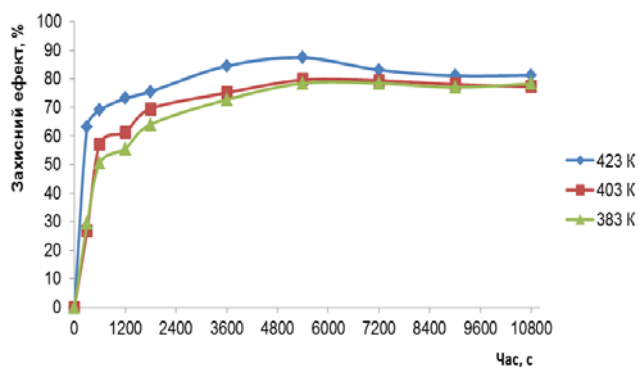


Рис. 1. Залежність зміни захисного ефекту продуктів реакції при різних температурах від часу реакції

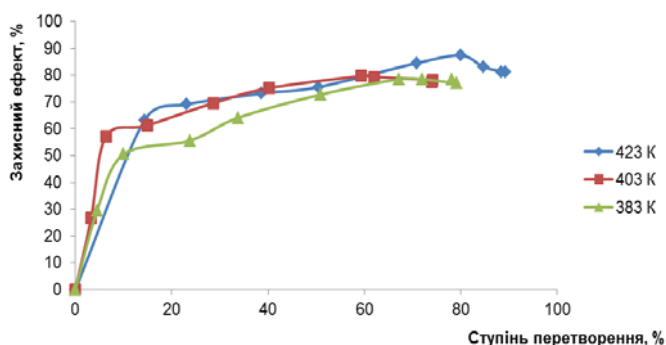


Рис. 2. Залежність зміни захисного ефекту від ступеня перетворення при різних температурах реакції

Попович С.Д., Городівська Г.В., Кісіль І.С., Дранчук М.М. Протикорозійний захист нафтогазопромислового обладнання у ВАТ “УКРНАФТА”. :Методи та прилади контролю якості. – 2009, № 22. – С. 101-106. 5. Мельник А.П., Діхтенко К.М. Визначення корозійних показників і ефективності інгібіторного захисту свердловин ГПУ “ХГВ”. – Харків: Звіт УкрНДІгаз. – 2010. – С. 98 – 170. 6. Мельник А.П., Олійник М.В., Крамарев С.О., Дослідження деяких інгібіторів корозії. – Харків:Вестник НТУ „ХПИ”. – 2009. – № 2, Ч.1. – С. 66-70. 7. Завальна І.В., Наливайко Ю.М., Гриценко М.О. Інгібіторний захист системи водопостачання. – Чернігів: ЧДТУ, 2008. – 230 с. 8. Чигиринець О.Е., Воробйова В.І. Визначення протикорозійної ефективності рослинних екстрактів. – Київ: Наукові вісті НТУУ “КПІ”, 2010. – № 6. – С. 152 – 156. 9. Мельник А.П., Марценюк Т.І., Малік С.Г. одержання моно – діацилгліцеринів і моноетаноламідів амідуванням соєвої олії. // Вестник НТУ „ХПИ”. – 2010. – № 44 – С. 92-96. 10. ДСТУ 4534:2006. Олія соєва. Технічні умови. Київ: ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2007. – С. 5-9. 11. Мельник А.П., Сенишин Я.І., Чумак О.П., Папченко В.Ю., Діхтенко К.М. Оцінка захисного ефекту деяких інгібіторів корозії. – Харків: УкрНДІгаз, 2004. – С. 230 – 233. 12. Практикум з хімії та технології повернево-активних похідних вуглеводневої сировини. / Мельник А.П., Чумак О.П., Березка Т.О. – Харків: Курсор, 2004. – 277 с.

Поступила в редакцію 07.05.2012

УДК 661.77; 667.28

С.О. ПЕТРОВ, викл.-стаж., НТУ «ХПІ», Харків,
В.Б.ДІСТАНОВ, канд. хім. наук, доц., НТУ «ХПІ», Харків,
А.Г.БЄЛОБРОВ, канд. техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», Харків

ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ ЛЮМІНЕСЦЕНТНИХ БАРВНИКІВ НА ОСНОВІ МОНО- ТА БІСОКСАЗОЛОНІВ

У статті надані дані про синтез ряду нових люмінесцентних барвників для поліефірних матеріалів, похідних моно-і бісоксазол-5-ону. Розглянуто стадії процесу отримання проміжних і кінцевих продуктів. На основі експериментальних та теоретичних даних запропонована принципова схема отримання похідних моно-і бісоксазол-5-ону.

В статье предоставлены данные о синтезе ряда новых люминесцентных красителей для полиэфирных материалов, производных моно- и бисоксазол-5-она. Рассмотрены стадии процесса получения промежуточных и конечных продуктов. На основе экспериментальных и теоретических данных предложена принципиальная схема получения производных моно- и бисоксазол-5-она.

In the article the data has been represented about the synthesis of the range representing the new luminescent dyes for polyester materials, the derivatives of mono- and bisoxazol-5-on. The stages of the process to produce intermediate and end products. On the base of experimental and theoretical data the principal scheme to obtain the derivatives of mono- and bisoxazol-5-on has been proposed.

Асортимент флуоресцентних барвників для поліефірних матеріалів дуже обмежений. У зв'язку з цим пошук нових люмінофорів для забарвлення лавсану є дуже актуальним. Для цього застосування може бути використаний порівняно вузький круг барвників, що мають поруч з великою яскравістю і термостійкість, тому що забарвлення ведеться при порівняно високій температурі.

Метою наших досліджень був пошук серед похідних оксазол-5-ону нових сполук з високою інтенсивністю світіння в органічних розчинах при кімнатній температурі і з підвищеною світлостійкістю.

Для вирішення поставленої задачі нами були отримані 14 похідних моно- та бісоксазолонів[1].

Процес отримання кінцевих продуктів можна поділити на наступні стадії:

- 1) Синтез проміжних продуктів;
- 2) Синтез кінцевих продуктів.

В нашій роботі синтез проміжних продуктів проводився за реакцією Плехля-Ерленмейра [2] (Рис. 1). Синтез кінцевих продуктів проходив за реакцією конденсації проміжних продуктів з о-діаминами (Рис. 2, Рис. 3).

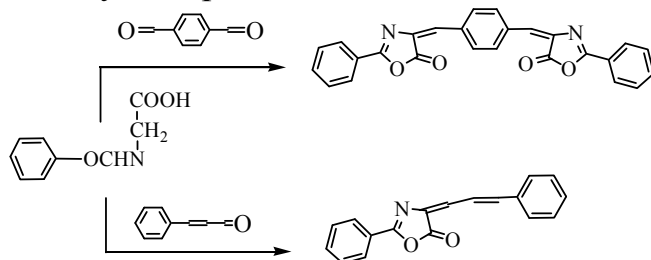


Рис. 1. Синтез проміжних продуктів 2-феніл-4-циннамоїліденоксазол-5-он та біс-2-феніл-4-циннамоїліденоксазол-5-он були отримані за методикою, наведеною у патенті [3]

Недотримання умов реакції призводить до протікання реакції альтернативним шляхом та утворення побічних продуктів. Проте в літературних джерелах є достовірні дані про реакцію конденсації α,β -ненасичених кетонів з о-діаминами [4].

На основі цих даних нами були розроблені методики одержання похідних моно- та бісоксазолонів з виходами від 61 до 90%, залежно від структури отриманого продукту. Схематично синтез похідних 2-феніл-4-циннамоїліденоксазол-5-она можна представити наступним чином:

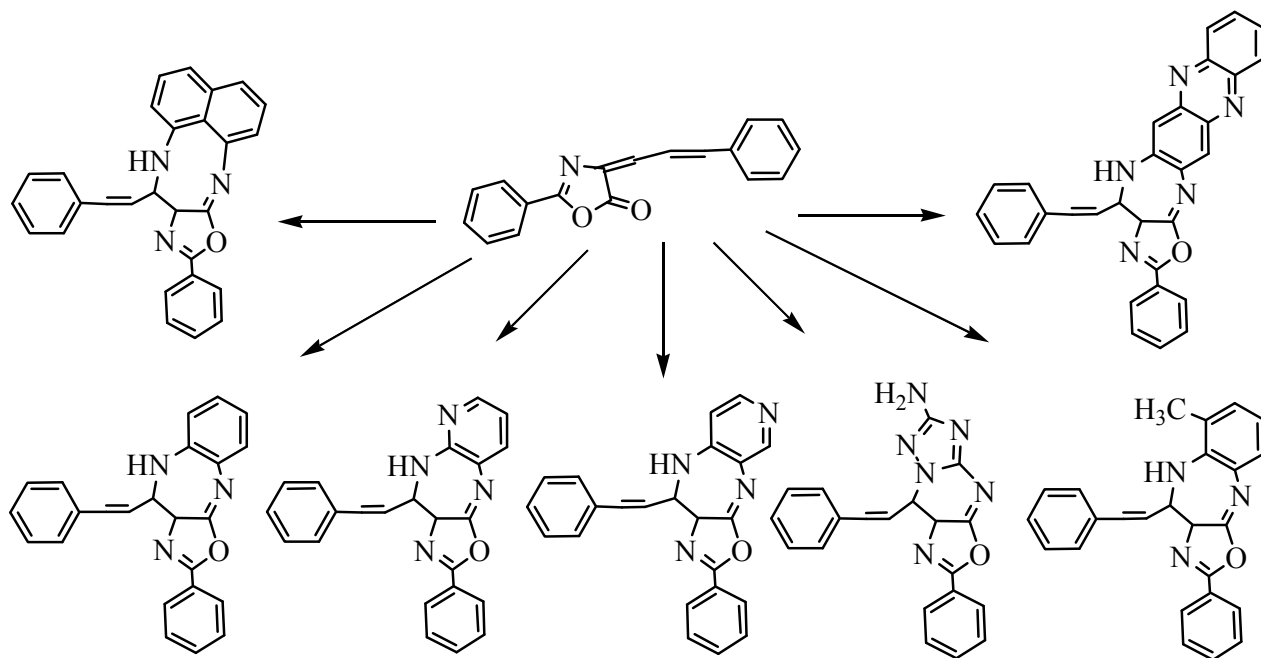


Рис. 2. Синтез похідних моноксазол-5-ону

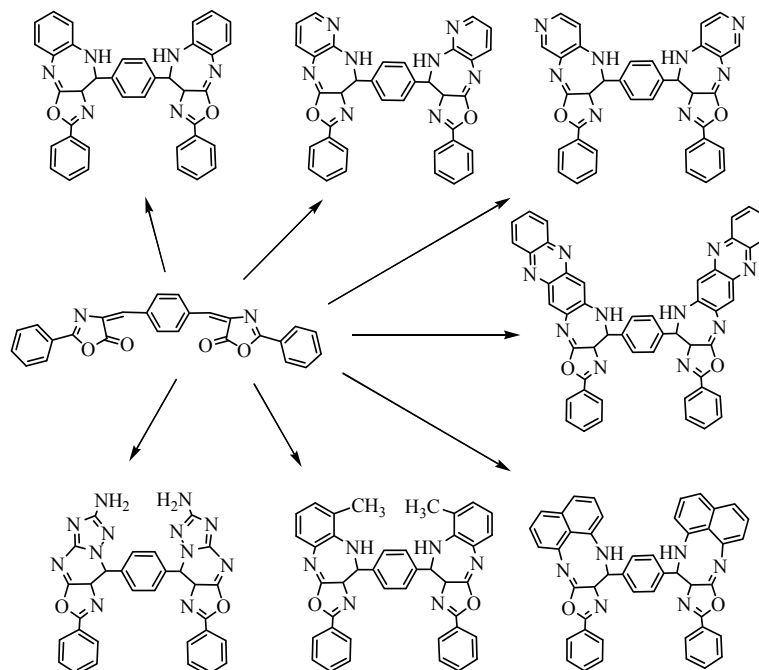


Рис. 3. Синтез похідних бісоксазол-5-ону

Виходячи з ймовірних застосувань отриманих сполук та відповідно обсягів виробництва необхідних для задовільнення попиту, нами було обрано періодичний метод виробництва. Розглянемо основні стадії нашого процесу.

Для синтезу проміжних продуктів характерні наступні стадії:

- 1) Конденсація гіпурової кислоти з відповідним альдегідом в оцтовому ангідриді в присутності натрію оцтовокислого;
- 2) Фільтрування та промивання спиртом осаду, що випав;
- 3) Перекристалізація продукту з оцтової кислоти, фільтрування;
- 4) Сушка.

Синтез кінцевих продуктів включає такі стадії:

- 1) Конденсація проміжних продуктів із відповідними о-діамінами в диметилформаміді;
- 2) Фільтрування та промивання спиртом осаду, що випав;
- 3) Перекристалізація отриманого продукту з діхлоретану, фільтрування;
- 4) Сушка.

