



### РЕЗЕРВИ ВИРОБНИЦТВА

- 3** Оптимізація конструктивно-технологічних параметрів ротаційного органа для міжрядної обробки  
**Браженко С. А.**
- 8** До єдиної теорії рушіїв на неперервних потоках — стисла теорія супутнообертаючихся гребних гвинтів  
**Мамедов Б. Ш.**
- 15** Кавітаційна стійкість вакуумно-дугових покриттів, сформованих на підкладках з різною орієнтацією  
**Коваленко В. І., Маринін В. Г.**
- 19** Колірні характеристики компонентів овочевого напівфабрикату, призначеного для заморожування  
**Одарченко А. М.**
- 22** Проточні редокс батареї — перспективні електрохімічні джерела енергії  
**Сахненко М. Д., Ведь М. В., Байрачна Т. М., Шепеленко О. С., Зюбанова С. І.**
- 25** Склад твердого адсорбента для отримання альтернативної паливної композиції  
**Бутенко А. М., Юрченко Г. О., Блітков М. А.**
- 28** Вплив оксидів лужно-земельних металів на властивості безфтористих безборних емалей  
**Білий Я. І., Голуєв В. І., Павлова К. В., Кислична Р. І.**
- 31** Дослідження розподілу транспортної рухливості населення міст між індивідуальним і суспільним транспортом  
**Доля В. К., Іванов І. Є.**
- 34** Дослідження процесу різання природного облицювального каменю алмазним канатом  
**Башинський С. І.**



### ЕКОНОМІКА ПІДПРИЄМСТВА

- 40** Визначення впливу факторів на обсяги порушень в бюджетній установі  
**Дікань Л. В., Дейнеко Є. В.**
- 43** Деякі аспекти визначення ефективності податкового стимулювання інноваційної діяльності  
**Желізняк Р. Й.**
- 48** Методика діагностики факторного впливу в контексті бізнес-процесів підприємств альтернативної енергетики  
**Климчук М. М.**
- 51** Актуальні питання гармонізації внутрішнього контролю і внутрішнього аудиту  
**Синюгіна Н. В.**
- 53** Вибір раціональної кількості транспортних засобів з урахуванням параметрів матеріального потоку  
**Галкін А. С.**
- 56** Передумови формування потреби підприємств в інжинірингових послугах впровадження нових технологій  
**Кащишин В. М.**
- 61** Abstracts and References

#### Редакційна колегія

##### Головний редактор

**Дмитріков Валерій Павлович**, доктор технічних наук, професор, Полтавська державна аграрна академія

##### Заступник головного редактора

**Дудніков Анатолій Андрійович**, кандидат технічних наук, професор, Полтавська державна аграрна академія

##### Відповідальний секретар

**Біловод Олександра Іванівна**, кандидат технічних наук, доцент, Полтавська державна аграрна академія

##### Економічні науки

**Аранчій Валентина Іванівна**, кандидат економічних наук, професор, Полтавська державна аграрна академія

**Захарчик Галина Мировівна**, доктор економічних наук, професор, Національний університет «Львівська політехніка»

**Крикавський Євген Васильович**, доктор економічних наук, професор, Національний університет «Львівська політехніка»

**Лозинська Тамара Миколаївна**, доктор наук з державного управління, професор, Полтавська державна аграрна академія

**Макаренко Петро Миколайович**, доктор економічних наук, професор, Полтавська державна аграрна академія

**Онищенко Світлана Петрівна**, доктор економічних наук, професор, Одеський національний морський університет

**Плаксінко Валерій Якович**, доктор економічних наук, професор, Полтавська державна аграрна академія

**Waldemar Izdebski**, доктор економічних наук, професор, Варшавський технічний університет, Польща

##### Технічні науки

**Акімов Олег Вікторович**, доктор технічних наук, професор, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

**Афтаназів Іван Семенович**, доктор технічних наук, професор, Національний університет «Львівська політехніка»

**Горик Олексій Володимирович**, доктор технічних наук, професор, Полтавська державна аграрна академія

**Дудніков Ігор Анатолійович**, кандидат технічних наук, доцент, Полтавська державна аграрна академія

**Кац Марк Давидович**, доктор технічних наук, професор, Східноукраїнський національний університет ім. В. І. Дала

**Мальований Мирослав Степанович**, доктор технічних наук, професор Національний університет «Львівська політехніка»

**Смердов Андрій Андрійович**, доктор технічних наук, професор, Полтавська державна аграрна академія

**Старчевський Володимир Людвикович**, доктор технічних наук, професор Національний університет «Львівська політехніка»

**Тіщенко Леонід Миколайович**, доктор технічних наук, професор, Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка

**Jozef Voynarovsky**, доктор технічних наук, професор, Сілезький політехнічний інститут, Польща

#### Міжнародна представленість та індексація журналу:

- ✓ Index Copernicus.
- ✓ Ulrich's Periodicals Directory.
- ✓ DRIVER.
- ✓ Bielefeld Academic Search Engine (BASE).
- ✓ Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).
- ✓ ResearchBib.

#### Засновники

Полтавська державна аграрна академія  
ПП «Технологічний Центр»

Верстка: Т. Є. Сергієнко

Рекомендовано Вченою Радою  
Полтавської державної аграрної академії  
Протокол № 9 від 04.06.2013

Свідоцтво про державну реєстрацію журналу  
Серія КВ № 18226-7026Р

#### Адреса редакції та видавництва

Україна, 61145, м. Харків, вул. Шатилова дача, 4, Технологічний Центр  
Тел.: +38 (057) 750-89-90. E-mail: eejet.kh@gmail.com

Підписано до друку 24.07.2013. Формат 60x84 1/8  
Ціна договірна. Наклад 300 прим.

Часткове або повне тиражування в будь-який спосіб матеріалів, що надруковані в цьому виданні, дозволяється тільки за наявності письмової згоди редакції

#### Підписка

Оформлюється через редакцію  
Тел.: +38 (057) 750-89-90. E-mail: eejet.kh@gmail.com

## СОДЕРЖАНИЕ



### РЕЗЕРВЫ ПРОИЗВОДСТВА

- 3** Оптимизация конструктивно-технологических параметров ротационного органа для междурядной обработки  
**Браженко С. А.**
- 8** К единой теории движителей на непрерывных потоках — краткая теория спутновращающихся гребных винтов  
**Мамедов Б. Ш.**
- 15** Кавитационная стойкость вакуумно-дуговых покрытий, осажденных на подложках разной ориентации  
**Коваленко В. И., Маринин В. Г.**
- 19** Цветовые характеристики компонентов овощного полуфабриката, предназначенного для замораживания  
**Одарченко А. Н.**
- 22** Проточные редокс батареи — перспективные электрохимические источники энергии  
**Сахненко Н. Д., Ведь М. В., Байрачная Т. Н., Шепеленко А. С., Зюбанова С. И.**
- 25** Состав твердого адсорбента для получения альтернативной топливной композиции  
**Бутенко А. Н., Юрченко А. А., Блинков Н. А.**
- 28** Влияние оксидов щелочно-земельных металлов на свойства бесфтористых безборных эмалей  
**Белый Я. И., Голеус В. И., Павлова Е. В., Кисличная Р. И.**
- 31** Исследование распределения транспортной подвижности населения городов между индивидуальным и общественным транспортом  
**Доля В. К., Иванов И. Е.**
- 34** Исследования процесса резания природного облицовочного камня алмазным канатом  
**Башинский С. И.**



### ЭКОНОМИКА ПРЕДПРИЯТИЯ

- 40** Определение влияния факторов на объемы нарушений в бюджетном учреждении  
**Дикань Л. В., Дейнеко Е. В.**
- 43** Некоторые аспекты определения эффективности налогового стимулирования инновационной деятельности  
**Железняк Р. И.**
- 48** Методика диагностики факторных влияний в контексте бизнес-процессов предприятий альтернативной энергетики  
**Климчук М. Н.**
- 51** Актуальные вопросы гармонизации внутреннего контроля и внутреннего аудита  
**Синюгина Н. В.**
- 53** Выбор рационального количества транспортных средств с учетом параметров материального потока  
**Галкин А. С.**
- 56** Предпосылки формирования потребности предприятий в инженеринговых услугах внедрения новых технологий  
**Кащыхин В. М.**
- 61** Abstracts and References

## CONTENTS



### PRODUCTION RESERVES

- 3** Optimization of design and technological parameters of the rotary body for inter-row cultivation  
**Brazhenko S.**
- 8** Single theory of movers on the continuous flows. Short theory of concurrent-rotating propellers  
**Mamedov B.**
- 15** Cavitation resistance of vacuum-arc coverings deposited on substrate of different orientation  
**Kovalenko V., Marinin V.**
- 19** The color characteristics of components of vegetable semi-finished product before freezing  
**Odarchenko A.**
- 22** Redox flow batteries — perspective means of electrochemical energy storage  
**Sakhnenko M., Ved M., Bairachna T., Shepelenko O., Ziubanova S.**
- 25** The structure of solid adsorbent for alternative fuel composition  
**Butenko A., Yurchenko A., Blinkov N.**
- 28** Influence of alkaline earth metal oxides on the properties of fluor- and boron-free enamels  
**Belyj Ja., Holes V., Pavlova K., Kislichnaja R.**
- 31** Distribution of transport mobility of city population between individual and public transport  
**Dolya V., Ivanov I.**
- 34** The researching of the facing stone cutting with the diamond wire  
**Bashinskyi S.**



### ECONOMY OF ENTERPRISE

- 40** Determination of factors on the volume of violations in a budget institution  
**Dikan L., Deyneko Eu.**
- 43** Some aspects of determining the efficiency of tax incentives for innovation  
**Zheliznyak R.**
- 48** Methods of factor effects diagnosis in the business processes of alternative energy enterprises  
**Klimchuk M.**
- 51** The current issues of internal control and internal audit harmonization  
**Synyugina N.**
- 53** The choice of rational number of transport vehicles in view of the material flow parameters  
**Galkin A.**
- 56** Prerequisites for formation of needs of enterprises for engineering services in the implementation of new technologies  
**Kashchyslyn V.**
- 61** Abstracts and References



Браженко С. А.

## ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РОТАЦИОННОГО ОРГАНА ДЛЯ МЕЖДУРЯДНОЙ ОБРАБОТКИ

*Статья посвящена теоретическим исследованиям зависимости перемещения частиц почвы под действием ротационного органа предложенной конструкции. Определены конструктивно-технологические факторы, влияющие на степень распыления почвы и выведены соответствующие графоаналитические зависимости. Проведена экспериментальная проверка теоретических обоснований. На основе опытных данных оптимизированы параметры усовершенствованного рабочего органа в соответствии с обеспечением качества междурядной обработки.*

**Ключевые слова:** ротационный орган, распыление почвы, угол наклона оси ротора, угловая скорость, оптимизация параметров

### 1. Введение

Целесообразность применения ротационных почвообрабатывающих машин приводного действия является предметом дискуссий ученых на протяжении последних 60...80 лет. При этом опыт отечественных и зарубежных производителей продукции растениеводства подтверждает эффективность их применения, обусловленную повышением качества обработки почвы.

Одним из основных камней преткновения на пути широкого применения активных ротационных машин является возможность роста количества эрозионно-опасных частиц почвы в корнеобитаемом слое почвы, что негативно влияет на сохранение его плодородия и влаги.

### 2. Постановка вопроса

Известно, что применение тяговых рабочих органов также приводит к высокому содержанию эрозионно-опасных частиц при недостаточно равномерной обработке почвы. Возникающая при их работе значительная боковая деформация не позволяет повысить скорость и степень механизации технологического процесса междурядной обработки.

Для междурядной обработки применяются ротационные орудия с горизонтальной осью вращения пассивного и приводного действия. Их существенными недостатками является высокая степень распыления почвенных частиц и отбрасывание их на расстояние превышающее ширину обрабатываемой зоны. Это явление приводит к чрезмерному иссушению почвы и к повреждению культурных растений. Применение в данном случае защитных кожухов и щитков, как например, на пропашном культиваторе КФ-5,4, только усугубляет проблему роста содержания эрозионно-опасных частиц в поверхностном слое почвы. Это объясняется дополнительным измельчением почвенных агрегатов при соударении с поверхностями защитных элементов конструкции.

Для снижения негативного действия описанных явлений, эффективным является применение орудий с вертикальной осью вращения. Такая конструкция

позволяет избежать выноса на поверхность нижних слоев почвы содержащих основную часть влаги, доступную для растений в начальный период роста, а также препятствует увеличению содержания эрозионно-опасных частиц.

К сожалению, рабочие органы с вертикальной осью вращения беспроводного действия не могут удовлетворять основные требования качества, предъявляемые к междурядной обработке, а именно: эффективное уничтожение и мульчирование сорняков; равномерность рыхления почвы по всему обрабатываемому слою; выровненный профиль обработанной поверхности; исключение скольжения и буксования рабочего органа.

Для удовлетворения требований к качеству междурядной обработки разработан активный рабочий орган с вертикальной осью вращения, технические решения которого признаны изобретениями [1, 2].

Для обоснования его рациональных параметров, с точки зрения обеспечения равномерного рыхления почвы без чрезмерного ее распыления, было решено провести теоретические и экспериментальные исследования влияния конструктивно-технологических параметров на характер перемещения частиц почвы под действием ротационного органа предложенной конструкции.

### 3. Анализ публикаций и исследований данного направления

Основательные исследования перемещения твердой частицы под действием центробежных сил ротационных орудий, на примере рассеивания минеральных удобрений проведены учеными П. М. Заикиной и В. В. Адамчуком [3, 4]. В их развитие были выполнены исследования В. С. Ловейкиным, Ю. В. Човнюком, А. И. Дитюком, где описан характер схождения твердой частицы минеральных удобрений с лопатки диска, с учетом влияния внешних факторов [5].

Известны результаты экспериментальных исследований К. В. Замойской по применению роторного рыхлителя почвы с горизонтальной осью вращения для предпосевной обработки. Была установлена зависимость

степени крошения почвы от ряда конструктивно-технологических параметров рыхлителя [6].

Вопросами изучения перемещения частицы почвы под действием вертикально-ротационных плугов занимались В. И. Ветохин, И. М. Панов, В. А. Шимонин, В. А. Юзбашев [7]. Ими исследовался процесс основной обработки и оптимизационным параметром принимался показатель максимального крошения пласта почвы.

Учитывая известные результаты теоретических и экспериментальных исследований движения твердой частицы под действием различных ротационных орудий, характер перемещения частицы почвы вертикальным ротором и его взаимосвязь с показателями качества при междурядной обработке остается еще недостаточно изученным.

**Целью статьи** является теоретическое исследование характера перемещения почвы в зависимости от основных конструктивно-технологических параметров рабочего органа предложенной конструкции для обеспечения минимального негативного воздействия на фракционный состав почвы, с последующей экспериментальной проверкой полученных результатов.

**Методы и средства исследований.** Теоретические исследования проводились с применением методов кинематического анализа и последующим построением графоаналитических зависимостей. Для экспериментальной проверки результатов теоретических исследований использовались стандартные методики испытаний, методы статистической обработки и регрессионного анализа опытных данных.

#### 4. Изложение основного материала исследований

Исходя из условий задачи — минимализации распыления почвы, пренебрегаем сопротивлением воздуха и рассматриваем экстремальные значения перемещения частицы почвы под действием ротационного органа.

Отбрасывание частицы происходит при выходе рабочего элемента из почвы по определенному закону, которые описывают характер ее перемещения. Рассмотрим движение частицы в трехмерной системе координат при входе из почвы, например, в точке *A* (рис. 1).

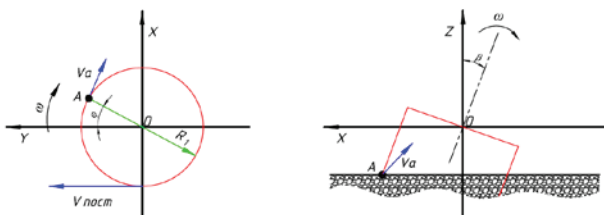


Рис. 1. Схема перемещения частицы почвы под действием ротационного органа

Закон изменения скорости частицы описывается системой уравнений:

$$\begin{cases} V_x = R_1 \omega \sin \varphi; \\ V_y = R_1 \left( \frac{\omega}{\lambda} - \omega \cos \omega t \cos \beta \right); \\ V_z = R_1 \omega \cos \varphi \sin \beta - gt. \end{cases} \quad (1)$$

где  $R_1$  — радиус внешнего диска ротора, мм;  $\omega$  — угловая скорость ротора,  $c^{-1}$ ;  $\varphi$  — угол поворота точки ротора, град;  $\lambda$  — кинематический режим работы ротора;  $\beta$  — угол наклона оси ротора к вертикали, град;  $t$  — время движения частицы, с;  $g$  — гравитационная постоянная,  $9,8 \text{ м/с}^2$ .

Известно, что движение частицы вдоль оси  $Ox$  и  $Oz$  происходит одновременно, тогда при равнозамедленном движении вдоль оси  $Oz$ , время движения частицы описывается уравнением:

$$t = \frac{2R_1 \omega |\cos \varphi| \sin \beta}{g}. \quad (2)$$

С учетом условий работы ротационного органа, рассмотрим перемещение частицы почвы по оси  $Ox$ . Так как, согласно схеме (рис. 1), ряд культурных растений расположен вдоль оси  $Oy$ , то отбрасывание почвы имеет значение с точки зрения ее распыления и потенциального присыпания растений. То есть, значение перемещения частицы почвы будет косвенно влиять и на выбор защитной (необрабатываемой) зоны междурядья. После определенных преобразований уравнение перемещения частицы почвы вдоль оси  $Ox$  запишется:

$$l_x = \frac{R_1^2 \omega^2 2 \sin \varphi |\cos \varphi| \sin \beta}{g}. \quad (3)$$

Если выразить угловую скорость через частоту вращения ( $\omega = 2\pi n$ ), уравнение (3) примет вид:

$$l_x = \frac{R_1^2 4\pi^2 n^2 \sin \varphi |\cos \varphi| \sin \beta}{g}. \quad (4)$$

Из уравнения (4) следует, что на характер перемещения частицы почвы, а значит и качество обработки, влияют переменные величины угла наклона оси ротора к вертикали и частоты его вращения. Поэтому рассмотрим функцию двух переменных  $l_x = l_x(n; \beta)$ , определим прирост  $\left(\frac{\Delta l_x}{l_x}\right)$  в зависимости от изменения переменных —  $\Delta n$  и  $\Delta \beta$  и проанализируем их значения.

Продифференцировав определенные значения функции и проведя математические преобразования, получим следующую зависимость:

$$\frac{\Delta l_x}{l_x} = \frac{2\Delta n}{n}. \quad (5)$$

Исходя из обоснованного соотношения угловой и поступательной скорости, обеспечивающего равномерную обработку [8], имеем диапазон изменения частоты вращения —  $n = 4 - 5 c^{-1}$ . Подставив значения в уравнения (5), получим, что при изменении частоты вращения на  $1 c^{-1}$  прирост исследуемой функции составит 40...50 %.

Аналогично рассмотрим прирост функции в зависимости от изменения угла наклона оси ротора к вертикали и получим зависимость:

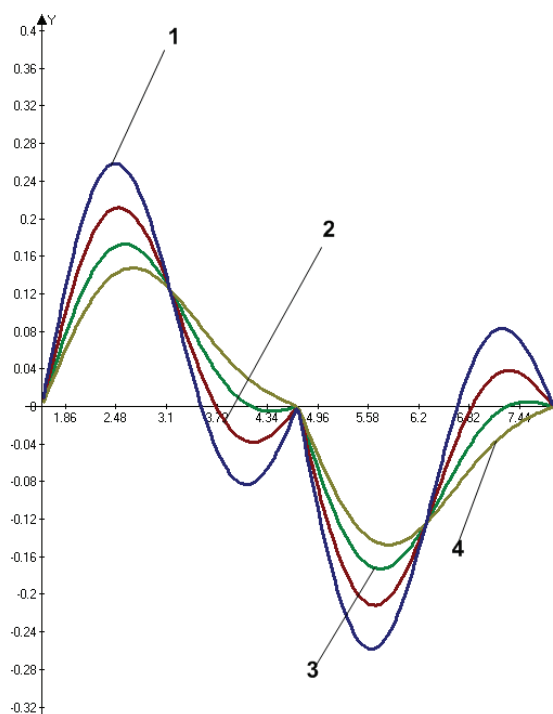
$$\frac{\Delta l_x}{l_x} = \Delta \beta \operatorname{ctg} \beta. \quad (6)$$

При этом, конструктивно-обоснованным диапазоном изменения угла наклона оси ротора к вертикали является  $\beta = 4^\circ \dots 15^\circ$ . Изменение угла наклона на один градус приводит к приросту функции отбрасывания почвенных частиц вдоль оси  $Ox$  на 6,5...25 %.