На основі цих даних розроблена блок-схема виробництва (Рис.4):

На основі блок-схеми була спроектована принципова схема отримання люмінесцентних барвників, похідних оксазол-5-ону (Рис. 5).

До реактору (1-1) устаткованого сорочкою для підігріву парою та охолодження водою, якірною мішалкою та конденсатором (6-1) завантажують оцтовий

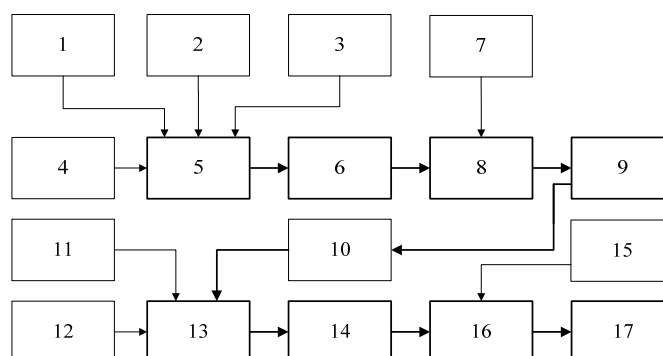


Рис. 4. Блок-схема отримання похідних моно- та бісоксазол-5-ону:

1 – завантаження гіпурової кислоти; 2 – завантаження

ангідрид (5-1) та натрій оцтовокислий. При включеній мішалці до суміші додають гіпурову кислоту та відповідний альдегід. Отриману суміш нагрівають до 95 °С та витримують 15-20 хв. Після цього реакційну масу охолоджують до температури навколишнього середовища.

Осад, що випав, відфільтровують на прес-фільтрі (2-1), промивають водою та сушать. Далі в реактор (1-2) обладнаний сорочкою для підігріву

парою та охолодження водою, якірною мішалкою та конденсатором (6-2) завантажують технічний продукт і оцтову кислоту (5-2).

Суміш нагрівають до повного розчинення осаду, фільтрують (2-2) для вилучення будь-яких домішок, охолоджують до температури навколишнього середовища (3-1). Осад, що випав, фільтрують на прес-фільтрі (2-3) і сушать при температурі 90-100 °С в поличній сушарці (4-1). Після сушки проміжний продукт завантажують у реактор (1-3), обладнаний сорочкою для підігріву парою та охолодження водою, якірною мішалкою та конденсатором (6-3), також завантажують відповідний о-діамін та диметилформамід (5-3). При постійному перемішуванні суміш нагрівають до кипіння та витримують на протязі 17 годин. Після цього сумішоохолоджують, додають воду, залишають на одну годину і фільтрують осад, що випав (2-4), сушать.

натрію оцтовокислого; 3 – завантаження оцтового ангідриду; 4 – завантаження відповідного альдегіду; 5 – реакція утворення проміжного продукту; 6 – фільтрування; 7 – завантаження оцтової кислоти на перекристалізацію; 8 – перекристалізація отриманого продукту; 9 – сушка проміжного продукту; 10 – завантаження проміжного продукту (2-феніл-4-циннамоїліденоксазол-5-ону або бензен-1,4-біс-2-феніл-4-циннамоїліденоксазол-5-ону); 11 – завантаження відповідного о-діаміну (серед яких: о-фенілендіамін, 2,3-діамінопіридин, 3,4-діамінопіридин, 3,5-діаміно-1,2,4-тріазол, 2,3-діамінофеназин, 2,3-діаміно-толуол, 1,8-діамінонафталін); 12 – завантаження диметилформаміду; 13 – конденсації аналогів α,β -ненасичених кетонів з о-діаминами; 14 – фільтрація; 15 – завантаження дихлоретану на перекристалізацію; 16 – перекристалізація отриманого продукту; 17 – сушка кінцевого продукту.

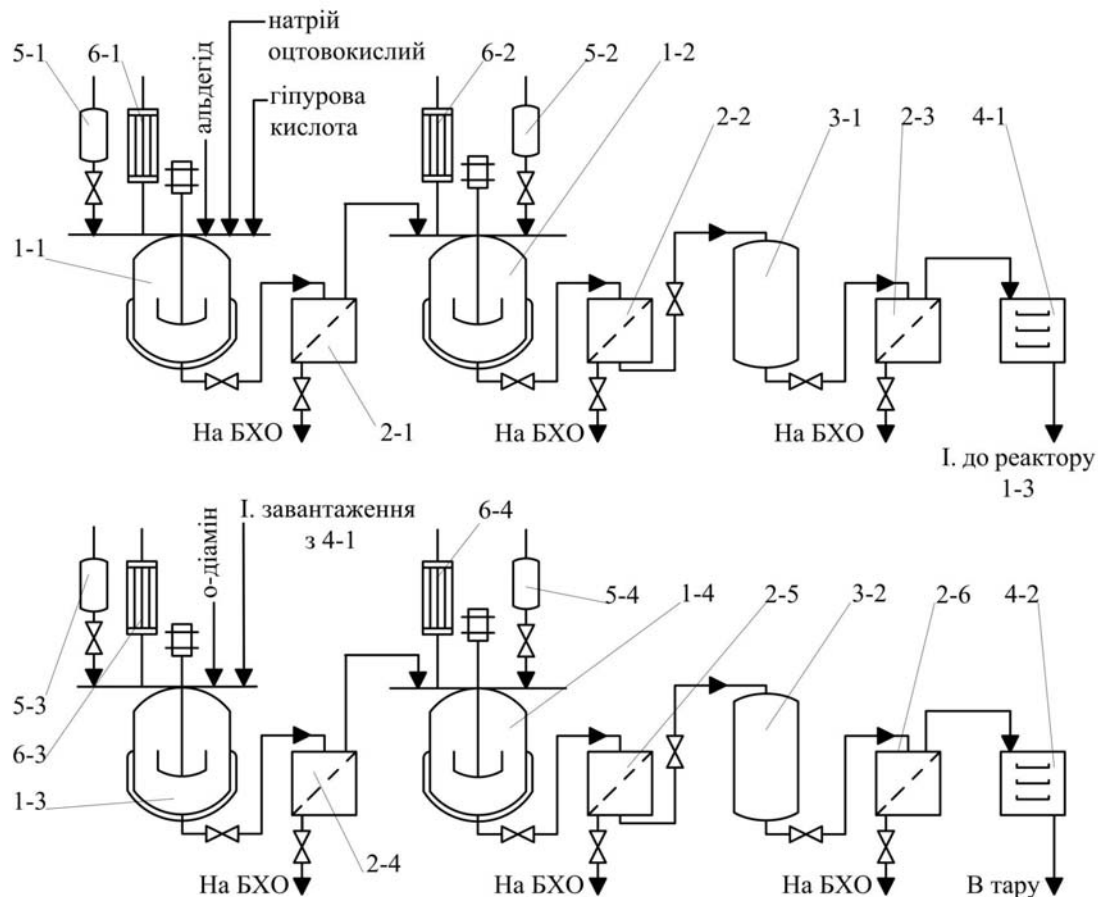


Рис. 5. Принципова схема отримання похідних моно- та бісоксазол-5-ону

Далі в реактор (1-4) обладнаний сорочкою для підігріву парою та охолодження водою, якірною мішалкою та конденсатором (6-4) завантажують продукт реакції, дихлоретан (5-4) та активоване вугілля. Суміш нагрівають, фільтрують (2-5) для вилучення будь-яких домішок, охолоджують (3-2). Осад, що випав фільтрують на прес-фільтрі (2-6) і сушать при температурі 60-70 °С в поличній сушарці (4-2).

В разі необхідності запропонована технологічна схема може бути оптимізована.

Висновки. Синтезовано 14 люмінесцентних барвників для поліефірних матеріалів, похідних моно- і бісоксазол-5-ону. Спроектована принципова схема отримання похідних 2-феніл-4-циннамоїліденоксазол-5-онута біс-2-феніл-4-циннамоїліденоксазол-5-ону

Список літератури: 1. Петров С.О. Синтез та дослідження люмінофорів, похідних 2-феніл-4-циннамоїліденоксазол-5-ону / С.О. Петров, В.Б. Дістанов, А.Г. Белобров // Вісник Національного технічного університету «ХП» — Харків. — 2011. — №31. — С. 44-53. 2. Красовицкий Б.М. Органические люминофоры / Б.М. Красовицкий, Б.М. Болотин // М.: Химия. — Москва. — 1984. — 336 с. 3. Патент UA 67547 А, дата публікації 15.06.2004. 4. Десенко С.М. Азагетероциклы на основе ароматических непредельных кетонов / С.М. Десенко, В.Д. Орлов // Издательство Харьков: Фолио.— Харьков. — 1998. — 148 с.

Поступило до редколлегии 08.05.2012

УДК 614.842.4

И. В. МОСКАЛЮК, канд.техн.наук, в.о.доц., ОДАУ, Одеса

ПРИЧИНЫ ПОЖЕЖ НА ВИРОБНИЦТВІ ТА ЇХ НАСЛІДКИ

Наведено аналіз стану пожеж, вибухів в Україні по областях та різним галузям виробництва. Встановлено, що при зростанні чисельності населення на 1%, кількість пожеж збільшується на 5%, збитки зростають на 10%.

Ключові слова: пожежі, вибухи, збитки.

Приведен анализ состояния пожаров, взрывов на Украине по областям и разным отраслям производства. Установлено, что при увеличении численности населения на 1%, количество пожаров увеличивается на 5%, потери вырастают на 10%.

Ключевые слова: пожары, взрывы, потери.

The analysis of the state of fires is resulted, explosions on Ukraine on areas and different industries of production. It is set that at the increase of quantity of population on 1%, the amount of fires is increased on 5%, losses grow on 10%.

Keywords: fires, explosions, losses.

Дослідження, які наведені в статті, відносяться до галузі охорони праці. Забезпечення пожежної безпеки – це один із важливіших напрямків щодо охорони життя та здоров'я людей, національного багатства і навколишнього середовища. Аналіз пожеж та вибухів в різних галузях промисловості показує, що незважаючи на різноманітність технологічних схем, обладнання і самих технологічних процесів, характер їхньої небезпеки в багатьох аспектах схожий. Проведення аналізу виникнення пожеж і вибухів на території України по різних галузям виробництва та визначення пріоритетних проблем щодо профілактики пожеж, являється актуальним.

Наведені в статті дані свідчать, що на території України існує проблема, пов'язана з виникненням пожеж, вибухів на підприємствах в містах та сільській місцевості, які призводять до значних матеріальних збитків і загибелі людей.

Проведення аналізу найбільш пожежонебезпечних галузей і виробничих процесів дозволить виявити напрямки роботи для попередження пожеж на виробництві та збереження матеріальних цінностей.

Метою роботи є проведення статистичного аналізу стану пожеж і вибухів в Україні по областях та різним галузям виробництва [1].

Статистика свідчить, що при зростанні чисельності населення на 1%, кількість пожеж збільшується приблизно на 5%, а збитки від них зростають на 10%.

За даними масивів карток обліку пожеж, що надійшли з територіальних управлінь МНС України, протягом 2010 року в Україні зареєстровано 62207 пожеж. Офіційна статистика стану пожежної безпеки в Україні за роки незалежності свідчить, що кількість пожеж збільшилась на 41,3%, людей,

загиблих унаслідок пожеж зменшилось на 12,2%, травмованих на пожежах на 5,9%; прямі матеріальні збитки збільшились на 37,7%; на 0,5% збільшилась кількість знищеної та пошкодженої техніки і на 18,3% зменшилась кількість знищених тонн грубих кормів.

Домінуючими причинами, які пов'язані з виникненням пожеж і вибухів за даними МНС є необережне поводження з вогнем – 35,7%, у тому числі необережність при курінні – 20,4%; піджоги – 23,8%; порушення правил експлуатації печей – 8,4%. В теперішній час на підприємствах України найбільша кількість пожеж відбувається за рахунок порушення правил експлуатації електрообладнання – 35%; несправності технологічного обладнання, порушення технологічного процесу виробництва – 24% від їх загальної кількості [2].

В теперішній час внаслідок виникнення пожеж, побічні матеріальні збитки збільшились на 54,9%, кількість знищених та пошкоджених будівель і споруд зросла на 2,0%, кількість загиблої худоби - на 37,7%. Виникнення пожеж та вибухів призводить до загибелі людей. Так, за останній рік внаслідок пожеж та вибухів загинуло 2819 людей, у тому числі 95 дітей; 1537 людей отримали травми, з них 132 дитини.

За результатами аналізу стану пожежної безпеки в Україні офіційно зареєстровано за 2010 р. в середньому 170 пожеж і вибухів, які виникали на території України щодня. В результаті цих пожеж загинуло 8 людей, отримали травми 4 людини, вогнем знищено і пошкоджено 61 будівля і споруда та 8 одиниць техніки. Щоденні економічні втрати від пожеж становили 6 млн. 327 тис. грн.

Значне зниження кількості пожеж у 2010 році зареєстровано в таких регіонах України, як Рівненська область – на -0,4%, Закарпатська – на -1,2%, Миколаївська – на -4,5% та АР Крим – на -0,8%.

Проте, в деяких регіонах спостерігається збільшення кількості пожеж і вибухів, зокрема, у Донецькій області – на 84,1%, Дніпропетровській – на 68,9%, Миколаївській – на 67,9%, Харківській – на 66,7%, Сумській – на 64,9%, Луганській – на 64,3%, Кіровоградській – на 64,2%. Найбільша кількість пожеж та вибухів зареєстровано за 2010 р. на території України у містах та селищах міського типу – на 64,1%.

В деяких регіонах спостерігається збільшення питомої ваги пожеж в сільській місцевості, який перевищує середньодержавний показник більш, як на 35,9%, зокрема, у Рівненській області, Київській, Волинській, Чернівецькій, Хмельницькій, Житомирській, Вінницькій, Чернігівській, Івано-Франківській, Тернопільській, Закарпатській, Полтавській, Львівській, Черкаській, Запорізькій та в АР Крим [3].

В теперішній час загальна кількість пожеж і вибухів у сільській місцевості України становить 22317. Кількість пожеж і вибухів за 2010 р. у порівнянні з 2009 р. збільшилась на 36,9%. Спостерігається збільшення прямих матеріальних збитків від пожеж у сільській місцевості - на 12,6%, побічних – на 34,6%.

Значне перевищення показника загиблих внаслідок пожеж і вибухів у сільській місцевості на 100 тис. сільського населення в Україні, який більше 10,

спостерігається в таких регіонах України, як Запорізька область – на 20,2%, Луганська - на 18,3%, Донецька - на 17,1%, Дніпропетровська – на 15,9%,

Київська - на 15,5%, Чернігівська - на 14,9%, Полтавська - на 12,7%, Житомирська та Сумська - на 12,4%, Харківська - на 11%, Херсонська та Черкаська - на 10,6% і Одеська - 10,4% (рис. 1). Кількість загиблих унаслідок пожеж в 2010 р., у порівнянні з 2009 р., знизилась майже на 9,9%.

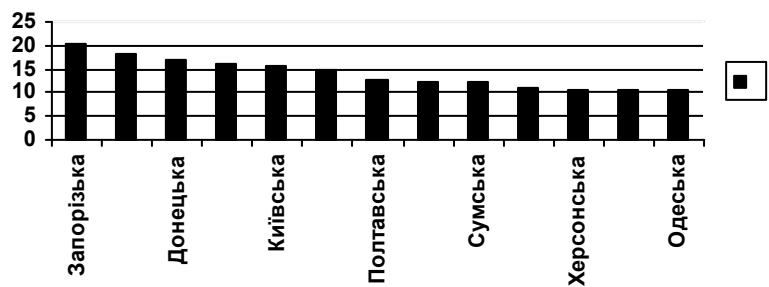


Рис.1. Показник загиблих внаслідок пожеж і вибухів у сільській місцевості на 100 тис. сільського населення

проте спостерігається збільшення летальних випадків серед дітей під час пожеж у селах – на 20,0%.

За результатами аналізу статистичних даних пожеж і вибухів на Україні, кількість пожеж і вибухів з особливо великими збитками у 2010 р., у порівнянні з 2009 р, зменшилась на 18,5%, проте спостерігається збільшення прямих матеріальних втрат на 44,7%. При цьому, питома вага пожеж з великими збитками складає 0,5% від загальної кількості пожеж, а питома вага прямих збитків, завданих цими пожежами, складає 11,3% від загальної суми прямих збитків. Найбільша кількість пожеж з великими збитками зареєстровано у Харківській (38%), Київській (35%), Луганській (28%), Донецькій та Львівській (по 17%) областях, а також АР Крим (20%) та м. Києві (28%). У містах та смт спостерігається зниження пожеж з великими збитками на 17,8%, проте прямі збитки збільшились на 16,9%. Кількість пожеж з великими збитками та прямі матеріальні збитки у сільській місцевості знизилосся на 31,0% та на 8,4% відповідно. Причини виникнення пожеж з великими збитками можна розподілити таким чином: підпали - 92 випадки, порушення норм та правил безпеки при улаштуванні та експлуатації електроустановок (ПУЕЕ) - 113, порушення правил безпеки при улаштуванні та експлуатації печей (ПУЕП), теплогенеруючих агрегатів та установок - 27, порушення правил безпеки при експлуатації побутових газових та бензинових приладів (ПЕПГБП) - 3, необережне поводження з вогнем (НПВ) - 61, інші причини – 39 (рис. 2).

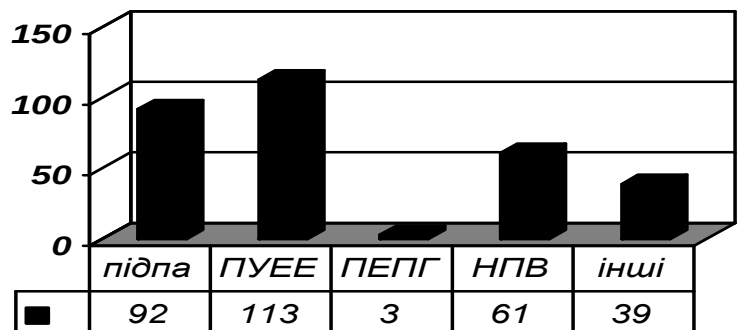


Рис. 2. Основні причини виникнення пожеж

Найбільша кількість пожеж та вибухів на виробництвах України зареєстровано у вугільній промисловості та в агропромисловому комплексі [4].

Особлива увага приділяється також пожежам і вибухам, які виникли на підприємствах, в організаціях та закладах. Аналіз пожеж на об'єктах різних форм власності, профілактику пожеж на яких здійснює державний пожежний нагляд, показує, що на підприємствах, в організаціях, закладах кількість пожеж в 2010 р., у порівнянні з 2009 р., збільшилась на 10,4%. Внаслідок пожеж на підприємствах в організаціях, закладах загинуло 57 людей (2,0% від загальної кількості загиблих унаслідок пожеж), що на 12 людей менше ніж у 2009 році (-17,4%). При цьому 71 людина отримала травми (4,6% від загальної кількості травмованих на пожежах), що на 19 людей менше ніж у 2009 році (- 21,2%).

Прямі збитки від пожеж на цих об'єктах в 2010 році збільшились у 2,1 рази, що відповідає 41,7% від загальної суми прямих збитків. Також спостерігається збільшення побічних збитків на 79,9%, що складає 25,3% від загальної суми побічних збитків.

На одну пожежу на об'єктах, профілактику на яких здійснює державний пожежний нагляд, припадає 127,4 тис. грн. прямих збитків, в той час як середній показник на одну пожежу по всіх об'єктах складає 10,7 тис. грн., тобто менший у 12 разів. За результатами аналізу стану пожежної безпеки України, у 2010 р. в Одеській, Рівненській, Донецькій, Миколаївській, Житомирській, Харківській, Закарпатській, Волинській областях та м. Севастополі на об'єктах, профілактику на яких здійснює державний пожежний нагляд, зафіксовано як збільшення кількості пожеж, так і перевищення середнього значення в державі питомої ваги від загальної кількості пожеж. В Вінницькій області кількість пожеж на цих об'єктах залишилася на рівні 2009 року [3].

Відсоток кількості пожеж на підприємствах, в організаціях, закладах від 2001 року зменшився майже в 3,8 рази.

Розглянемо динаміку відносної кількості пожеж на об'єктах, профілактику на яких здійснює державний пожежний нагляд за 2001-2010 роки. Матеріальні втрати, загиблі внаслідок пожеж на об'єктах за абсолютним показником спостерігаються на об'єктах приватної власності, які зареєстровано в Донецькій (199), Харківській (90), Луганській (82) та Одеській (60) областях.

Унаслідок пожеж на сільськогосподарських об'єктах у 2010 р. загинуло 5 людей (у 2009 році - 6 людей). Збільшення кількості пожеж на сільськогосподарських об'єктах зареєстровано в 7 областях України. Найбільший відсоток пожеж на об'єктах сільськогосподарського призначення відмічається в Полтавській (1,0% від їх загальної кількості по області), Волинській (0,7%) та Черкаській (0,6%) областях. Середній показник в Україні - 0,2%. Серед усіх регіонів України в 2010 році тільки в АР Крим і Львівській області на об'єктах сільськогосподарського призначення пожеж не виникало.

Розглянемо статистичні дані о пожежах та наслідків від них за перший квартал 2011 року, підготовлені департаментом пожежно-рятувних сил, спеціальною пожежною охороною та силами громадянської оборони МНС України.

За три місяці 2011 року в особо важних та режимних організаціях, ряд з яких охороняється, відбулося 213 пожеж, внаслідок чого загинуло 23 та травмовано 32 людини. У порівнянні з аналогічним періодом 2010 року

відбулося збільшення кількості пожеж на 3,4%, збитки від пожеж знизились на 27,3%, збільшилась кількість загиблих на 43,8%, число травмованих - на 33,3%.

Внаслідок своєчасного застосування установок пожежної автоматики було врятовано 61 людину та збережено матеріальні цінності підприємств.

Пожежна профілактика – це основний комплекс заходів у системі запобігання пожежам, до виконання яких повинні безпосередньо залучатися як державні органи пожежного нагляду, так і керівники всіх рівнів. Також заходи пожежної профілактики повинні здійснювати пожежні служби господарств, інженери з охорони праці та безпосередні керівники робіт.

Таким чином, пожежі не тільки завдають багато горя і страждань дорослим та дітям, їх рідним та близьким, призводять до загибелі людей, а й безпосередньо впливають на економіку країни, бо трагедії зливаються в чималі суспільні втрати, негативно позначаються на рівні життя народу.

Список літератури: 1. Шебеко Ю. Н. Оценка риска эскалации пожара в производственных зданиях и сооружениях / Ю. Н. Шебеко, Д. М. Гордиенко, А. Е. Дроздов, Д. С. Кириллов, Ю. И. Дешевых, А. Н. Гилетич // Пожарная безопасность. — 2010. — № 4. — С. 46 — 47. 2. <http://forinsurer.com/public/09/07/07/3825/> 3. <http://blog.kp.ua/users/2756060/post149332301/> 4. Шайтан В. Працювати, не порушуючи технологічного процесу і правил безпеки, економічно вигідніше та психологічно комфортніше / В. Шайтан // Охорона праці. — 2010. — № 8. — С. 9 — 11.

Поступила в редколлегию 12.05.2012.

УДК 159.91

А.В. СТЕПАНОВ, канд.техн.наук, доц., ХНАДУ, Харьков

ВИКТИМНОЕ ПОВЕДЕНИЕ ПОСТРАДАВШИХ ПРИ ДТП

У статті розглянуті аспекти віктимної поведінки потерпілих при дорожньо-транспортних пригодах.

Ключові слова: віктимна поведінка, людина, мотивація, дорожньо-транспортна пригода.

В статье рассмотрены аспекты виктимного поведения пострадавших при дорожно-транспортных происшествиях.

Ключевые слова: виктимное поведение, человек, мотивация, дорожно-транспортное происшествие.

The article deals with aspects of victim behavior of victims of road traffic accidents.

Key words: victim behavior, people, motivation, a traffic accident.

Поведение человека – явление сложное и многогранное. Поведение есть превращение внутреннего состояния человека в действие по отношению к социально значимым объектам. Оно представляет собой внешне наблюдаемую систему поступков людей, в которой реализуются внутренние побуждения человека. Существует множество видов и форм поведения. Термин «виктимное поведение» возник в рамках криминальной виктимологии. Виктимология (viktima – жертва, logos – учение) в буквальном переводе означает «учение о жертве». Появившись изначально как элемент народного творчества, виктимология как

научное направление начала складываться в 40-50-е гг. XX столетия. Виктимность – это приобретенные человеком физические, психические и социальные черты и признаки, которые способствуют его превращению в жертву (преступления, несчастного случая, деструктивного культа и т.д.).

Таким образом, виктимное поведение – один из типов социально отклоняющегося поведения. Такое поведение иногда называют «социальным заболеванием» и связывают его с различными формами антиобщественного поведения. Это поведение, при котором человек допускает различные отклонения от социальных норм, совершает проступки, ведет себя неосторожно и даже (в связи с этим) допускает правонарушения. Иными словами, под отклоняющимся поведением следует понимать: действия, несоответствующие нормам и типам поведения, установленным в обществе; поведение, нарушающее общепринятые нормы и правила; акты поведения, нарушающие определенные правила, стандарты поведения, признаваемые и одобряемые в системе данной культуры. Все это есть регрессивное поведение, противоречащее прогрессивному развитию общества.

Виктимное поведение пострадавших при дорожно-транспортных происшествиях (ДТП), особенно тех, кто в результате таких происшествий погиб или получил серьезные увечья, есть своеобразное «опасное поведение», опасное для людей, общества в целом. Такое состояние, конечно, не всегда одинаково, все зависит от степени виктимности. Однако в любом случае это состояние должно быть включено в сферу защиты личности от дорожно-транспортных происшествий.