Проанализируем характер перемещения частицы почвы в зависимости от угла поворота  $\varphi$ . Для этого определим координаты почвенной частицы по оси  $Ox$ :

$$x = \frac{R_1^2 4\pi^2 n^2 \sin \varphi |\cos \varphi| \sin \beta}{g} - R_1 \cos \varphi. \quad (7)$$

Находим значение отброса почвенной частицы при изменении угла поворота точки ротора и построим соответствующие графические зависимости. Для анализа выбираем экстремальные значения одного из влияющих факторов при среднем значении другого (рис. 2).



**Рис. 2.** График зависимости  $x(\varphi)$  за один период ( $\varphi \in [0, 2\pi]$ ):  
1 —  $\beta = 15^\circ$ , а  $l = 4,5 \text{ с}^{-1}$ ; 2 —  $\beta = 8,5^\circ$ , а  $l = 5 \text{ с}^{-1}$ ;  
3 —  $\beta = 8,5^\circ$ , а  $l = 4 \text{ с}^{-1}$ ; 4 —  $\beta = 4^\circ$ , а  $l = 4,5 \text{ с}^{-1}$

Очевидно, что изменение угла наклона оси ротора имеет большее влияние на перемещение частицы почвы. Проанализировав полученные графоаналитические зависимости, можно судить об экстремальных значениях дальности отбрасывания частицы почвы и соответствующем им угле поворота, что позволяет обосновать рациональные конструктивно-технологические и агротехнические параметры ротационного органа предложенной конструкции.

Таким образом, результаты теоретических исследований свидетельствуют о том, что выбор и обоснование рационального значения угла наклона оси ротационного органа к вертикали имеет решающее значение для обеспечения минимального распыления почвенных частиц.

Для проверки полученных результатов были проведены полевые испытания работы экспериментальной установки с ротационными органами предложенной кон-

струкции. Исследования проводились на посевах кукурузы на зерно при первой междурядной обработке. Условия испытаний определялись согласно ГОСТ 20915 [9]: тип почвы — чернозем глубокий среднесуглинистый малогумусный, твердость почвы — 1,51 МПа, средняя относительная влажность почвы обрабатываемого слоя (0...8 см) — 18,7 %.

Для установления влияния конструктивно-технологических параметров на качество обработки определялись фракционный состав почвы, а именно содержание эрозионно-опасных частиц диаметром меньше 0,25 %, а также профиль полученной поверхности.

Исследования проводились в соответствии с методиками, описанными в СОУ 74.3-37-127:2004 [10]. При этом, угловая скорость задавалась с помощью регулировки давления рабочей жидкости на гидромоторе и контролировалась по средствам установки частотоизмерительного датчика Д4В-1 на шкив привода ротора, сигнал принимался информационно-измерительной системой на базе тензоусилителя «Spider-8», обрабатывался с помощью компьютерной программы KatMan Express 4.5 и сохранялся в формате «\*.xls».

Угол оси ротора устанавливался в соответствии со значениями предусмотренными планом эксперимента из теоретически обоснованного диапазона. Профиль полученной поверхности определялся с помощью координатной рейки, а фракционный состав методом ситового анализа.

Для определения фракционного состава почвы и отклонения от горизонтального профиля было исползовано планирование эксперимента на трехуровневом ортогональном центральном композиционном плане, который позволяет получить максимально приближенную математическую модель при минимальном количестве опытов. Значения факторов приведены в табл. 1.

**Таблица 1**

Значение влияющих факторов

Название факторов	Обозначение	Уровни факторов		
		Верхний (+1)	Основной (0)	Нижний (-1)
Угол наклона оси ротационного органа к вертикали, град.	$X_1$	4	9,5	15
Угловая скорость ротора, об./мин.	$X_2$	130	190	250

Согласно матрице эксперимента, контролировались следующие показатели качества: фракционный состав почвы, % ( $Y_1$ ); отклонение от горизонтального профиля полученной поверхности, см ( $Y_2$ ).

На основе полученных экспериментальных данных составлены уравнения регрессии:

$$Y_1 = -12,856 + 1,276X_1 - 0,06X_1^2 + 0,168X_2 - 0,0004X_2^2 + 0,002X_1X_2, \quad (8)$$

$$Y_2 = -0,61 + 1,41X_1 - 0,03X_1^2 + 0,086X_2 - 0,0002X_2^2 + 0,005X_1X_2. \quad (9)$$

Уравнения регрессии проверены на адекватность по критерию Фишера. Согласно расчетам дисперсия адекватности  $S_{ад} = 1,554$ , а дисперсия воспроизводимости



$S_{\text{восп}} = 0,695$ . Расчетный критерий Фишера составил:  $F_{\text{теор}} = 1,554^2/0,695^2 = 5$ , а теоретический:  $F_{\text{теор}0,05; 8; 2} = 19,3$ . Таким образом, уравнение (8) адекватно, так как  $F = S_{\text{ад}}^2/S_{\text{восп}}^2 < F_{\text{теор}} = 5 < 19,3$ .

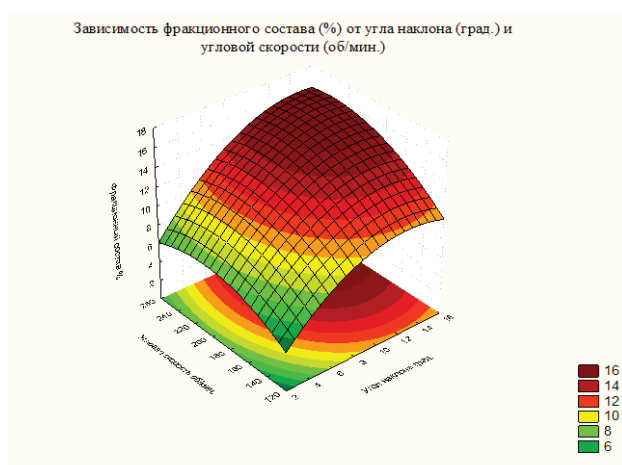
Оптимальный режим работы агрегата, при котором содержание эрозионно-опасных частиц будет минимальным, определен путем исследования уравнения (8) на экстремумы относительно  $X_1, X_2$ :

$$\begin{cases} \frac{\partial Y_1}{\partial X_1} = -0,12X_1 + 0,002X_2 + 1,276 = 0; \\ \frac{\partial Y_1}{\partial X_2} = 0,002X_1 - 0,0008X_2 + 0,168 = 0. \end{cases} \quad (10)$$

Решение системы (10), определило значения факторов — угол наклона ( $X_1$ )  $\rightarrow 0,1^\circ$ ; угловая скорость ( $X_2$ ) — 210 об/мин, при соотношении которых содержание эрозионно-опасных частиц будет минимальным.

Подставив полученные значения в уравнение (8), определяем минимальное содержание эрозионно-опасных частиц, которое составило 4,8 %.

Анализ уравнения подтвердил, что наиболее значимым фактором, влияющим на фракционный состав, является угол наклона. На основе математической модели построена поверхность отклика (рис. 3). Анализ поверхности дает возможность оценить фракционный состав при взаимодействии угла наклона и угловой скорости.



**Рис. 3.** Поверхность отклика зависимости фракционного состава от угла наклона оси ротационного рогана к вертикали и угловой скорости вращения

Уравнение регрессии (9) проверено на адекватность: дисперсия адекватности  $S_{\text{ад}} = 0,98$ ; дисперсия воспроизводимости  $S_{\text{восп}} = 0,425$ ; расчетный критерий Фишера:  $F = 0,98^2/0,425^2 = 5,33$ , теоретический критерий Фишера:  $F_{\text{теор}0,05; 7; 2} = 19,3$  — уравнение адекватно так как:  $F = S_{\text{ад}}^2/S_{\text{восп}}^2 < F_{\text{теор}} = 5,33 < 19,3$ .

Определим оптимальный режим работы агрегата, при котором отклонение от горизонтального уровня будет минимальным. Для этого исследуем уравнение (9) на экстремумы относительно  $X_1, X_2$ :

$$\begin{cases} \frac{\partial Y_2}{\partial X_1} = -0,07X_1 + 0,005X_2 + 1,41 = 0; \\ \frac{\partial Y_2}{\partial X_2} = 0,005X_1 - 0,0004X_2 + 0,086 = 0. \end{cases} \quad (11)$$

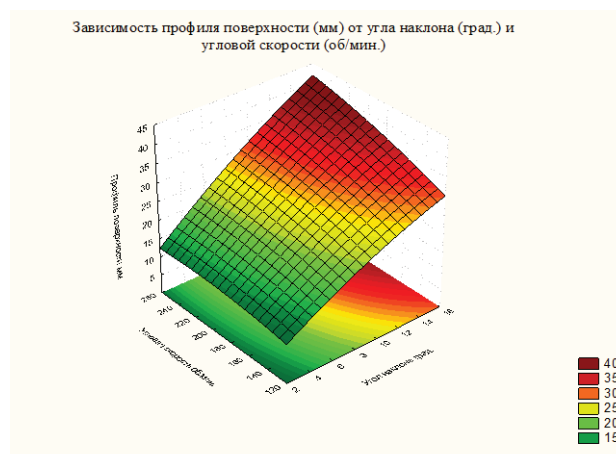
Решение системы (11), определяет значения факторов, при соотношении которых отклонение от горизонтального уровня будет минимальным — угол наклона ( $X_1$ )  $\rightarrow 0,1^\circ$  град; угловая скорость ( $X_2$ ) — 120 об/мин.

Подставив полученные значения в уравнение (9), определим минимальное отклонение от горизонтального профиля поверхности, которое составило 7 мм.

Анализ уравнения показал, что угол наклона и угловая скорость являются равнозначными факторами, влияющими на профиль поверхности.

На основе математической модели — построена поверхность отклика (рис. 4). Анализ поверхности позволяет оценить показатель профиля поверхности при взаимодействии угла наклона и угловой скорости.