Данный аспект тесно связан с мотивацией. В этой связи возникает вопрос, допустимо ли вести речь о мотивации виктимного поведения? Представляется, что эта проблема имеет право на постановку и рассмотрение. Она, конечно, отличается некоторой спецификой, поскольку речь идет о мотивации не преступного, а именно виктимного поведения.

Исследуя мотивы виктимного поведения (среди них, безусловно, есть и латентные), мы можем понять те психологические характерологические черты человека, которые составляют содержание его виктимной установки. Мотивация – ключ к пониманию любого поведения. Таким образом, если есть виктимное поведение, значит есть и соответствующие мотивы. Любой поведенческий акт, в том числе и виктимный, прямо и непосредственно определяется мотивами. Конечно, может быть и безмотивное поведение, как и безмотивные преступления, но это уже другой вопрос. Что касается виктимного поведения, то в данном случае мотив «действует» скорее всего не прямо, а косвенно, через поступки и действия людей. Другими словами, поступки или действия имеют мотивы, но эти поступки и действия виктимны.

На наш взгляд, все мотивы виктимного поведения целесообразно пострадавших при рассматриваемых ДТП разделить на две основные группы: устойчивые (личностные); неустойчивые (ситуативные).

Конечно, это достаточно простое деление. Однако благодаря этому можно проследить связь между направленностью личности и влиянием ситуации.

Нельзя упускать из виду и то, что современные исследования взаимоотношений личности правонарушителя и личности, для которой характерно виктимное поведение, выдвигают на одно из первых мест проблему мотивации антиобщественных действий как у психологически здоровых, так и у лиц с психическими аномалиями (в рамках вменяемости). Это объясняется прежде всего развитием криминологии, медицинской и судебной психологии, психиатрии, более пристальным изучением личности, поиском «внутри личностных» факторов, которые могут облегчить совершение противоправных действий, попытками выделения контингентов так называемого повышенного риска [1].

Особенностей виктимного поведения много, и зависят они от многого: пола, возраста, занятости и др. Для лиц, ставших жертвами рассматриваемых ДТП, специфика виктимного поведения отражается в конкретных действиях и поступках. В этой связи, как уже отмечалось, если варианты виктимного поведения разнообразны, то еще более разнообразны люди, для которых характерно такое поведение. Отсюда и необходимость соответствующей классификации; ее цель - конкретизация типов виктимного поведения.

Установилось правило [2], согласно которому любое отклоняющееся поведение, в том числе и виктимное, изучается на трех уровнях.

Первый уровень – социальный. На данном уровне виктимное поведение изучается в социальном плане, в свете крупных проблем общества. При этом обеспечивается планомерное опосредованное воздействие на все звенья отклоняющегося поведения, начиная с формирования личности и заканчивая проблемами воспитания, образования и т.д. Другими словами, виктимное поведение рассматривается как один из многих элементов человеческой жизни.

Второй уровень – социально-психологический. На этом уровне виктимное поведение анализируется в рамках конкретных социальных групп, микросреды, где складываются конфликтные ситуации, намечаются отрицательные явления.

Третий уровень – психологический, или индивидуальный, когда изучается определенная личность и ее поведение, т.е. можно говорить о виктимном поведении конкретного участника дорожного движения – жертвы ДТП.

Социальные противоречия проявляются в различных сферах[3]. Они имеют место и в сфере дорожного движения, обладая особой спецификой. В основном эти противоречия укладываются в систему «водитель – автомобиль – дорога». Противоречия и конфликты в связи с поведением пешеходов и пассажиров. Противоречия в связи с дорожными указателями и знаками. Их много. Это и противоречия, как и конфликты, возникающие в связи с отношениями «водитель – работник ГАИ». Наиболее консервативные и негативные стороны социальных противоречий входят в систему причин и условий правонарушений, а в нашем исследовании – еще и систему причин виктимного поведения участников дорожного движения.

Негативные противоречия в сфере дорожного движения, связанные с виктимным поведением пострадавших при ДТП, совершаемых водителями автомобилей, являются специфическими. Они, как и противоречия вообще, не знают абсолютного разрешения, а преодолеваются лишь относительно. Однако

негативные противоречия не имеют всеобщего характера, хотя и действуют специфически в тех или иных областях нашей жизни. В силу же своей специфики негативные противоречия, в частности, в сфере дорожного движения, «добиваются» своего сохранения, противостоят положительным процессам, а потому и на их основе появляются конфликты. Они порождают причины и условия различных антиобщественных проявлений, соответствующие конфликты, приводящие к правонарушениям, в том числе и преступлениям». Здесь все переплетено: противоречия, конфликты, правонарушения, происшествия, в том числе и уголовно наказуемые. И связано все это с виктимным поведением жертв ДТП.

Исходить следует из того, что виктимное поведение, его причины сами по себе не появляются. Они где-то берут свое начало. В этой связи можно указывать на дефекты воспитания, нравственного сознания, низкий уровень культуры, практически полное отсутствие правовой культуры, многие другие общие недостатки, которые являются наиболее частыми спутниками правонарушений и источниками, из которых виктимное (отклоняющееся) поведение начинает развиваться. Надо иметь в виду, что и «на улице», и «за рулем» автомобиля находятся те же лица, которые окружают нас в иных сферах жизни. А потому, если повальная безнравственность, всеобщая низкая культура и т.д. служат питательной почвой для развития различных негативных явлений (пьянства, хулиганства и т.д.), связанных с противоправным поведением вообще, то это относится и к виктимному поведению пострадавших при ДТП, совершаемых водителями автомобилей, ведь сфера дорожного движения, как уже неоднократно подчеркивалось, не изолированная сфера. Она со всей своей системой «автомобиль – водитель – дорога – пассажир – пешеход» вплетена в систему общественного развития. Все издержки функционирования социальной системы, недостатки, упущения и т.д., а также, если говорить конкретно, такие явления, как пьянство и алкоголизм, хулиганство и другие, так или иначе на уровне общего являются основой виктимного поведения в сфере дорожного движения. Но и из этой системы личность не выпадает. Напротив, она – самая центральная фигура. Относительно изучаемого поведения – это психологический, самый конкретизированный уровень исследования.

На наш взгляд, психологическими корнями виктимного поведения пострадавших при ДТП могут выступать дефекты внимания, связанные с восприятием и переработкой информации, дефекты принятия решения и т.д. Психологические дефекты, обуславливающие поведение потерпевшего, могут корениться и в интеллектуальной, и в волевой, и эмоциональной сферах личности. Они находят свое выражение в комплексе таких индивидуально-психологических свойств, как легкомыслие, беспечность, неосмотрительность, пренебрежение правилами предосторожности, разбросанность внимания, несобранность и т.п.

В литературных источниках выделяются две формы виктимного поведения пострадавших при ДТП, совершаемых водителями автомобилей: случайное виктимное поведение; злостное виктимное поведение.

Случайное виктимное поведение часто связано с неосторожностью, неопытностью; это в основном форма поведения, связанная с неустойчивым (ситуативным) поведением.

Злостное виктимное поведение тесно связано с активной, устойчивой, повышенной виктимизацией; здесь наблюдается даже агрессия и провокация.

В этой связи возникает много не только теоретических, но и практических проблем. Основная же из них, на наш взгляд, следующая: является или нет виктимизация одной из причин ДТП. Мнения ученых и практических работников здесь самые различные. По нашему мнению, все связано со степенью виктимизации. По нашему мнению, потерпевшего необходимо рассматривать как «участника» рассматриваемых происшествий, одним из субъектов процесса возникновения ДТП. Речь вовсе не идет о каком-либо обвинении за виктимное поведение, за виктимные действия и поступки. Не идет речь и об оправдании правонарушителя. Учитывать виктимность жертвы (степень виктимности) надо хотя бы для того, чтобы правильным, справедливым было наказание виновного. Конечно, не обязательно, чтобы граждане, предостерегаясь от грабежей и разбоев, ходили не в пальто и шубах, а в телогрейках. Но зато водители, садясь за руль автомобиля, или пешеходы, выходящие на дорогу, должны помнить, что «улица полна неожиданностей».

Поведение человека, как уже отмечалось, избирательно, оно основано на совокупности характерных для него мотивов, побуждений, стабильных, устойчивых отношений к явлениям действительности, другим людям, фактам, обстоятельствам жизненной обстановки. Оценивая личность того или иного потерпевшего в результате ДТП, необходимо определить, какая установка ему присуща. Поэтому выявление устойчиво повторяющихся «стандартных» способов виктимного поведения равнозначно выявлению социально-психологических типов личности и наоборот.

Опираясь на результаты проведенных исследований различными авторами, на наш взгляд, представляется обоснованным выделить следующие исходные типы виктимного поведения пострадавших при ДТП, совершаемых водителями автомобилей.

Агрессивное поведение. Такое поведение связано с сознательным пренебрежением правилами дорожного движения. Для водителей характерны умышленные нарушения: дерзкое превышение скорости, проезд под запрещающий знак светофора, выезд на встречную полосу и т.д.

Для жертв – пешеходов многовариантность агрессивного виктимного поведения выражается в появлении на проезжей части дороги при наличии тротуара, переход улицы вне зоны перехода, что часто связано с их нахождением в состоянии алкогольного опьянения. Для таких пешеходов характерны установки типа: «не трамвай, объедет» и т.п.

Инициативное поведение. Такое поведение часто связано с виктимной провокацией. Например, что касается пострадавших пассажиров, то их виктимное поведение выражается в отвлечении водителей автомобилей посторонними разговорами, требованиях или просьбах увеличить скорость и т.п. Для инициативного виктимного поведения характерны снижение критичности и

понимания конечных последствий и полного объема опасностей, которые могут возникнуть (и возникают) в результате такого поведения.

Некритичное поведение. В данном случае имеется в виду не критичность, как решающая доминанта такого поведения. Для подавляющего большинства жертв ДТП, ставших таковыми в результате некритичного виктимного поведения, характерно неумение достаточно дальновидно оценить ситуации, которые привели к причинению вреда. Не критичность может проявляться в отсутствии опыта и «дарования» вождения автомобиля, физических недостатков.

Неотъемлемым качеством водителя является умение предвидеть возможные события на дороге. А предвидение складывается из точного расчета, наблюдательности, интуиции. Умение предвидеть создание, развитие и последствия возможных ситуаций – один из самых важных элементов водительского мастерства. Находясь за рулем, водитель всегда должен быть предельно собран и сосредоточен только на управлении автомобилем. Невнимательность, недостаточная осмотрительность водителя, особенно при выполнении различных маневров, является одной из основных причин дорожно-транспортных происшествий.

По нашему мнению, безопасность дорожного движения во многом зависит от того, кто «сидит за рулем», и, следовательно, центральное звено в цепи возникновения и развития ДТП – личность водителя. Все, с чем встречается водитель, находясь за рулем автомобиля, проходит через его сознание и волю. Именно водитель создает ситуацию, и сам, оказавшись в ней, ставит точку после всего того, что он уже сделал, или наоборот, не сделал, допустив нарушение [4]. Из большого объема информации, которую водитель получает при управлении автомобилем, он должен сосредоточить свое внимание на главном, определяющем в данный момент дорожную обстановку или мешающем движению и грозящем наездом или столкновением (т.е. дорожно-транспортным происшествием). При этом совершенно недопустимо пропустить информацию, регламентирующую режим движения на дороге.

Как отмечается в литературе, казалось бы, все водители принимают меры, чтобы избежать ДТП; безопасность движения остается постоянной целью и сопровождает водителя на протяжении всей его деятельности. Регулирующему воздействию этой цели подчинено все, поскольку дорожно-транспортное происшествие грозит увечьями или гибелью самому водителю. Другими словами, все существо водителя должно инстинктивно стремиться к безаварийной езде. Между тем, программа безопасности зачастую находится в противоречии с поведением водителя. Инстинкт самосохранения начинает срабатывать только тогда, когда опасность становится неминуемой.

Анализ ДТП позволяет нам сделать вывод, что в первые месяцы после получения прав водители – владельцы частных легковых автомобилей водят машину аккуратно и правила дорожного движения не нарушают. Затем они обретают уверенность и начинают ездить быстрее. К концу первого года самостоятельного вождения у многих водителей наступает критический переходный период. Набравшись некоторого опыта вождения автомобиля в простых условиях, они начинают считать, что уже все умеют, и сознательно идут

на нарушения правил. Попад в сложную ситуацию, они, как правило, теряются и совершают дорожно-транспортное происшествие. Критический переходный период у некоторых водителей затягивается на несколько лет, и можно считать, что он заканчивается лишь тогда, когда самоуверенность становится уверенностью, а лихачество заменяется осторожностью и предусмотрительностью.

Бесспорно, что решение проблем, возникающих в сфере дорожного движения, связывается главным образом с водителями транспортных средств. Однако в движении участвуют не только автомобили, но и пешеходы, которых всегда будет больше. И, как показывает практика, именно в поведении пешеходов можно наблюдать явления весьма разнообразные и порой необъяснимые.

С виктимным поведением пешеходов связано в последние годы около трети всех дорожно-транспортных происшествий. Другими словами, пешеход с виктимным поведением – тоже источник повышенной опасности, поскольку распространенность такого отклоняющегося поведения и тяжесть наступающих в результате этого последствий делают проблему безопасности дорожного движения еще более острой. Дисциплина пешеходов для нашей страны – особая проблема. Водители, как и работники ГАИ, считают, что пешеходы нарушают все правила дорожного движения постоянно и везде. Аналогичное мнение высказали и относительно велосипедистов, в известной мере и мотоциклистов: именно они (пешеходы, велосипедисты, мотоциклисты) – главные «враги» на дорогах. Хотя, и об этом надо сказать, в нашей стране не созданы условия как для велосипедистов, так и для пешеходов, и они находятся в опасности из-за плохой организации дорожного движения.

В литературе весьма часто указывается на своего рода подсознательную психологическую «войну» между водителями и пешеходами. В этой связи отмечается, что пешеход относится к водителю, как к лицу, социально более ответственному и подготовленному, подсознательно передоверяя ему заботу о своей безопасности. Водитель, в свою очередь, полагает, что пешеход «запрограммирован» на свою безопасность и ожидает от него соответствующих действий. Пешеход же считает, что на его безопасность «запрограммирован» водитель, и потому действует совсем не так, как ожидает водитель. Вот эта разность психологии, по мнению ученых, и порождает дорожный конфликт.

Говоря о виктимном поведении потерпевших-пассажиров автомобилей, следует отметить, что это самая малочисленная категория пострадавших при рассматриваемых нами ДТП. Согласно нашему исследованию, удельный вес пассажиров с таким поведением (из числа всех изученных ДТП) составил около 9,5%. Это, конечно, вовсе не означает, что пассажиры страдают меньше, чем другие участники дорожного движения в результате ДТП. Как свидетельствует статистика, удельный вес пассажиров в структуре пострадавших постоянно увеличивается и в последние годы составляет около 30%. При этом большая часть потерпевших – пассажиры именно частных легковых автомобилей.

Ответ на вопрос о виктимном поведении самых младших участников дорожного движения – детей и подростков способен дать ключ к оценке истинности, обоснованности выводов, касающихся такого поведения и

предупреждения детского дорожно-транспортного травматизма. Дети, как правило, нетерпеливы, неосмотрительны, поле зрения у них составляет всего одну треть от поля зрения взрослых, они имеют иное представление о пространстве и времени, часто неправильно оценивают направление и скорость движения автомобиля. Дети могут начать перебегать проезжую часть непосредственно перед самым автомобилем, при этом бегут через дорогу без оглядки. Иногда, пропустив один-два автомобиля, и немного выждав, они теряют терпение и выбегают на дорогу перед следующим. Таким образом, дорожно-транспортную аварийность надо изучать как опаснейшее для детей и подростков явление.

Подводя итог сказанному, следует еще раз подчеркнуть, что поведение пострадавших при ДТП надо знать в деталях и мелочах, чтобы строить эффективную профилактическую работу именно «от потерпевшего».

Список литературы: 1.Зейгарник Б.В., Братусь Б. С. Очерки о психологии аномального развития личности. М., 1980. — С. 77–80. 2.Аванесов Г А. Криминология и социальная профилактика / Г А. Аванесов. — М., 1980. — С. 258, 265, 459. 3.Штракс Г.М. Социальное противоречие / Г. М. Штракс. — М., 1977. 4.Сазонов В.И. Личность и ситуация / В. И. Сазонов // Материалы обследования: Сборник статей. — Киев, 1978. — С. 96.

Поступила в редколлегию 22.05.2012

УДК 669.189.001.2

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

О МОДИФИЦИРУЮЩЕМ ВЛИЯНИИ МОЛИБДЕНА НА ВАКУУМНЫЕ КОНДЕНСАТЫ МЕДИ

Проаналізовано концентраційні залежності розміру зерна і періоду кристалічної ґратки мідної матриці для бінарної системи Cu-Mo. Зроблено припущення, що Мо при конденсації двокомпонентного пару виступає в ролі модифікатора для міді, який диспергує зеренну структуру внаслідок формування сегрегацій на поверхнях зростаючих зерен. Для перевірки гіпотези була розрахована концентрація Мо в конденсаті необхідна для створення адсорбційних шарів, що складають 0,5 і моно шару.

Проанализированы концентрационные зависимости размера зерна и периода кристаллической решетки медной матрицы для бинарной системы Cu-Mo. Сделано предположение, что Мо при конденсации двухкомпонентного пара выступает в роли модификатора для меди, который диспергирует зеренную структуру вследствие формирования сегрегаций на поверхностях растущих зерен. Для проверки гипотезы была рассчитана концентрация Мо в конденсате необходимая для создания адсорбционных слоев, составляющих 0,5 и монослой.

The concentration dependence of grain size and the period of the crystal lattice of copper matrix are analyzed for the binary system Cu-Mo. It is suggested that during the condensation of binary vapour Mo acts as modifier for copper, which disperses the grain structure due to formation of segregates on the surface of the growing grains. To prove this hypothesis we calculated the concentration of Mo in the condensate which is needed to establish adsorption layers that make up the 0.5 and 1 monolayer.

Введение. Одним из эффективных способов диспергирования зёренной структуры и повышения её термической стабильности, а значит и расширения температурных интервалов применения металлических материалов является модифицирование расплавов.

По механизму воздействия модификаторы разделяют на 2 вида: первый вид - это поверхностно-активные вещества, которые адсорбируются на зародышах, возникающих на центрах кристаллизации, и тормозят их рост [1].

Второй вид – это модификаторы, которые облегчают образование в расплаве центров кристаллизации, например коллоидных частиц[1].

Проведенные ранее[2] исследования показали, что легирование меди таким тугоплавким металлом как Мо снижает её величину зерна до нанометровой размерности, значительно повышает температуру начала рекристаллизации[3] и улучшает её механические свойства[4]. Вместе с тем к настоящему времени практически не исследованным является вопрос о механизме воздействия этого элемента на зёренную структуру вакуумных псевдосплавов Cu-Mo.

Поэтому целью настоящей работы является изучение механизмов диспергирования зеренной структуры матричного металла меди при легировании парового потока этим тугоплавким металлом.

Материал и методика проведения исследований.

Фольги бинарной системы Cu-Mo получали при различных технологических условиях, осаждение проводили на неориентированные ситалловые подложки в вакууме $1 \cdot 10^{-2}$ Па, количество Mo в конденсате варьировалась в диапазоне от 0,1 до 3 ат. % путем изменения скоростей осаждения компонентов. Конденсируемые пары получали методом электронно-лучевого испарения исходных компонентов с различных источников. Элементный состав конденсатов изучали методом рентгенофлуоресцентного анализа. Структурные исследования проводили методом просвечивающей электронной микроскопии и рентгеновской дифрактометрии [5]. Вследствие специфического структурного состояния объектов обработку экспериментальных результатов проводили как по стандартным, так и по специально разработанным методикам.

Результаты и их обсуждение.

Ранее показано [6] что в зависимости от технологических условий получения псевдосплавов атомы Mo могут входить в кристаллическую решетку меди, образуя аномальные пересыщенные растворы, формировать зернограницные сегрегации и высокодисперсные частицы ОЦК молибдена в объеме медной матрицы.

В работе [7] на основе экспериментальных данных было сделано предположение, что молибден при конденсации паровой смеси, формирует сегрегации по границам зерен медной матрицы. Авторами была сделана попытка грубой оценки количества Mo, необходимой для создания монослоя вокруг кристаллита меди. При этом были приняты некоторые упрощения: форма зерна принималась как сфера определенного диаметра, а число атомов молибдена рассчитывалась как отношение площади поперечного сечения атома Mo к площади поверхности сферического зерна.

В настоящей работе был проведен теоретический расчёт концентрации Mo, достаточной для образования 0,5 и монослоя вокруг зерна меди, имеющего различную геометрическую форму.

Во-первых, сферическая форма зерна в расчетах была заменена на более объективные модели. Использовались 4 формы зерна (рис.1), которые были представлены параллелепипедами известными как «тела Федорова» [8]. Это выпуклые многогранники, параллельным переносом которых можно полностью заполнить пространство. Хотя надо отметить, что в действительности реальные кристаллические зерна не только не имеют правильной полиэдрической формы, но обладают криволинейными поверхностями. Формулы необходимые для расчета объема зерна v_0 и площади поверхности зерна S_0 для каждой модели представлены в табл.1 (d - размер зерна).

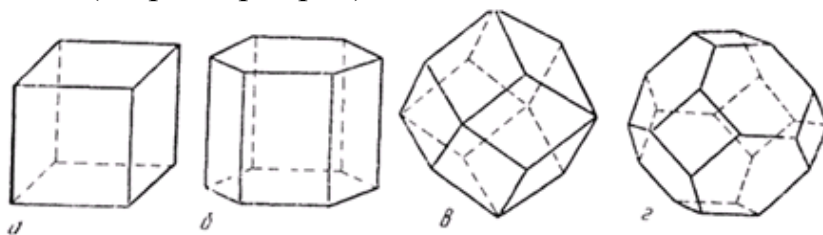


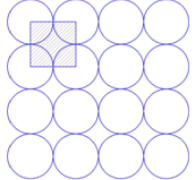
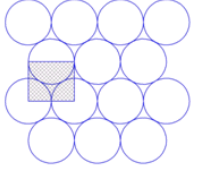
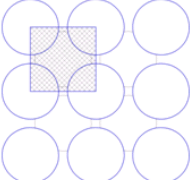
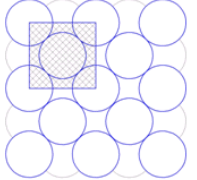
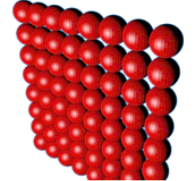
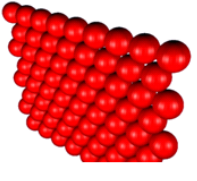
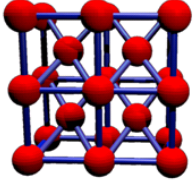
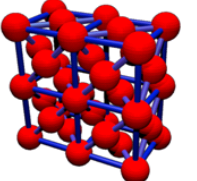
Рис.1 Предполагаемые формы зёрен: а - куб, б - гексагональная призма, в - ромбический додекаэдр, г - кубический додекаэдр Кельвина

Таблица 1. Формулы расчета объема и площади поверхности зерна [9].

Геометрические формы матричного зерна меди	Объем зерна, v_0	Площадь поверхности зерна, S_0
Куб	d^3	$3d^2$
Гексагональная призма	$0.6495d^2h$	$0.64d^2+1.5dh$
Ромбический додекаэдр	$0.7071d^3$	$2.1213d^2$
Кубический додекаэдр Кельвина	$1.414d^3$	$3.35d^2$

Во-вторых, в работе было рассмотрено несколько вариантов расположения атомов молибдена на границе «медь - слой молибдена - медь» (табл.2). Следует отметить, что описанные ниже модели являются предельно идеализированным представлением покрытия молибденом зерна меди и не преследуют цель воссоздать реальную структуру приграничной области. Они требуются для проведения обоснованного расчета концентрации Мо необходимой для образования указанных адсорбционных слоев.

Таблица 2. Описание предложенных моделей расположения атомов Мо.

Модель	А	Б	В (ОЦК)	В (ГЦК)
Плоский вид				
Объемный вид				

В этой таблице представлены схемы возможного расположения атомов Мо на поверхности растущего зерна меди.

В модели А атомы Мо располагаются периодически по горизонтали и вертикали. Каждый из них окружен четырьмя соседними ближайшими атомами молибдена.

В модели Б каждый следующий горизонтальный ряд атомов смещен на величину равную радиусу Мо. За счет этого каждый атом молибдена имеет шесть ближайших соседей.

Следует отметить, что в моделях А и Б слой из атомов Мо между зёрнами меди после их соприкосновения может состоять как из одного так и из двух слоев. Один слой может сформироваться в нескольких случаях. Например:

1) Из-за того, что зародыши двух соседних зёрен соприкасаются между собой, образуя границу зерна, до того как на поверхности каждого из них сформируется полный монослой. Иными словами зародыши сталкиваются раньше, чем на них образуется монослой.

2) Это может быть связано с тем, что рост зародышей прекращается с момента образования оболочки из атомов Мо, концентрация которых соответствует 0,5 монослоя. В этом случае атомы молибдена формируют

соразмерную структуру с расстоянием между адсорбированными атомами Мо в 2 раза больше той, которая характерна для полного монослоя.