Анализ уравнений регрессии фракционного состава и отклонения от горизонтального профиля поверхности позволил определить оптимальные соотношения исследуемых факторов. Однако, так как условия оптимумов не совпадают, необходимо определить общий оптимум.



**Рис. 4.** Поверхность отклика зависимости профиля полученной поверхности от угла наклона оси ротора к вертикали и угловой скорости

На основе полученных математических моделей составим систему неравенств, для решения которой зададим граничные условия: а) минимальное количество эрозионно-опасных частиц не должно превышать 6 %; б) отклонение от горизонтального уровня не должно превышать 10 мм.

$$\begin{cases} -12,856 + 1,276X_1 - 0,06X_1^2 + 0,168X_2 - 0,0004X_2^2 + 0,002X_1X_2 \leq 6; \\ -0,61 + 1,41X_1 - 0,03X_1^2 + 0,086X_2 - 0,0002X_2^2 + 0,005X_1X_2 \leq 10. \end{cases} \quad (12)$$

Решением системы неравенств (12) определяем общий оптимум: угол наклона ( $X_1$ )  $\rightarrow 0$  град; угловая скорость ( $X_2$ ) — 210 об/мин.

Подставив найденные значения факторов в уравнения (8) и (9) получим, что  $Y_1 = 4,8$  %, а  $Y_2 = 8,6$  мм, следовательно, заданные условия выполняются.

Таким образом, по результатам эксперимента получены уравнения регрессии и проведена оценка их адекватности по критерию Фишера. Анализ уравнений регрессии позволил определить оптимальное соотношение независимых факторов, которое обеспечивает минимальное содержание эрозионно-опасных частиц

при минимальном отклонении от горизонтального профиля поверхности. Для графического отображения взаимосвязи факторов на показатели качества обработки построены поверхности отклика.

## 5. Выводы

Согласно цели исследований проведен теоретический анализ перемещения частицы почвы под действием ротационного рабочего органа предложенной конструкции, в результате которого определена взаимосвязь между конструктивно-технологическими факторами и дальностью отбрасывания частицы почвы при разных значениях угла поворота точки ротационного органа. Установлено, что по сравнению с изменением угловой скорости большее влияние имеет угол наклона оси ротора к вертикали.

Результаты экспериментальных исследований подтвердили правильность теоретических обоснований. Регрессионный анализ опытных данных и исследование полученных зависимостей на экстремумы позволил оптимизировать конструктивно-технологические параметры в соответствии с требованиями к показателям качества обработки. При этом установлено, что минимальное содержание эрозионно-опасных частиц почвы диаметром меньше 0,25 мм составило 4,8 % и отклонение от горизонтального профиля обработанной поверхности — 8,6 мм, — наблюдается при угле наклона оси ротора к вертикали  $\rightarrow 0^\circ$  и угловой скорости вращения 210 об/мин.

Таким образом, теоретически обоснованы и экспериментально подтверждены оптимальные конструктивно-технологические параметры ротационного органа предложенной конструкции для обеспечения минимального распыления почвенных частиц и отклонения от горизонтального профиля поверхности, что упреждает эрозионные явления и иссушение корнеобитаемого слоя почвы.

## Литература

1. Пат. 97072 Україна, МПК6 А 01 В 35/16, А01В 39/08, А01В 39/18, А01В 21/06, А01В 33/06. Ротационний робочий орган культиватора [Текст] / Пастухов В. І., Браженко С. А.; заявник і патентовласник Пастухов В. І., Браженко С. А. — № а201104043 ; заявл. 04.04.2011; опубл. 26.12.2011, бюл. № 24.
2. Пат. 98581 Україна, МПК6 А 01 В 33/06, А01В 35/16, А01В 39/20, А01В 39/08. Спосіб обробітку міжрядь просапних культур [Текст] / Пастухов В. І., Браженко С. А.; заявник і патентовласник Пастухов В. І., Браженко С. А. — № а201105809 ; заявл. 10.05.2011; опубл. 25.05.2012, бюл. № 10.
3. Адамчук, В. В. Теория центробежных рабочих органов машин для внесения минеральных удобрений [Текст] : монография / В. В. Адамчук. — К.: Аграрн. наука, 2012. — 178 с.
4. Заїка, П. М. Теорія сільськогосподарських машин [Текст] / П. М. Заїка // Машини для приготування і внесення добрив. — Том 1, (част. 3). — Харків: Око, 2002. — 352 с.
5. Ловейкін, В. С. Модель розсіювання гранул мінеральних добрив після сходження з диска відцентрового розкидача при дії вітру [Текст] / В. С. Ловейкін, Ю. В. Човнюк, А. І. Дитюк // Вісник ХНТУСГ: Механізація сільськогосподарського виробництва. — Х.: ХНТУСГ, 2012. — Вип. 124. Т. 1. — С. 27–35.

6. Замойська, К. В. Обґрунтування параметрів ротационного розпушувача ґрунту [Текст] : автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. техн. наук : спец. 05.05.11 «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» / К. В. Замойська. — Львів, 2008. — 21 [1] с.
7. Ветохин, В. И. Тягово-приводные комбинированные почвообрабатывающие машины: Теория, расчет, результаты испытаний [Текст] : монография / В. И. Ветохин, И. М. Панов, В. А. Шмонин, В. А. Юзбашев. — К.: Феникс, 2009. — 264 с.
8. Браженко, С. А. Обґрунтування кінематичного режиму роботи ротационного робочого органу з вертикальною віссю обертання [Текст] / С. А. Браженко // Збірник наукових праць Державної наукової установи УкрНДПШВТ ім. Л. Погорілого «Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки та технологій для сільського господарства України». — Дослідницьке, 2012. — Вип. 16(30). — С. 274–282.
9. ГОСТ 20915-75. Сельскохозяйственная техника. Методы определения условий испытаний [Текст]. — Действ. от 1975-06-19. — М.: Государственный комитет стандартов Совета Министров СССР, 1975. — 33 с.
10. СОУ 74.3-37-127:2004. Випробування сільськогосподарської техніки. Машини і знаряддя для обробітку просапних культур [Текст]. — Офіц. вид. — К.: М-во аграрної політики України, 2006. — 54 с.

## ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РОТАЦІЙНОГО ОРГАНА ДЛЯ МІЖРЯДНОЇ ОБРОБКИ

Стаття присвячена теоретичним дослідженням залежності переміщення частинок ґрунту під дією ротационного органу запропонованої конструкції. Визначено, що конструктивно-технологічні фактори впливають на ступінь розпилення ґрунту і виведені відповідні графоаналітичні залежності. Проведено експериментальну перевірку теоретичних обґрунтувань. На основі дослідних даних оптимізовані параметри вдосконаленого робочого органу відповідно із забезпеченням якості міжрядної обробки.

**Ключові слова:** відкидання частинки ґрунту, кут нахилу вісі ротора до вертикалі, кутова швидкість, оптимізація параметрів.

*Браженко Светлана Анаольевна, аспірант кафедри сільськогосподарських машин, Харківський національний технічний університет ім. Петра Василенка, Україна, e-mail: brazhenko\_sa@mail.ru.*

*Браженко Світлана Анаоліївна, аспірант кафедри сільськогосподарських машин, Харківський національний технічний університет ім. Петра Василенка, Україна.*

*Brazhenko Svetlana, Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture, Ukraine, e-mail: brazhenko\_sa@mail.ru*

Мамедов Б. Ш.

# К ЕДИНОЙ ТЕОРИИ ДВИЖИТЕЛЕЙ НА НЕПРЕРЫВНЫХ ПОТОКАХ — КРАТКАЯ ТЕОРИЯ СПУТНОВРАЩАЮЩИХСЯ ГРЕБНЫХ ВИНТОВ

*Рассматриваются недостатки современной теории воздушно-реактивных двигателей, основанные на ошибочной теореме о подъемной силе продуваемого профиля, выведенной профессором Н. Е. Жуковским в 1912 г. в его статье «Вихревая теория гребного винта».*

**Ключевые слова:** кинематический анализ, спутновращающиеся гребные винты, тяга и подъемная сила продуваемого профиля

## 1. Введение

Кинематический анализ, проведенный для однорядных гребных винтов, [1, С. 1–24, С. 21, фиг. 1], показывает, что к основным недостаткам последних относятся:

1. Повышенная децибельная характеристика, которая регламентируется мощными ударными волнами, генерируемыми в кинематической зоне жесткого (упругого) удара, [1, С. 21, фиг. 1, сечение В-В].

2. Наличие кинематической зоны жесткого (упругого) удара, которая генерирует мощные ударные волны в колебательном режиме, которые одинаково распространяются во все стороны, [1, С. 21, фиг. 1, сечение В-В].

3. Низкая окружная скорость вращения однорядных гребных винтов (30–40 м/с), которую невозможно увеличить из-за наличия кинематической зоны жесткого (упругого) удара в сечении В-В, п. 2, поскольку мощные ударные волны в колебательном режиме, которые генерируются в этой зоне и направленные против потока, например, тормозят последний, уменьшая  $C_a$  ниже расчетного значения, что неизбежно приводит к развитому срыву потока по спинкам продуваемых профилей гребных винтов, так как углы атаки  $i$  при этом превышают  $5-7^\circ$ , где  $C_a$  — осевая скорость продуваемого водно-газового потока на входных кромках лопастей однорядного гребного винта.

4. Закрутка водно-газового потока на выходе из лопастей однорядного гребного винта, что способствует генерированию дополнительного  $\text{grad } P$ , который после выходной кромки лопастей стягивает вращающийся водно-газовый поток в жгут, тормозя последний, уменьшая при этом осевую скорость и увеличивая статическое давление водно-газового потока за выходным сечением С-С лопасти гребного винта, что приводит к снижению тяги и КПД гребного винта.

5. Отклонение вектора тяги  $R$  лопастей однорядного гребного винта от оси вращения на угол  $\alpha$ , что приводит к снижению тяги и КПД гребного винта.

6. Низкие экологические и технико-экономические показатели однорядных гребных винтов, которые регламентируются п.п. 1–5.

Известные контрвращающиеся гребные винты, [1, С. 6–7], предназначены для раскрутки водно-газового потока после первого рабочего колеса, т. е. для устранения только одного недостатка однорядных гребных

винтов, связанного с п. 4, все остальные недостатки однорядных гребных винтов присущи и контрвращающимся гребным винтам.