Ситуация с двумя слоями может возникнуть, в следствии образования полного монослоя на поверхности растущих зёрен до момента их соприкосновения.

Модель В предусматривает ситуацию, когда между зернами Си находится слой атомов молибдена толщиной в одну элементарную ячейку. Эта модель учитывает то, что кристаллическая решётка слоя может быть представлена ГЦК Мо, ОЦК Мо, а также возможен случай эпитаксии ГЦК Мо на поверхности ГЦК меди.

Как видно из рис. 2 результаты расчета концентрации Мо необходимого для образования оболочки Мо на поверхности (в приповерхностном слое) меди для её различных кристаллических форм (на примере модели А) почти не отличаются друг от друга. Концентрационные зависимости имеют одинаковый характер. Поэтому далее форма зерна представляется кубическим додекаэдром Кельвина.

Сопоставление экспериментальных результатов полученных в работе [7] и теоретических зависимостей (рис.3)

указывает на то, что точка перегиба на экспериментальной кривой соответствует размеру зерна ≈ 120 нм, в то время как на теоретических кривых по моделям А, Б, В точки перегиба отвечают несколько меньшему размеру зерен $\approx 50-100$ нм.

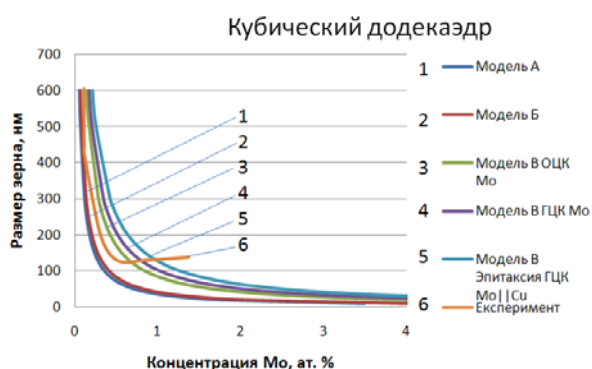


Рис.3 Зависимость размера зерна от концентрации молибдена для кубического додекаэдра (для случая монослоя на границе зерен)

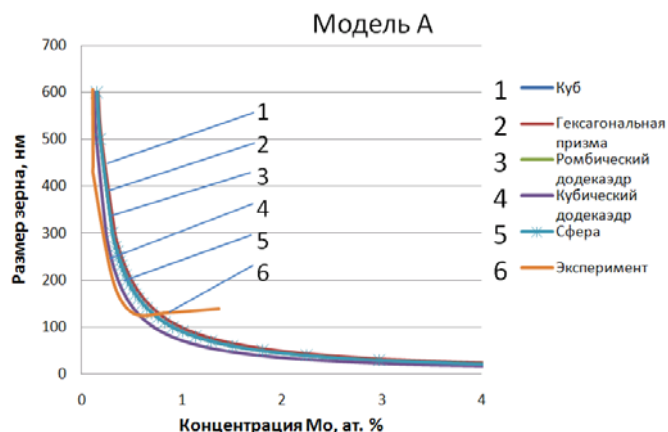


Рис.2 Зависимость размера зерна от концентрации молибдена для различных форм кристаллического зерна (На примере модели А, для случая двух слоев на границе зерен)

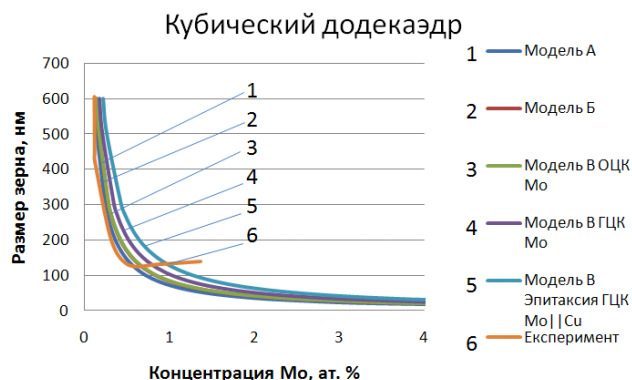


Рис.4 Зависимость размера зерна от концентрации молибдена для кубического додекаэдра (для случая двух слоев на границе зерен)

Такое несоответствие обусловлено вероятно тем, что не все атомы Мо аккумулируются на границах зерен. Некоторая их часть может находиться в объеме зерна в виде высокодисперсных частиц или в растворе.

Сравнительный анализ характера экспериментальной зависимости размера зерна медной матрицы от содержания Мо в конденсате полученного в конкретных технологических условиях и теоретически рассчитанных (рис.3, рис.4) показывает их хорошее соответствие.

Выводы.

1. Размер зерна матричного металла меди вакуумных псевдосплавов Си-Мо коррелирует с рассчитанной концентрацией молибдена необходимого для формирования адсорбционных слоев на их поверхностях в количестве до одного монослоя.
2. Принятая в оценках различная геометрическая форма растущих зёрен при конденсации двухкомпонентного пара и предполагаемые варианты размещения атомов молибдена на их поверхностях не изменяют характера корреляционных зависимостей.
3. Совокупность данных, полученных в работе, свидетельствует о том, что молибден по своему действию на структуру меди аналогичен модификаторам, адсорбирующимся на зародышах зёрен, и тормозящих их рост.

Список литературы: 1. Ребиндер П. А., Липман М. С. Физико-химические основы модификации металлов и сплавов малыми поверхностно активными примесями, в кн.: Исследования в области прикладной физико-химии поверхностных явлений, Модификатор - Л., 1936. 2. Зубков А.И., Охотская А.В. Диспергирование зеренной структуры фольг нанокompозитов на основе меди // Материалы 47 Международной конференции "Актуальные проблемы прочности". – Нижний Новгород : 2008. – Ч. 2. – С. 27–29. 3. Зубков А.И., Ильинский А.И., Зозуля Э.В., Бармин А.Е, Островерх А.А. Рекристаллизация осаждённых в вакууме нанокompозитов на основе меди и железа. 50 Международный научный симпозиум «Актуальные проблемы прочности». Витебск. Беларусь: Сборник материалов Ч.1.- Витебск, 2010-232 с. 4. Зубков А.И., Ильинский А.И., Зозуля Э.В., Зеленская Г.И., Бублик Е.С. О зависимости типа Холла-Петча в нанокompозитах на основе меди.// Материалы 47 Международной конференции "Актуальные проблемы прочности". – Нижний Новгород : 2008. – Ч. 2. – С. 25–26. 5. Ильинский А.И., Лях Г.Е. Методы механических испытаний пленок и фольг //Зав.лаборатория, т.44, №2, 1978. –1507–1511 с. 6. Зубков А. И., Ильинский А. И., Шулаев В. М. и др. Осаждение из паровой фазы в вакууме дисперсноупрочненных фольг меди с субмикрозернистой структурой // Вопросы атомной науки и техники. – 2003. – №5. – Серия: Вакуум, чистые материалы, сверхпроводники. – С. 24–29. 7. Зубков А.И., Панова Ю.В. Структура и прочность нанофазных конденсатов Си-Мо // Вісник Національного технічного університету «ХПІ» Збірник праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. Харків НТУ «ХПІ» 2011.-№24.-156с. 8. Урусов В.С. Теоретическая кристаллохимия: Учебное пособие — М.: Изд-во МГУ, 1987. — 275 с. 9. М. В. Классен-Неклюдова и Г. И. Конторова Природа межкристаллических прослоек // УФН Т. XXII, 1939г. вып. 1.

Поступила в редколлегию 23.05.2012

УДК 664.324:612.014.46

І. В. ЧОНІ, канд.техн.наук, доц., ВНЗ Укоопспілки „Полтавський університет економіки і торгівлі”

Т.В. ТРОЩИЙ, канд.техн.наук, доц., ХДУХТ, Харків,

І.В. ЖИДЕЦЬКА, канд.техн.наук, доц., ВНЗ Укоопспілки „Полтавський університет

ВИКОРИСТАННЯ ЗЛАКОВОЇ СИРОВИНИ ПРИ ІНТОКСИКАЦІЇ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ

В статті наведено експериментальні дані щодо дослідження протекторної дії злакових складових раціону харчування на організм піддослідних тварин на фоні інтоксикації важкими металами. (анотація до 30 слів)

Ключові слова: борошно вівса, борошно перловки, важкі метали, інтоксикація.

В статье приведены экспериментальные данные исследований защитных свойств злаковых составляющих рациона питания на организм подопытных животных на фоне интоксикации тяжелыми металлами.

Ключевые слова: мука овса, мука перловки, тяжелые металлы, интоксикация.

To the article experimental data of researches of protective properties of cereal constituents of ration of feed are driven on the organism of experimental animals on a background intoxication by heavy metals.

Keywords: flour of oat, flour of перловки, heavy metals, intoxication.

І.Вступ

Злакові культури за кількістю поживних речовин складають в середньому близько третини добового раціону харчування. Значне місце у раціоні харчування людини займають крупи, які характеризуються, гарними смаковими та технологічними властивостями, що дозволяє використовувати їх для широкого кола продукції. Склад і харчова цінність круп залежать від якості та особливостей зернової культури і технології виробництва, від вмісту та збалансованості основних речовин високої біологічної цінності.

2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

В середньому у крупах міститься від 12 до 14% води; 7-13% білків; 0,7-5,9% жиру; 54-73% крохмалю, інші вуглеводи; 0,5-2,1 зольних речовин [1]. Останнім часом проведено ряд досліджень вуглеводного комплексу круп, в тому числі вівсяної та перлової, їх кількісного складу та змін у ході теплової обробки [2 –5]. Встановлено, що основну масу вуглеводів складає крохмаль (54-70% на суху речовину); із некрохмальних полісахаридів переважають геміцелюлози, частка яких становить до 90% від їх суми; досить значна кількість слизових речовин, які за даними досліджень мають емульгуючі, стабілізуючі та піноутворюючі властивості.

У вівсяному борошні знаходиться (% на суху речовину): білків – 12,7%; крохмалю – 70,0%; золи – 1,8%; харчових волокон – 6,58% в тому числі геміцелюлози – 4,22%; целюлози – 1,49%; лігніну – 0,78%; цукрів – 1,25% та 5,55 декстринів. Вміст білкових речовин в залежності від помелу коливається від 70,5 до 15,0% (на 100 г продукту) у вівсяному та перловому 7,0 – 16,0%. Вміст крохмалю, клітковини, пектинових речовин у вівсяному борошні знаходиться у таких межах 47,2 – 54,3%; 19%; 0,7 – 1,3% відповідно. Вуглеводний склад перлового борошна дещо різниться вмістом крохмалю ($58,1 \div 62,9$ на 100 г продукту) меншим ніж у вівсяному вмістом пектинових речовин ($0,2 \div 0,9$ %) та містить практично однакову кількість клітковини – $11,5 \div 21,0$ % [6].

3. Мета і задачі дослідження

Авторами статті на базі віварію Української медичної стоматологічної академії (м. Полтава) було проведено дослідження, щодо вивчення профілактичного впливу борошна перлової та вівсяної круп, які можуть бути використані як складові частини соусів на емульсійній основі, при відтворенні хронічної інтоксикації організму лабораторних тварин ацетатом свинцю. Для відтворення хронічної свинцевої інтоксикації використовували розчин ацетату свинцю, який щури одержували *per os* (через рот) кожен день в дозі 60 мг на кг маси тіла протягом 40 діб. Досліджувані продукти (борошно пшеничне, круп'яне борошно перлове, вівсяне та пектин) додавали і їжу тваринам в період ранкового годування.

4. Експериментальні дані та їх обробка

Було встановлено, що одним з важливих показників, які інтегрально відображають вплив хронічної свинцевої інтоксикації на організм експериментальних тварин є динаміка маси тіла протягом експерименту. Загально токсична дія іонів свинцю проявляється порушенням функціонування багатьох органів та систем щурів. Це, в свою чергу, відображається як на засвоюванні поживних речовин, так, і на збільшенні витрат пластичних речовин та енергії організмом на відновлення ушкоджених структур.

Розглядаючи профілактичну дію пшеничного борошна, борошна перлової та вівсяної круп та пектину на предмет зниження токсичного впливу ацетату свинцю за показниками маси тіла експериментальних тварин на 40-ву добу, можна відмітити наступне, що додавання до харчового раціону щурів пшеничного борошна не призвело до покращення показника маси тіла в порівнянні з контрольною групою, борошна перлової крупки виявило профілактичну дію цього компоненту харчування у відношенні свинцевої інтоксикації – маса тіла щурів цієї групи була вірогідно вища ніж контрольних тварин і наблизилась за цим показником до інтактної групи, борошна вівса збільшило середню вагу тварин у порівнянні з контрольною групою, маса тіла тварин цієї групи практично нормалізувалась у порівнянні з інтактними тваринами, використаний як профілактичний засіб експериментальних тварин розчин пектину не виявив очікуваного ефекту у відношенні показника маси тіла: середня вага тварин дослідної групи не відрізнялась від аналогічного показника щурів контрольної групи, а в порівнянні з інтактними тваринами була вірогідно нижче.

Більш глибоко проаналізувати стан організму експериментальних тварин при хронічній свинцевій інтоксикації дозволяє визначення коефіцієнтів мас внутрішніх органів (відсоток ваги окремих органів по відношенню до маси тіла), так як це дозволяє опосередковано судити про функціональний стан органів, чи про токсичну дію чинника.

Аналізуючи дані, треба відмітити, що на свинцеву інтоксикацію зміною коефіцієнтів мас відреагували всі органи, що досліджувалися, крім селезінки та головного мозку. Це можна пояснити тим, що ці органи не приймають безпосередньої участі в детоксикаційних процесах при отруєннях важкими металами, їхня реакція відображається в основному функціональними порушеннями діяльності, що буде розглядатися нами нижче.

Печінка на 40-денну інтоксикацію свинцем відреагувала високим ступенем збільшення коефіцієнту маси - $4,03 \pm 0,17$ г проти $3,31 \pm 0,17$ г у тварин інтактної групи, що є фізіологічно зумовленим явищем, тому що саме на печінку покладається головна детоксикаційна роль в організмі.

Нирки на свинцеву інтоксикацію відреагували значним зниженням коефіцієнту маси - $0,65 \pm 0,08$ г при $0,84 \pm 0,07$ г у інтактних тварин, що можна пояснити тим, що саме нирки несуть головне навантаження у виведенні важких металів з організму (до 90%). Ефект “сатурнізму” (хронічне отруєння свинцем) проявляється токсичними нефрозо-нефритами з відповідними функціональними та морфологічними порушеннями діяльності цих органів, що відобразилось в експерименті різким зниженням коефіцієнту маси нирок.

Серце відреагувало суттєвим нарощуванням маси - $0,639 \pm 0,06$ г проти $0,448 \pm 0,08$ г у інтактних тварин, що можна пояснити компенсаторною гіпертрофією серцевого м'яза у відповідь на токсичну дію свинцю.

Гіпофіз та наднирники, що є органами гуморальної регуляції організму, також суттєво відреагували на свинцеву інтоксикацію, але гіпофіз (центральна ланка) відреагував зниженням коефіцієнту маси - $0,0025 \pm 0,0002$ г проти $0,0054 \pm 0,0003$ г у інтактних тварин, що є наслідком прямої токсичної дії на фоні декомпенсації функції. Наднирники (периферична ланка) навпаки відреагували значним нарощуванням маси - $0,081 \pm 0,006$ г проти $0,038 \pm 0,003$ г у інтактних тварин. Це можна пояснити компенсаторним збільшенням маси паренхіми, що на фоні інтоксикації та недостатньої функціональної здатності центральної ланки (гіпофізу) в якійсь мірі дозволяє забезпечувати гуморальні регуляторні функції.

В дослідних групах з додаванням в харчовий раціон борошна пшеничного, круп'яного борошна перловки, круп'яного борошна вівса та пектину було отримано наступні результати: додавання пектину до харчового раціону тварин запобігало виникненню змін коефіцієнтів мас органів дослідної групи тварин, що може бути пов'язано з високою сорбційною здатністю пектину у відношенні зв'язування та виведення ацетату свинцю через шлунково-кишковий тракт, додавання круп'яного борошна перловки та круп'яного борошна вівса призвело до практично повної нормалізації показників коефіцієнтів мас досліджуваних органів, за винятком того, що додавання круп'яного борошна вівса не впливало на коефіцієнт маси гіпофізу дослідної групи тварин, який виявився вірогідно нижчим аналогічного показника інтактних тварин.

Вищенаведене може свідчити про високу здатність круп'яного борошна перловки запобігати інтоксикації важкими металами організму лабораторних щурів, у меншій мірі це можна сказати також про круп'яне борошно вівса.

Наступним, не менш важливим показником ступеню інтоксикації організму тварин ацетатом свинцю, є тестування у "Відкритому полі". Це тестування дає уявлення про функціональні порушення діяльності нервової системи щурів, в першу чергу головного мозку. Як відомо, центральна нервова система є однією з першочергових "мішеней" впливу важких металів при їхньому надлишковому надходженні до організму. Проведені дослідження показали, що додавання до раціону харчування здоровим тваринам відповідно борошна пшеничного, борошна перлової та вівсяної круп та пектину не викликало змін реакції поведінки. Поведінка тварин, яким було проведено інтоксикацію ацетатом свинцю різко відрізнялась від здорових тварин. Дані проведеного експерименту беззаперечно свідчать про значну ступінь пригнічення центральної нервової системи лабораторних тварин на фоні інтоксикації ацетатом свинцю. Додавання до раціону тварин круп'яного борошна перловки та круп'яного борошна вівса практично нормалізувало поведінкові реакції тварин відповідних дослідних груп, чого не спостерігалось в групах дослідних тварин з додаванням до раціону пшеничного борошна та пектину.

Таким чином, на 15-ту добу експерименту було отримано дані, що свідчать про розвиток гальмівних реакцій центральної нервової системи у щурів на фоні свинцевої інтоксикації та виражену протекторну дію додавання до раціону тварин круп'яного борошна злакових культур.

Відтворення хронічної свинцевої інтоксикації призводить до достовірного зниження кількості еритроцитів на 16,6% і гемоглобіну на 23,9%, що відповідає даним літератури щодо розвитку анемії внаслідок блокування свинцем сульфгідрильних груп ферментів, що приймають участь у синтезі. Окрім цього було відзначено зниження на 25,0% вмісту холестерину в сироватці крові тварин, що отримували ацетат свинцю протягом 40 діб, що також відповідає даним літератури і пов'язане із зменшенням утворення цієї речовини у печінці отруєних тварин.

Введення до раціону харчування лабораторних тварин пшеничного борошна на фоні хронічної свинцевої інтоксикації не призводить до істотних змін концентрації свинцю у стегнових кістках білих щурів, має місце зниження кількості еритроцитів на 8,2%.

Введення круп'яного борошна вівса та пектину призводить до зменшення накопичення свинцю у кістках (відповідно на 29,0% та 41,9%). Зменшення концентрації свинцю при застосуванні у дієті тварин борошна вівса можна пов'язати з більшим вмістом у ньому саме пектину, роль якого у виведенні з організму важких металів підтверджується як результатами даних досліджень, так і іншими авторами.

Висновки

Таким чином, введення до раціону харчування лабораторних тварин пшеничного борошна істотно не впливає на кількісні зміни червоного ростка крові білих щурів. Введення круп'яного борошна вівса, круп'яного борошна

перловки та пектину запобігає суттєвому зменшенню еритроцитів, гемоглобіну та холестерину у крові щурів, що характеризує меншу тяжкість перебігу інтоксикації. Введення до раціону харчування круп'яного борошна вівса, що містить найбільшу кількість пектину, та безпосередньо пектину зменшує накопичення свинцю у стегнових кістках білих щурів, що підтверджує значення цих продуктів у попередженні надходження надлишкової кількості важких металів у організм людини.

Отже полісахаридний склад вівсяної та перлової круп дає можливість зробити висновок про доцільність використання цих продуктів як природного джерела полісахаридів як за якісним складом, так і за кількісним вмістом і якості рецептурного компоненту харчових емульсій, а також отримані обнадійливі дані профілактичного впливу борошна перлової та вівсяної круп на організм людини.

Список літератури: 1. *Покровский А.А.* Химический состав пищевых продуктов [Текст] : Т.1. / *А.А. Покровский* . – М.: Пищевая промышленность, 1977.– 228 с. 2. *Субачева Е.Н.* Особенности технологических свойств некрахмалистых полисахаридов овсяной и перловой круп [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.16 / *Е.Н. Субачева* [Московского ордена красного знамени институт народного хозяйства им. Г.В.Плеханова]. – М., 1990. – 24с. 3. *Смоленцева А.А.* Полуфабрикаты из круп для диетического питания [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.16/ *А.А. Смоленцева* [Ленинградский ордена трудового красного знамени институт советской торговли им. Ф.Энгельса]. – Ленинград, 1989. – 16с. 4. *Паносян И.И.* Состав клеточных стенок и технологические свойства некоторых круп [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.16/ *И.И. Паносян* [Московского ордена красного знамени институт народного хозяйства им. Г.В.Плеханова]. – М., 1982. – 22с. 5. *Глебова Н.В.* Исследование пенообразующих свойств круп и бобовых для разработки технологии молочно-крупяных десертов [Текст]: автореф. дис.... канд. техн. наук: 05.18.15 / *Н.В. Глебова* [Оловский государственный технический университет].- Орел, 2004. – 22с.

Поступила в редколлегию 22.05.2012

УДК 641.87

Н.В. ДІБРІВСЬКА, канд.техн. наук, доц., ВНЗ Укоопспілки „Полтавський університет економіки і торгівлі”, Полтава

ТЕХНОЛОГІЯ ХОЛОДНИХ НАПОЇВ ІЗ ДИКОРΟΣЛОЮ СІРОВИНОЮ ОЗДОРОВЧОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

У статті розглянуто доцільність розробки холодних напоїв з використанням дикорослої сировини як ефективного засобу оздоровчого призначення. Наведено технології холодних напоїв для закладів ресторанного господарства.

Ключові слова: напої, дикоросла сировина, функціональні продукти.

В статье рассмотрена целесообразность разработки холодных напитков с использованием дикорастущего сырья как эффективного средства оздоровительного назначения. Приведены технологии холодных напитков для заведений ресторанного хозяйства.

Ключевые слова: напитки, дикорастущее сырье, функциональные продукты.

In the article the expediency of the development of cold drinks with the use of wild-growing raw materials as an effective means for recreational purposes. Given the technology of cold drinks for the restaurant sector.

Keywords: drinks, wild-growing raw materials, functional products.

Дослідження, які наведені в даній статті відносяться до сфери послуг ресторанного господарства. Проблемою сучасності є хімізація харчової продукції, обумовлена дешевизною виробництва. Одним із актуальних питань є створення харчових продуктів з використанням місцевих природних ресурсів, а саме дикорослих ягід (калини, шипшини) і трав (квітів календули, листя кропиви дводомної, квітів ромашки та кореню солодки), як засобів профілактики захворювань.

Протягом останніх років стан здоров'я населення України значно погіршився, що зумовлює потребу необхідності поставити проблему харчування населення України на якісно новий рівень [1]. Аналіз досліджень щоденних раціонів різних груп населення, які проведено останніми роками, переконливо доводять, що структура харчування населення України характеризується вираженим дефіцитом більшості вітамінів та мінеральних речовин. Існує два можливі способи вирішення цієї проблеми. Перший – застосування лікарських препаратів, другий – збагачення традиційних продуктів харчування, щоб вони могли виконувати профілактичні та лікувальні функції, захищати від несприятливих умов довкілля. Сьогодні більшість віддають перевагу другому, більш природному способу, розробляючи харчові продукти з заданими характеристиками, в тому числі загального та функціонального призначення. До них відносять також оздоровчі напої, призначені для масового споживання, які збагачені вітамінами, мінеральними речовинами, ненасиченими жирними кислотами і харчовими волокнами та сприяють попередженню серцево-судинних, шлунково-кишкових захворювань, онкологічних та інших хвороб. Основними компонентами є підготовлена спеціальним чином вода, у т.ч. мінеральна, фруктові, ягідні та овочеві соки чи їх суміші, молочна або зернова основа, стимулюючі речовини, поліненасичені ω -3 жирні кислоти, харчові волокна [2].

Метою роботи є розробка і обґрунтування технології виробництва лікувально-профілактичних напоїв за рахунок використання дикорослої сировини, квітів календули, кропиви дводомної, квітів ромашки, кореня солодки голої.

Останнім часом, слідуючи світовим тенденціям зростання виробництва і споживання функціональних продуктів харчування, у тому числі безалкогольних напоїв, вітчизняні виробники безалкогольної продукції почали освоювати виробництво функціональних напоїв з підвищеною харчовою цінністю [3]. Асортимент функціональних безалкогольних напоїв досить широкий і постійно поповнюється новими найменуваннями. Пріоритетним напрямком у створенні функціональних напоїв масового призначення є використання соків, лікарсько-технічної сировини, біологічно активних добавок та ін.

Український ринок безалкогольних напоїв функціонального призначення переважно представлений фіточаями, дещо менше – напоями і сиропами на основі плодів, ягід, овочів та різноманітних екстрактів рослин, тощо. Сьогодні спостерігається значний розвиток сегмента фіточаїв (трав'яних та фруктових). Вони стали традиційним продуктом для споживачів, яким подобаються напої з неординарним смаком, лікувальними властивостями та простим приготуванням.

У складі фіточаїв відсутні чорний і зелений чайний лист, знаходяться лише місцеві трави, плоди та ягоди. Високий попит на фіточаї зумовлений поєднанням у них поживних, смакових і цілющих властивостей, а їх споживання асоціюється зі здоровим способом життя [3]. Сегмент трав'яного та фруктового чаю в Україні займає 4...8 % загального обсягу ринку чаїв, 40 % з яких виробляє вітчизняна компанія "Екопродукт" (м. Івано-Франківськ) [4].