В современной технической литературе по теории и расчету однорядных гребных винтов, например, [2, С. 177–220], полностью отсутствует правильный вывод формул тяги, полетного (тягового) КПД, теоремы о подъемной силе продуваемой лопасти гребного винта, основанный на кинематическом анализе характера изменения статических давлений, осевых скоростей, первичных движущих сил от изменения статических давлений, ускорений (вторичных движущих динамических — инерционных сил) водно-газового потока в пределах контрольного контура Н-Н<sub>1</sub>, теория относительности.

Известный вывод теоремы о подъемной силе продуваемого профиля, выведенный профессором Н. Е. Жуковским в его статье «Вихревая теория гребного винта», 1912 г., является ошибочным, подробная критика его теоремы приведена в [1, С. 3–4], [3, С. 146–153], [4, С. 3–17] и др. источниках.

В патенте [1] приводится разработка принципиально нового типа движителей на непрерывных потоках — спутновращающихся гребных винтов, которые полностью устраняют все шесть недостатков однорядных гребных винтов и позволяют увеличить тягу второго спутновращающегося гребного винта на 200–300 % по сравнению с однорядным гребным винтом за счет увеличения оборотов.

На основании вышеизложенного, перед единой теорией движителей на непрерывных потоках стояла проблема создания краткой теории спутновращающихся гребных винтов, основанной на применении неизвестного в современной теории гребных винтов метода кинематического анализа характера изменения статических давлений, осевых скоростей, первичных движущих сил от изменения статических давлений, ускорений (вторичных движущих динамических — инерционных сил) водно-газового потока с целью вывода единых для всех типов движителей на непрерывных потоках формул тяги, полетного (тягового) КПД, теоремы о подъемной (поперечной — морская терминология) силе продуваемой лопасти второго спутновращающегося гребного винта, раскрыть все преимущества спутновращающихся гребных винтов перед однорядными и контрвращающимися гребными винтами.

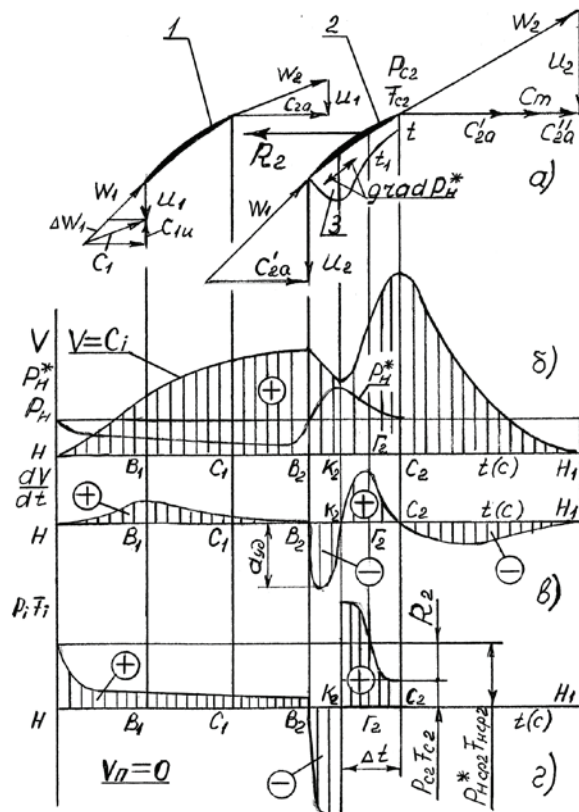


**2. Постановка цели**

Применение кинематического анализа характера изменения статических давлений, осевых скоростей, первичных движущих сил от изменения статических давлений, ускорений (вторичных движущих динамических — инерционных сил) водно-газового потока в пределах контрольного контура Н-Н<sub>1</sub> для вывода формул тяги, полетного (тягового) КПД, теоремы о подъемной силе продуваемого профиля лопастей спутновращающихся гребных винтов, как движителя на непрерывных потоках, проводится впервые.

Принятая терминология соответствует терминологии современной теории воздушно-реактивных двигателей.

**2.1. Принцип работы спутновращающихся гребных винтов.** Рабочие колеса 1, 2, рис. 1, спутновращающихся гребных винтов вращаются в одном направлении, при этом производительность второго по ходу потока рабочего колеса 2 выше производительности рабочего колеса 1, что достигается более высокими оборотами и гидравлическими углами β<sub>1</sub> лопастей второго рабочего колеса по сравнению с первым, обеспечивая окружную скорость вращения U<sub>2</sub> > U<sub>1</sub>, при этом, в связи с нарастанием осевой скорости водно-газового потока, что приводит к сужению водно-газодинамического тракта, наружный диаметр второго по ходу потока рабочего колеса меньше наружного диаметра первого рабочего колеса спутновращающихся гребных винтов.



**Рис. 1.** Кинематический анализ характера изменения статических давлений, первичных движущих сил от изменения статических давлений, осевых скоростей, ускорений (вторичных движущих динамических — инерционных сил) водно-газового потока в пределах контрольного контура Н-Н<sub>1</sub> для вывода формулы тяги, полетного (тягового) КПД, теоремы о подъемной силе продуваемого профиля лопастей спутновращающихся гребных винтов

Таким образом, второе рабочее колесо спутновращающихся гребных винтов, создавая разрежение перед входными кромками своих лопастей, инжектирует (всасывает) водно-газовый поток через каналы между лопастями первого рабочего колеса, которое в данном режиме работы не сжимает водно-газовый поток, а служит только вращающимся направляющим аппаратом с заданным законом вращения (заданными оборотами). Разрежение, которое генерируется перед входными кромками лопастей второго по ходу потока рабочего колеса, способствует увеличению относительных скоростей W<sub>2</sub> и W<sub>1</sub> соответственно на выходе (W<sub>2</sub>) и входе (W<sub>1</sub>) в лопасти первого рабочего колеса. Увеличение W<sub>1</sub> при постоянной U<sub>1</sub> способствует закрутке входящего водно-газового потока в зоне Н-В<sub>1</sub> против вращения спутновращающихся гребных винтов. На рис. 1 закрутка входящего водно-газового потока в сечении В<sub>1</sub>-В<sub>1</sub> изображена вектором C<sub>1u</sub>. Таким образом, в зоне Н-В<sub>1</sub> водно-газовый поток претерпевает плавную нарастающую закрутку, которая достигает своего максимального значения в сечении В<sub>1</sub>-В<sub>1</sub>. Под действием центробежных сил, которые максимальны в сечении В<sub>1</sub>-В<sub>1</sub>, генерируется дополнительный градиент статических давлений водно-газового потока, grad P<sub>д</sub>, направленный к центру сечения В<sub>1</sub>-В<sub>1</sub>, который стягивает поток в жгут до и после сечения В<sub>1</sub>-В<sub>1</sub>, при этом в зоне Н-В<sub>1</sub> grad P<sub>д</sub> способствует дополнительному ускорению водно-газового потока, а в зоне В<sub>1</sub>-В<sub>2</sub> способствует его торможению, получая синусоидальную характеристику изменения осевых скоростей водно-газового потока в зоне Н-В<sub>2</sub>, [1, С. 24, фиг. 4, фиг. 5], обеспечивая нулевое ускорение водно-газового потока на входных кромках лопастей второго рабочего колеса спутновращающихся гребных винтов. Раскрутка водно-газового потока до осевого направления осуществляется в пределах ширины лопастей первого рабочего колеса — вращающегося направляющего аппарата, рис. 1, а, план скоростей водно-газового потока на выходе из лопасти первого рабочего колеса при расчетной диффузорности лопастей.

Таким образом, в сечении В<sub>2</sub>-В<sub>2</sub> имеет место кинематическая зона неупругого удара, сила которого зависит от наклона характеристики изменения осевых скоростей в зоне В<sub>2</sub>-К<sub>2</sub>, при этом ускорение неупругого удара, [1, С. 24, фиг. 4, б], ауд, существенно уступает ускорению жесткого (упругого) удара в сечении В-В однорядных гребных винтов, [1, С. 22, фиг. 1, б].

Поэтому в спутновращающихся гребных винтах мы имеем реальную возможность увеличить обороты второго по ходу потока рабочего колеса в 2–3 раза по сравнению с оборотами однорядного гребного винта, получив ту же самую силу удара, которая генерируется в сечении В-В однорядных гребных винтов. Увеличение оборотов второго по ходу потока рабочего колеса спутновращающихся гребных винтов в 2–3 раза по сравнению с расчетными оборотами однорядных гребных винтов означает и увеличение тяги спутновращающихся гребных винтов на 200–300 % по сравнению с однорядными гребными винтами, при одновременном улучшении экологических и технико-экономических показателей спутновращающихся гребных винтов.

**2.2. Выбор контрольного контура.** Продуваемые миделевые профили лопастей первого и второго рабочих колес спутновращающихся гребных винтов, рис. 1,

вращаются в одном направлении с окружными скоростями  $U_1, U_2$  соответственно, при этом  $U_1 < U_2$ . Применяв теорему о плоскопараллельном перемещении частиц водно-газового потока, строим планы скоростей на входных и выходных кромках лопастей первого и второго рабочих колес спутновращающихся гребных винтов, сечения  $V_1-V_1, C_1-C_1, V_2-V_2, C_2-C_2$ .

Поскольку производительность второго рабочего колеса выше производительности первого рабочего колеса, то водно-газовый поток инжектируется (всасывается) от сечения Н-Н, которое называется сечением невозмущенного потока, градиент статических давлений при этом направлен по потоку, [1, С. 24, фиг. 4, фиг. 5]. Под действием нарастающего разрежения в зоне Н-В<sub>2</sub> из воды выделяются пузырьки растворенного газа, образуется водно-газовая смесь (водно-газовый поток), которая полностью подчиняется всем законам механики истечения жидкостей и газов. Таким образом, контрольный контур спутновращающихся гребных винтов ограничен слева сечением Н-Н — это начало ускоренного движения частиц водно-газового потока, справа сечением Н<sub>1</sub>-Н<sub>1</sub> — это конец ускоренного движения частиц водно-газового потока.

Необходимо отметить, что зона заторможенного потока  $V_2-C_2$  генерируется только по корытцам лопастей второго рабочего колеса спутновращающихся гребных винтов. Зона заторможенного потока на лопастях первого рабочего колеса спутновращающихся гребных винтов не генерируется, поскольку водно-газовый поток инжектируется (всасывается) через каналы между лопастями первого рабочего колеса, которое играет роль только вращающегося направляющего аппарата.