За результатами опитування споживачів виявлено, що при виборі напоїв вони надають перевагу трьом основним параметрам: смаку продукту, загальній якості та ціні, оптимальне співвідношення яких гарантує успіх певному продукту.

Слід зазначити, що ринок безалкогольних напоїв в Україні знаходиться в стані активного розвитку і має тенденцію до певного виділення сегменту оздоровчих напоїв через їх попит. Це дозволяє стверджувати, що новітня розробка в цьому напрямку має перспективу.

Проведений аналіз асортименту прохолодних напоїв, які реалізуються в закладах ресторанного господарства м. Полтави, показав вузький асортимент продукції власного виробництва або повну його відсутність. Тому було вирішено розробити нові холодні напої з додаванням дикорослої пряно-ароматичної сировини місцевого походження. За аналог використані напої шипшиновий, калиновий, «Бджілка» [5]

Концентрацію пряно-ароматичної сировини обирали виходячи із рекомендованих норм згідно з інструкціями приготування лікарських настоїв. Від рекомендованої кількості, при якій настій одержували насичено-гіркуватим, зменшували концентрацію з 20 г на 1 л до 6...10 г на 1 л. Встановлено, що оптимальна кількість внесення лікарської пряно-ароматичної сировини для напою «Бджілка» – 10 % від маси цукру; для напою «Диво» – 5% від маси цукру; для напою «Вітамінчик» – 10 % (у співвідношенні листя кропиви до квітів ромашки 30/70).

Технологія приготування напоїв з використанням пряно-ароматичної сировини в дослідних напоях дещо різниться:

приготування напою «Бджілка» включає наступні операції: інспектування сировини, запарювання та настоювання кореню солодки, доведення до кипіння яблучного соку з водою, додавання настою солодки, пастеризація, охолодження, додавання меду, остаточне охолодження;

приготування напою «Диво»: інспекція, миття калини, відділення соку, приготування відвару з калини, приготування відвару з квітів календули, з'єднання відварів із соком, додавання цукру, пастеризація, охолодження;

приготування напою «Вітамінчик»: інспекція сировини, приготування відвару з шипшини, настоювання, приготування відвару з квітів ромашки та листя кропиви, з'єднання відварів, додавання цукру, пастеризація, охолодження.

У напоях «Диво» та «Вітамінчик» зменшено вміст цукру. У напої «Бджілка» частину цукру замінено на мед, а решту замінено відваром кореню солодки. Корінь солодки містить гліциризинову кислоту, солі якої (за різними джерелами) солодші за цукор в 50...100 раз. Гліциризинова кислота подібна за будовою зі стероїдними гормонами, зокрема з фенантреновою частиною стероїдів, і у зв'язку

з цим може використовуватися як вихідний продукт для синтезу стероїдних гормонів.

Як показали дослідження вміст сухих розчинних речовин в 100 г продукту порівняно з аналогом зменшився за рахунок часткової заміни цукру на дикорослу пряно-ароматичну сировину, в якій вміст сухих речовин значно менший. В напої «Бджілка» вміст сухих речовин зменшився на 6,1 %; в напої «Диво» - на 2,9 %; в напої «Вітамінчик» - на 4,6 %, проте не дивлячись на зменшення сухих речовин смак напоїв стає більш насиченішим.

Відмічено, що додавання відвару дикорослої пряно-ароматичної сировини в оздоровчі напої збільшує кількість вітаміну С. Кількість вітаміну С в перерахунку на сухі речовини збільшується в «Бджілці» на 80%; «Диві» – на 42%; «Вітамінчику» – на 38,5%.

За результатами досліджень титрована кислотність знаходиться в межах від 0,1 до 1,13 (см³ розчину їдкого натрію концентрацією 1,0 моль/дм³ на 100см³) відповідно до стандартних показників 0,1...1,5 (см³ розчину їдкого натрію концентрацією 1,0 моль/дм³ на 100см³).

Аналіз дослідження хімічного складу показав, що у напої «Бджілка» фенольних сполук порівняно з аналогом збільшилось на 30 мг; дубильних речовин на 94,5 мг. У напої «Диво» фенольних сполук у порівнянні з аналогом збільшилось на 4,5 мг; дубильних речовин на 21,5 мг. У напої «Вітамінчик» у порівнянні з аналогом антоціанових сполук збільшилось на 0,4 мг; фенольних сполук на 27 мг; дубильних речовин збільшилось на 17,2 мг, що сприятиме підвищенню імунних властивостей організму людини.

До комплексу показників, за якими визначають цінність оздоровчих напоїв входять органолептичні характеристики. Першими оцінювали якісні показники за допомогою органів зору – зовнішній вигляд, консистенцію (однорідність, в'язкість), колір; запах і смак.

Консистенцію визначали за рахунок обстеження напоїв під час перемішування. Консистенція напоїв в значній мірі обумовлена вмістом пектинових речовин, кількістю цукрів, правильністю ведення технологічного процесу. Інтенсивність запаху і смаку напоїв обумовлена наявністю смакових речовин пряно-ароматичної сировини, дикорослих ягід. Розроблені оздоровчі напої із додаванням дикорослої пряно-ароматичної сировини одержали більш вищий результат у порівнянні з холодними напоями–аналогами. Дослідженнями органолептичних показників встановлено, що у напої «Бджілка» відбувається покращення смаку, зовнішнього вигляду та запаху, що пояснюється додаванням коріння солодки та меду. У напої «Диво» – смак, запах та колір покращуються за рахунок додавання настою календули. У напої «Вітамінчик» спостерігається покращення кольору і запаху, але незначне погіршення смаку в зв'язку з наявністю у складі кропиви глікозиду уртицин.

Мікробіологічні дослідження у зразках оздоровчих напоїв (контрольних та дослідних) показало, що превалюючою групою мікрофлори є бактерії – 94,3 %...97,9 %. Порівняння дослідних зразків з допустимим рівнем кількості мікроорганізмів показало, що всі показники відповідають вимогам безпечності.

Розроблені оздоровчі напої були впроваджені у кафе будівельно-господарчого гіпермаркету «Епіцентр» і отримали позитивний відгук у фахівців та споживачів.

Отримані результати досліджень підтверджують доцільність використання пряно-ароматичної дикорослої сировини в технології холодних напоїв на основі натуральних ягід та соків. Та дозволяють у перспективі створювати на їх основі широкий асортимент функціональних напоїв з усталеним діапазоном лікувально-профілактичних властивостей.

Список літератури: 1. *Лехан, В. М.* Стратегія розвитку системи охорони здоров'я: український вимір [Електронний ресурс]. – електронні текстові дані (794 624 байт) [Цит.09.04.12]. Режим доступу: < <http://novosti.mif-ua.com/archive/issue-11677/article-11684/>>. 2. *Біленька, І. Р.* До питання про класифікацію функціональних напоїв. [текст] / І. Р. Біленька // Харчова наука і технологія. – 2009. – № 1. – С. 88-90. 3. *Корольков, В.* Проектування і виробництво продукції виходячи з очікувань споживачів [текст] / В. Корольков, Ю. Брагін // Стандарти та якість. – 2003. – №11. – С. 64-65. 4. Тематичний сайт ПК "Екопродукт" [Електронний ресурс]. – електронні текстові дані (34578 байт) [Цит.09.10.11]. Режим доступу: <<http://www.ecoproduct.if.ua>>. 5. Збірник рецептур національних страв та кулінарних виробів: Для підприємств громадського харчування всіх форм власності [текст] / Авт.-зістав. : Шалимінов О. В., Дяченко Т. П., Кравченко Л. О. та ін. – К.: А.С.К., 2000. – 848 с.

Поступила в редколегію 22.05.2012

ЗМІСТ

В. Ю. Селиверстов, Ю. В. Доценко, К.А. Думенко Технологические особенности реализации газодинамического воздействия на металл, затвердевающий в литейной форме	3
Є.А. Астахов, В.В. Артемчук Структура та властивості аморфних відновлювальних покриттів на основі заліза	10
Ю.А. Митиков Проектирование систем полетного наддува многоблочных ступеней ракет-носителей	16
В.И. Рындяев Критерии оценки проектных решений при создании трансмиссий современных коксовых машин	21
А.А. Святуха, И.Б. Плахотникова Влияние материала деталей неподвижных соединений, собранных тепловым методом с покрытиями	25
О.В. Фомін Розробка методики впровадження різних профілів в якості складових елементів несучих систем вантажних вагонів	29
И.В. Питак, П.В. Шапоров, В.П. Шапоров, Р.Я. Протопопов Совершенствование производства известняка в шахтных печах	33
Т.С. Салыга, А.В. Красильник Динамічний аналіз гідроприводу навісного обладнання трактора Т-150	41
Н.У. Гюлев, В.К. Доля О зависимости времени реакции водителя от изменения его функционального состояния	47
Н.П. Кунденко Анализ характеристик открытого резонатора для измерения диэлектрической проницаемости жидких биологических веществ	50
А.Н. Зеленин, В.А. Власова Фаза инициализации в беспроводных сенсорных сетях	55
О.І. Торяник, О.Г. Дьяков, Ж.В. Воронцова Застосування mathcad для визначення параметрів складної нелінійної моделі	61

И. А. Криворотенко, Е. П. Павленко Разработка WEB-ориентированного приложения управления проектами компании «PeopleSoft»	67
А.В. Вовк, Ю.А. Шевченко Внедрение кросс-медийных технологий на полиграфических предприятиях	71
Я.В. Святкін Модель навчання з застосуванням навігаційних правил генерації і динамічної модифікації стратегій навчання в базисі алгебри скінченних предикатів	74
С. Е. Гардер, Е. В. Головач Методы исследования для построения модели взаимосвязанных временных рядов	80
А.Н. Горяинов Системы диагностирования в проектах на транспорте при обслуживании пассажирских потоков	83
В.В. Корчинський, В.Й. Кільдішев, С.В. Хомич Ефективність J-кратного повторення надлишкових таймерних сигнальних конструкцій	88
Г.В. Шаповал, В. В. Ковальчук, А. В. Попова Обґрунтування оптимального колійного розвитку сортувальної станції з використанням критеріїв прийняття рішень в умовах невизначеності	95
Л.М.Маркіна , О.О.Смолянкін Моделювання впливу параметрів водно-теплової обробки на зміну концентрації замісу методом нечіткої логіки	100
Ю.М. Терещенко, І.О. Ластівка, К.В. Дорошенко Моделювання течії в елементах статора гтд із газодинамічним впливом на аеродинамічні сліди	104
В.Г. Кузнецов, Б.А. Костюковский Оценка потенциала энергосбережения систем электроснабжения тяги поездов постоянного тока	109
М.В. Роїк, І.В. Кузнєцова Вивчення якості стевії-сировини (<i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni) для її подальшого переробляння на біоконцентрати функціонального призначення	117

С.В. Андрієнко, Л.В. Кричківська, В.М. Назаров, С.В. Гришко Синтез та дослідження люмінофорів, похідних 9-оксофлуорен-1-карбонової кислоти	121
В.І. Логаніна, В.Г. Камбург, Т.В. Учаєва Удосконалення системи контролю якості будівельних матеріалів та виробів	125
Ф.Ф. Гладкий, К.В. Куниця, О.А. Литвиненко Дослідження складу і властивостей білкових продуктів із насіння соняшнику насиченого типу	130
А.П. Мельник, Т.І. Марценюк, С.Г. Малік Дослідження протикорозійних властивостей продуктів амідування соєвої олії	134
С.О. Петров, В.Б. Дістанов, А.Г. Бєлобров Технологія отримання люмінесцентних барвників на основі моно- та бісоксазолонів	138
И. В. Москалюк Причини пожеж на виробництві та їх наслідки	143
А.В. Степанов Виктимное поведение пострадавших при ДТП	147
А.И. Зубков, А.А. Островерх О модифицирующем влиянии молибдена на вакуумные конденсаты меди	155
І. В. Чоні, Т.В. Троший, І.В. Жидецька Використання злакової сировини при інтоксикації важкими металами	160
Н.В. Дібрівська Технологія холодних напоїв із дикорослою сировиною оздоровчого призначення	164

Наукове видання

**ВІСНИК НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ "ХПІ"**

Збірник наукових праць

Тематичний випуск

"Нові рішення в сучасних технологіях"

Випуск №26

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. №

Підписано до друку 30.05.2012. Формат 60х84/16. Надруковано на різнографі
Gestetner 6123CP. Ум.-друк. арк. 9,4. Облік.вид.арк. 10,0.
Наклад 300 прим. 1-й завод 1-100. Зам. №. Ціна договірна

Видавничий центр НТУ «ХПІ»
61002, Харків, вул. Фрунзе, 21

Типографія "Технологічний Центр"
вул. Шатилова дача, 4 м. Харків, 61145