Зона заторможенного потока  $V_2-C_2$ , рис. 1, поз. 3, характеризуется зоной сжатия водно-газового потока  $V_2-K_2$ , в которой градиент статических давлений направлен против потока, и зоной ускоренного движения частиц водно-газового потока  $K_2-C_2$ , в которой градиент статических давлений направлен по потоку, или, другими словами, зона  $K_2-C_2$  — это реактивное сопло, в котором генерируется тяга продуваемых профилей лопастей второго рабочего колеса спутновращающихся гребных винтов. При этом необходимо отметить, что внешний вид зоны заторможенного потока  $V_2-C_2$ , рис. 1, поз. 3, характер распределения статических давлений в этой зоне полностью соответствует экспериментальным данным современной теории воздушно-реактивных двигателей по продуваемым профилям, [5, С. 68, рис. 3.3], где четко и ясно показано, что максимальное давление продуваемого газового потока (водно-газовой смеси) по корытцу продуваемого профиля находится в зоне входной кромки продуваемого профиля, и это максимальное давление продуваемого потока постепенно уменьшается по мере перемещения потока к выходной кромке продуваемого профиля, что полностью соответствует всем законам механики истечения жидкостей и газов.

На рис. 1. представлено:

*a* — продуваемые профили лопастей первого и второго рабочего колеса спутновращающихся гребных винтов по миделю;

*б* — кинематический анализ характера изменения статических давлений, осевых скоростей продуваемого водно-газового потока в пределах контрольного контура Н-Н<sub>1</sub> спутновращающихся гребных винтов;

*в* — кинематический анализ характера изменений осевых ускорений (вторичных движущих динамических — инерционных сил) спутновращающихся гребных винтов в пределах контрольного контура Н-Н<sub>1</sub>;

*г* — кинематический анализ характера изменения первичных движущих сил от изменения статических давлений продуваемого водно-газового потока спутновращающихся гребных винтов в пределах контрольного контура Н-Н<sub>1</sub>;

Положение зоны невозмущенного потока, сечение Н-Н, регламентируется режимом работы спутновращающихся гребных винтов, при увеличении оборотов рабочих колес сечение Н-Н удаляется от сечения  $V_1-V_1$ , при уменьшении оборотов сечение Н-Н приближается к сечению  $V_1-V_1$ .

При работе спутновращающихся гребных винтов в пределах контрольного контура Н-Н<sub>1</sub> всегда генерируются следующие зоны и сечения при скорости перемещения (полета)  $V_{п} \geq 0$ :

Н-Н — сечение невозмущенного потока, регламентирующее равенство площадей (работ первичных движущих сил от изменения статических давлений водно-газового потока) в зонах Н-В<sub>2</sub> и В<sub>2</sub>-К<sub>2</sub>, рис. 1;

Н-В<sub>1</sub> — зона ускоряемого водно-газового потока, в которой поток постепенно закручивается и достигает максимальной закрутки  $C_{1w}$ , рис. 1, в сечении  $V_1-V_1$  при этом генерируется дополнительный градиент статических давлений,  $\text{grad } P_d$ , направленный к центру сечения  $V_1-V_1$ , который стягивает водно-газовый поток в жгут до и после сечения  $V_1-V_1$ ;

$V_1-C_1$  — зона раскрутки водно-газового потока до осевого направления, в этой зоне водно-газовый поток начинает тормозиться и стягиваться в жгут под действием дополнительного градиента статических давлений,  $\text{grad } P_d$ , от максимальных центробежных сил, генерируемых в сечении  $V_1-V_1$ , зона  $V_1-C_1$  является началом формирования экстремума синусоидального характера изменения осевых скоростей водно-газового потока в зоне Н-В<sub>2</sub>, в точке экстремума, сечение  $V_1-V_1$ , ускорение водно-газового потока максимально, рис. 1, *в*.

$C_1-V_2$  — зона осевого водно-газового потока, который продолжает тормозиться дополнительным градиентом статических давлений,  $\text{grad } P_d$ , обеспечивая при этом 100 %-ную стабилизацию осевых скоростей от комля до периферии лопастей второго рабочего колеса спутновращающихся гребных винтов, в зоне  $C_1-V_2$  завершается формирование синусоидального характера изменения осевых скоростей водно-газового потока в зоне Н-В<sub>2</sub>, обеспечивая при этом нулевое ускорение водно-газового потока на входных кромках лопастей второго рабочего колеса спутновращающихся гребных винтов, рис. 1, *б*, в зоне Н-В<sub>2</sub> градиент статических давлений и градиент первичных движущих сил от изменения статических давлений направлены по потоку;

$V_2-K_2$  — зона сжатия водно-газового потока по корытцу продуваемого профиля лопастей второго рабочего колеса спутновращающихся гребных винтов, в которой градиент статических давлений и градиент первичных движущих сил от изменения статических давлений направлены против потока;

$K_2-C_2$  — зона ускоряемого водно-газового потока, в которой градиент статических давлений и градиент первичных движущих сил от изменения статических давлений, рис. 1, *г*, направлены по потоку, или зона

$K_2-C_2$  — это реактивное сопло, в котором генерируется вся тяга (100 %) спутновращающихся гребных винтов;

$C_2-N_1$  — зона выходящей струи из второго спутновращающегося гребного винта, в которой при  $P_c > P_n$  градиент статических давлений направлен по потоку, а градиент первичных движущих сил от изменения статических давлений водно-газового потока равен нулю, поскольку в выходящей струе, согласно закона Бойля — Мариотта,  $P_i F_i = \text{const}$  при любых  $P_c$ , при  $P_c = P_n$  градиент статических давлений водно-газового потока равен нулю, градиент первичных движущих сил от изменения статических давлений тоже равен нулю, при  $P_c < P_n$  градиент статических давлений водно-газового потока направлен против потока, а градиент первичных движущих сил от изменения статических давлений равен нулю, т. е. работа первичных движущих сил от изменения статических давлений водно-газового потока в зоне выходящей струи  $C_2-N_1$  при любых значениях  $P_c$  всегда равна нулю, водно-газовый поток в выходящей струе движется только под действием инерционных сил.

$N_1-N_1$  — сечение невозмущенного потока, в котором ускорение продуваемого водно-газового потока равно нулю, при этом на подходе к этому сечению все газовые пузырьки опять растворяются в воде.

Зоны контрольного контура  $N-N_1$  спутновращающихся гребных винтов, рис. 1, полностью совпадают с зонами контрольного контура турбореактивных двигателей, [6, С. 18, рис. 1], крыла птицы, [7, С. 14, рис. 1], паруса готт, [8, С. 13, рис. 1], и других движителей на непрерывных потоках. Согласно единой теории движителей на непрерывных потоках процесс генерирования тяги всеми типами движителей на непрерывных потоках одинаков. Поэтому методика вывода формул тяги, полетного (тягового) КПД лопастей спутновращающихся гребных винтов ничем не будет отличаться от аналогичной для турбореактивных двигателей, а методика вывода теоремы о подъемной силе продуваемого профиля лопастей спутновращающихся гребных винтов ничем не будет отличаться от аналогичной для крыла птицы, паруса, и др. движителей, т. е. единая теория движителей разработала единые, общие для всех типов движителей на непрерывных потоках, формулы тяги, полетного (тягового) КПД, теорему о подъемной силе продуваемого профиля.

**2.3. Характеристика внешних сил, действующих на трубку тока в зоне контрольного контура  $N-N_1$  лопастей спутновращающихся гребных винтов.** При характеристике внешних сил, действующих на трубку тока в зоне контрольного контура  $N-N_1$  лопастей спутновращающихся гребных винтов, необходимо учитывать, что всегда первична статика, а вторична динамика водно-газового потока.

К внешним силам, действующим на трубку тока в зоне  $N-N_1$ , относятся:

1. Первичные движущие силы от изменения статических давлений водно-газового потока,  $P_i F_i$ , где  $P_i$  — статическое давление продуваемого водно-газового потока в  $i$ -м сечении водно-газодинамического тракта в пределах контрольного контура  $N-N_1$ ,  $F_i$  — площадь  $i$ -го сечения водно-газодинамического тракта в пределах контрольного контура  $N-N_1$ .

2. Вторичные движущие силы от изменения динамических — инерционных сил,  $m_T \cdot a_i$ , где  $m_T$  — массовый секундный расход водно-газового потока через лопасть

гребного винта,  $a_i$  — ускорение водно-газового потока в  $i$ -м сечении водно-газодинамического тракта в пределах контрольного контура  $N-N_1$ .

3. Силы сопротивления — это силы, направленные против потока, к которым могут относиться как первичные движущие силы от изменения статических давлений, например, в зоне  $V_2-K_2$ , так и динамические — инерционные силы, когда сила инерции направлена против потока, сила сопротивления  $P_{c2} F_{c2}$ .

4. Сила тяги  $R_2$  лопастей спутновращающихся гребных винтов, которая, как и сила сопротивления  $P_{c2} F_{c2}$  для зоны контрольного контура  $K_2-C_2$ , всегда направлена против потока при своем положительном значении. На отдельных участках контрольного контура  $N-N_1$ , например, в зоне  $V_2-K_2$ , генерируется отрицательная внешняя сила тяги, которая направлена по потоку, однако она всегда скомпенсирована положительной силой тяги, которая генерируется в зоне  $N-V_2$  спутновращающихся гребных винтов.

5. Гравитационные силы продуваемого водно-газового потока, которые при горизонтальном полете (перемещении) не учитываются.

Силы трения водно-газового потока о поверхность лопастей спутновращающихся гребных винтов не учитываем.

Таким образом, в контрольном контуре  $N-N_1$  рассматривается замкнутая система всех внешних сил, действующих на трубку тока в зоне  $N-N_1$ , т. е. векторная сумма всех внешних сил в пределах контрольного контура  $N-N_1$  всегда равна нулю, замыкает векторный силовой многоугольник, в нашем случае линия, всегда тяга лопастей второго рабочего колеса спутновращающихся гребных винтов.

Замкнутая система внешних сил, отражая единый Закон сохранения энергии, предусматривает и равенство работ всех внешних сил, направленных по потоку и против потока. При наличии кинематического анализа работа любых внешних сил условно изображается площадью соответствующих геометрических фигур, например, работа вторичных динамических — инерционных сил, направленных против потока, условно изображается двумя геометрическими фигурами со знаком «плюс», направленных по потоку, условно изображаются двумя геометрическими фигурами со знаком «минус» рис. 1, в. Согласно Закона сохранения энергии сумма площадей геометрических фигур для вторичных движущих динамических — инерционных сил со знаком «плюс» всегда равна сумме площадей геометрических фигур со знаком «минус», т. е. векторный силовой многоугольник, в нашем случае линия, всегда должен быть замкнутым для вторичных движущих динамических — инерционных сил, места для замыкающего вектора силы тяги  $R$  в этом силовом многоугольнике — линии нет, поэтому скорость водно-газового потока, генерирующая вторичные движущие динамические — инерционные силы, тяги никогда не создает.

Тяга в любом движителе на непрерывных потоках создается только первичными движущими силами от изменения статических давлений водно-газового потока, например, спутновращающихся гребных винтов. Закон сохранения энергии касается и для первичных движущих сил от изменения статических давлений водно-газового потока в пределах контрольного контура  $N-N_1$ , например, работа первичных движущих сил в зоне  $N-V_2$  со знаком «плюс», рис. 1, z, полностью компенсируется

работой первичных движущих сил в зоне  $B_2-K_2$  со знаком «минус». Положительная работа первичных движущих сил в зоне  $K_2-C_2$  полностью компенсируется отрицательной работой внешних сил — сил сопротивления  $P_{c2}F_{c2}$  и силы тяги  $R_2$  лопастей второго рабочего колеса спутновращающихся гребных винтов.

Отрицательная работа этих внешних сил сопротивлений,  $P_{c2}F_{c2}$ ,  $R_2$ , в виде прямоугольных геометрических фигур со знаком «минус» на рис. 1 условно не показана, но ее всегда необходимо иметь в виду.

Работа первичных движущих сил от изменения статических давлений водно-газового потока в зоне  $C_2-H_1$ , как уже отмечалось, всегда равна нулю, поскольку работа силы  $P_{c2}F_{c2}$  на участке  $C_2-H_1$  всегда компенсируется равной и противоположно направленной работой силы  $P_{н1}F_{н1}$  на этом же участке, поскольку согласно закона Бойля — Мариотта, в выходящей струе

$$P_{c2}F_{c2} = P_i F_i = P_{н1} F_{н1} = \text{const.} \quad (1)$$

Водно-газовый поток в зоне выходящей струи  $C_2-H_1$  движется только под действием силы инерции.

Таким образом, согласно Закона сохранения энергии сумма площадей геометрических фигур, изображающих работу первичных движущих сил от изменения статических давлений и вторичных движущих динамических — инерционных сил, со знаком «плюс» всегда равна сумме площадей геометрических фигур со знаком «минус», т. е. векторный силовой многоугольник, в нашем случае линия, всегда должен быть замкнутым, а для первичных движущих сил от изменения статических давлений водно-газового потока таким замыкающим вектором всегда является тяга  $R_2$  лопастей второго рабочего колеса спутновращающихся гребных винтов.

На основании вышеизложенного уже разработанная единая теория движителей на непрерывных потоках ставила своей целью (заданием) создать новую теорию спутновращающихся гребных винтов на основе вывода принципиально новых фундаментальных формул тяги, полетного (тягового) КПД и теоремы о подъемной силе продуваемой лопасти второго рабочего колеса спутновращающихся гребных винтов, показать и доказать, что спутновращающиеся гребные винты способны увеличить тягу на 200–300 % по сравнению с однорядными гребными винтами.

**2.4. Применение кинематического анализа характера изменений статических давлений, осевых скоростей, первичных движущих сил от изменения статических давлений, ускорений.** Кинематический анализ, приведенный на рис. 1, показывает, что основой для увеличения оборотов второго рабочего колеса в 2–3 раза по сравнению с однорядными гребными винтами, а значит и увеличения тяги на 200–300 %, является наличие осевой скорости водно-газового потока в зоне  $C_1-B_2$  и полное устранение кинематической зоны жесткого (упругого) удара в сечении  $B_2-B_2$ , которая имеет место в однорядных гребных винтах, [1, С. 21, фиг. 1, сечение В-В], путем замены характера движения частиц водно-газового потока с нарастающим ускорением, что имеет место в однорядных гребных винтах в зоне Н-В, [1, С. 21, фиг. 1], на синусоидальный, обеспечивающий нулевое ускорение частиц водно-газового потока в сечении  $B_2-B_2$  спутновращающихся гребных винтов, рис. 1, б, зона Н-В<sub>2</sub>.

Кинематический анализ показывает также, что отрицательная работа первичных движущих сил от изменения статических давлений продуваемого водно-газового потока в зоне  $B_2-K_2$  полностью компенсируется положительной работой первичных движущих сил в зоне Н-В<sub>2</sub>.

Таким образом, кинематический анализ показывает, что нескомпенсированной зоной работы первичных движущих сил от изменения статических давлений водно-газового потока, в которой генерируется тяга продуваемых лопастей второго рабочего колеса спутновращающихся гребных винтов, является зона  $K_2-C_2$ . Работа, подведенная к продуваемому водно-газовому потоку в зоне  $K_2-C_2$ , численно равна площади геометрической фигуры, ограниченной параболической кривой и осью абсцисс, заштрихованная зона со знаком «плюс». Площадь этой геометрической фигуры равна площади прямоугольника со сторонами  $P_{нсп2}^* \cdot F_{нсп2}$ ,  $K_2 C_2$ . Поэтому, с учетом соответствующих масштабов, можно записать, что подведенная движителем к водно-газовому потоку работа в зоне  $K_2-C_2$  равна

$$A_{н2} = P_{нсп2}^* \cdot F_{нсп2} \cdot K_2 C_2 \quad (\text{кГм}), \quad (2)$$

где  $K_2 C_2$  — равно перемещению потока за время  $\Delta t$ , рис. 1, з.

Подведенная к продуваемому водно-газовому потоку в зоне  $K_2-C_2$  работа  $A_{н2}$  затрачивается на преодоление работы силы сопротивления

$$A_{cc2} = P_{c2} \cdot F_{c2} \cdot K_2 C_2 \quad (\text{кГм}), \quad (3)$$

и на преодоление работы силы тяги

$$A_{R2} = R_2 \cdot K_2 C_2 \quad (\text{кГм}). \quad (4)$$

Таким образом, можно записать

$$A_{н2} = A_{cc2} + A_{R2}, \quad (5)$$

или

$$P_{нсп2}^* \cdot F_{нсп2} \cdot K_2 C_2 = P_{c2} \cdot F_{c2} \cdot K_2 C_2 + R_2 \cdot K_2 C_2, \quad (6)$$

откуда

$$R_2 = P_{нсп2}^* \cdot F_{нсп2} - P_{c2} F_{c2}, \quad \text{при } V_{п} = 0, \quad (7)$$

$$R_2' = P_{нсп2}^* / \cdot F_{нсп2}' - P_{c2}' \cdot F_{c2}', \quad \text{при } V_{п} > 0, \quad (8)$$

где

$$P_{нсп2}^* / = P_{нсп2}^* \pm \Delta P_{нсп2}^*, \quad (9)$$

где  $\pm \Delta P_{нсп2}^*$  — приращение или уменьшение среднего статического давления заторможенного водно-газового потока в среднем сечении  $\Gamma_2-\Gamma_2$  водно-газодинамического тракта, рис. 1, при  $V_{п} > 0$ , при этом  $\pm \Delta P_{нсп2}^*$  зависит от скорости водно-газового потока в среднем сечении  $\Gamma_2-\Gamma_2$ .

Любое изменение скорости полета (перемещения) влечет за собой изменение всех пяти параметров, входящих в формулы тяги (7), (8) продуваемых лопастей второго рабочего колеса спутновращающихся гребных винтов. Естественно, полную тягу лопастей второго



рабочего колеса необходимо рассчитывать с учетом количества лопастей

Вывод формул тяги (8) при  $V_{п} > 0$  для лопастей второго рабочего колеса спутновращающихся гребных винтов аналогичен вышеприведенному.

Полетный (тяговый) КПД продуваемой лопасти второго рабочего колеса спутновращающихся гребных винтов определяется из уравнения

$$\eta_{п2} = \frac{A_{R2}}{A_{п2}}, \quad (10)$$

откуда

$$\eta_{т2} = \left( 1 - \frac{P_{c2} \cdot F_{c2}}{P_{нр2}^* \cdot F_{нр2}} \right) \cdot 100 \%, \text{ при } V_{п} = 0, \quad (11)$$

$$\eta_{п2} = \left( 1 - \frac{P'_{c2} \cdot F'_{c2}}{P'_{нр2} \cdot F'_{нр2}} \right) \cdot 100 \%, \text{ при } V_{п} = 0. \quad (12)$$

Необходимо отметить, что направление вектора тяги  $R_2$  второго рабочего колеса спутновращающихся гребных винтов всегда противоположно среднему вектору скоростей  $C_r$ .

Для однорядных гребных винтов направление вектора тяги никогда не совпадает с осью вращения винта, всегда составляет определенный угол  $\alpha$ , [1, С. 24, фиг. 6, а].

Поэтому теорему о подъемной силе продуваемого профиля лопасти второго рабочего колеса спутновращающихся гребных винтов в общем виде можно описать уравнением

$$P_2 = R_2 \cdot \sin \alpha, \quad (13)$$

откуда

$$P_2 = (P_{нр2}^* \cdot F_{нр2} - P_{c2} \cdot F_{c2}) \cdot \sin \alpha, \text{ при } V_{п} = 0, \quad (14)$$

$$P'_2 = (P'_{нр2} \cdot F'_{нр2} - P'_{c2} \cdot F'_{c2}) \cdot \sin \alpha', \text{ при } V_{п} = 0, \quad (15)$$

где  $P_2$  — подъемная сила продуваемого профиля лопасти второго рабочего колеса спутновращающихся гребных винтов.

Поэтому теорему о подъемной силе продуваемого профиля лопасти второго рабочего колеса спутновращающихся гребных винтов можно сформулировать следующим образом.

Подъемная сила продуваемого профиля лопасти второго рабочего колеса спутновращающихся гребных винтов всегда является функцией от тяги, генерируемой продуваемым профилем лопасти и рассчитывается по формулам (13), (14), (15).

Отклонение вектора тяги  $R_1$ ,  $R_2$  от оси гребного винта на угол  $\alpha$  влияет на конечное значение полетного (тягового) КПД

$$\eta_{т2} = \left( 1 - \frac{P_{c2} \cdot F_{c2}}{P_{нр2}^* \cdot F_{нр2}} \right) \cdot 100 \% \cdot \sin \alpha, \text{ при } V_{п} = 0, \quad (16)$$

$$\eta_{п2} = \left( 1 - \frac{P'_{c2} \cdot F'_{c2}}{P'_{нр2} \cdot F'_{нр2}} \right) \cdot 100 \% \cdot \sin \alpha', \text{ при } V_{п} = 0. \quad (17)$$

Для спутновращающихся гребных винтов диффузорность лопастей второго рабочего колеса рассчитывается

такой, чтобы угол  $\alpha$  на расчетном режиме был бы равен нулю, [1, С. 24, фиг. 6, б].

В формулах (2–17) для лопастей второго рабочего колеса спутновращающихся гребных винтов приняты следующие обозначения:  $R_2$  — тяга продуваемой лопасти второго рабочего колеса при  $V_{п} = 0$ ;  $P_{нр2}^* = P_{r2}^*$  — статическое давление продуваемого водно-газового потока в среднем сечении  $\Gamma_2$ - $\Gamma_2$ ;  $F_{нр2}$  — площадь водно-газодинамического тракта в среднем сечении  $\Gamma_2$ - $\Gamma_2$  зоны  $K_2$ - $C_2$ , равная  $t_1 \cdot l$ , где  $t_1$  — толщина водно-газодинамического тракта в среднем сечении  $\Gamma_2$ - $\Gamma_2$ ,  $l$  — длина лопасти гребного винта;  $P_{c2}$  — статическое давление продуваемого водно-газового потока в выходном сечении  $C_2$ - $C_2$  реактивного сопла зоны  $K_2$ - $C_2$  при  $V_{п} = 0$ ;  $F_{c2}$  — площадь водно-газодинамического тракта в выходном сечении  $C_2$ - $C_2$  реактивного сопла зоны  $K_2$ - $C_2$ , равная  $t \cdot l$ , где  $t$  — толщина водно-газодинамического тракта в выходном сечении  $C_2$ - $C_2$  реактивного сопла зоны  $K_2$ - $C_2$  при  $V_{п} = 0$ ;  $\alpha$  — угол между направлением вектора тяги  $R_2$  и осью гребного винта при  $V_{п} = 0$ ;  $\eta_{т2}$  — тяговый КПД продуваемой лопасти второго рабочего колеса спутновращающихся гребных винтов при  $V_{п} = 0$ ;  $P_2$  — подъемная сила продуваемого профиля лопасти второго рабочего колеса при  $V_{п} = 0$ ;  $R'_2$  — тяга продуваемой лопасти второго рабочего колеса при  $V_{п} > 0$ ;  $P'_{нр2} = P'_{r2}$  — статическое давление продуваемого водно-газового потока в среднем сечении  $\Gamma_2$ - $\Gamma_2$ , водно-газодинамического тракта зоны  $K_2$ - $C_2$ , приведенное к зоне невозмущенного потока  $H$  при  $V_{п} > 0$ , зависит также от осевой скорости водно-газового потока в среднем сечении  $\Gamma_2$ - $\Gamma_2$ ;  $F'_{нр2}$  — площадь водно-газодинамического тракта в среднем сечении  $\Gamma_2$ - $\Gamma_2$ , зоны  $K_2$ - $C_2$  при  $V_{п} > 0$ , равная  $t'_1 \cdot l$ , где  $t'_1$  — толщина водно-газодинамического тракта в среднем сечении  $\Gamma_2$ - $\Gamma_2$  при  $V_{п} > 0$ ;  $P'_{c2}$  — статическое давление продуваемого водно-газового потока в выходном сечении  $C_2$ - $C_2$  реактивного сопла зоны  $K_2$ - $C_2$  при  $V_{п} > 0$ ;  $F'_{c2}$  — площадь водно-газодинамического тракта в выходном сечении  $C_2$ - $C_2$  реактивного сопла зоны  $K_2$ - $C_2$ , равная  $t_1 \cdot l$ , где  $t_1$  — толщина водно-газодинамического тракта в выходном сечении  $C_2$ - $C_2$  реактивного сопла зоны  $K_2$ - $C_2$  при  $V_{п} > 0$ ;  $\alpha_1$  — угол между направлением вектора тяги  $R'_2$  и осью гребного винта при  $V_{п} > 0$ ;  $\eta_{п2}$  — полетный (тяговый) КПД продуваемой лопасти второго рабочего колеса спутновращающихся гребных винтов при  $V_{п} > 0$ ;  $P'_2$  — подъемная сила продуваемой лопасти второго рабочего колеса спутновращающихся гребных винтов при  $V_{п} > 0$ .

**2.5. Применение уравнения Эйлера, как контрольного варианта, для вывода формулы тяги продуваемой лопасти второго рабочего колеса спутновращающихся гребных винтов.** Для решения поставленной задачи рассмотрим правильное применение уравнения Эйлера для трубки тока в зоне  $K_2$ - $C_2$ , [9, С. 10–13], [10, С. 70–71].

Для вывода формулы тяги продуваемой лопасти второго рабочего колеса спутновращающихся гребных винтов с помощью уравнения Эйлера необходимо обе части этого уравнения разделить на  $\Delta t$  с целью перехода на размерность к  $\Gamma$  или  $H$ , после чего уравнение Эйлера преобразуется во второй Закон И. Ньютона:

$$m_r \cdot \frac{\Delta V}{\Delta t} = m_r \cdot a = \sum P_i, \quad (18)$$

где  $m_r$  — секундный массовый расход водно-газового потока через продуваемую лопасть гребного винта,



$\Delta V$  — разница осевых скоростей на выходе,  $V_2$ , из трубки тока в зоне  $K_2-C_2$ , сечение  $C_2-C_2$ , и на входе,  $V_1$ , в ту же трубку тока, сечение  $K_2-K_2$ ;  $\Delta t$  — время импульса всех внешних сил, действующих на трубку тока в зоне  $K_2-C_2$ , или время перемещения потока от сечения  $K_2-K_2$  до сечения  $C_2-C_2$ ;  $\frac{\Delta V}{\Delta t} = a$  — изменение ускорения продуваемого водно-газового потока в зоне  $K_2-C_2$ ;  $\Sigma P_i$  — сумма всех остальных внешних сил, действующих на трубку тока в зоне  $K_2-C_2$ , включая силу тяги  $R_2$  продуваемой лопасти спутновращающихся гребных винтов, реакции отсоединенных потоков со стороны первичных движущих сил от изменения статических давлений, вторичных движущих динамических — инерционных сил продуваемого водно-газового протока, действующих слева на сечение  $K_2-K_2$  от зоны Н- $K_2$  и справа на сечение  $C_2-C_2$  от зоны  $C_2-N_1$ , рис. 1, z.

В этом случае уравнение Эйлера (18) читается только так:

Изменение силы инерции продуваемого водно-газового потока  $m_r a$ , которая является одной из внешних сил, действующих на трубку тока в зоне  $K_2-C_2$ , всегда равняется сумме всех остальных внешних сил, включая силу тяги  $R_2$  продуваемой лопасти гребного винта, а также реакции отсоединенных потоков от первичных движущих сил от изменения статических давлений, вторичных движущих динамических — инерционных сил продуваемого водно-газового потока, действующих на сечение  $K_2-K_2$  слева от зоны Н- $K_2$  и справа на сечение  $C_2-C_2$  от зоны  $C_2-N_1$ .

Запишем уравнение Эйлера (18) в векторной форме:

$$\overline{m_r a} = \overline{P_{ин1}} + \overline{P_{ин2}} + \overline{P_{нсп2}^* \cdot F_{нсп2}} + \overline{P_{с2} \cdot F_{с2}} + \overline{R_2}, \quad (19)$$

где  $P_{ин1}$  — реакция отсоединенного потока зоны Н- $K_2$  от динамических — инерционных сил, которая действует на сечение  $K_2-K_2$  слева;  $P_{ин2}$  — реакция отсоединенного потока зоны  $C_2-N_1$  от динамических — инерционных сил, которая действует на сечение  $C_2-C_2$  справа;  $R_2$  — тяга продуваемой лопасти второго рабочего колеса спутновращающихся гребных винтов.

Реакции отсоединенных потоков зон Н- $K_2$  и  $C_2-N_1$ , которые действуют на сечения  $K_2-K_2$ ,  $C_2-C_2$  со стороны первичных движущих сил от изменения статических давлений продуваемого водно-газового потока, всегда равняются нулю, поэтому уравнение Эйлера (19) можно записать так:

$$\overline{P_{ин1}} + \overline{m_r a} + \overline{P_{ин2}} = \overline{R_2} + \overline{P_{нсп2}^* \cdot F_{нсп2}} + \overline{P_{с2} \cdot F_{с2}}. \quad (20)$$

Левая часть этого уравнения является суммой вторичных движущих динамических — инерционных сил в пределах контрольного контура Н- $N_1$ , которая для любых движителей на непрерывных потоках, включая рассматриваемые спутновращающиеся гребные винты, всегда равняется нулю, рис. 1, в, тогда в модульной форме:

$$0 = -R_2 + P_{нсп2}^* \cdot F_{нсп2} - P_{с2} \cdot F_{с2}, \quad (21)$$

откуда

$$R_2 = P_{нсп2}^* \cdot F_{нсп2} - P_{с2} \cdot F_{с2}. \quad (7)$$

Таким образом, продуваемая лопасть второго рабочего колеса спутновращающихся гребных винтов генерирует тягу, полетный (тяговый) КПД, теорему о подъемной силе продуваемого профиля, которые рассчитываются по единым формулам тяги, полетного (тягового) КПД, теореме о подъемной силе продуваемого профиля для всех типов движителей на непрерывных потоках, (7), (8), (10), (11), (12), (14), (15), согласно уже разработанной единой теории движителей на непрерывных потоках.

Согласно выведенной теореме о подъемной силе продуваемого профиля лопасти второго рабочего колеса спутновращающихся гребных винтов, формулы (14), (15), установлено, что подъемную (поперечную — морская терминология) силу любого продуваемого профиля (грот парус яхты, крыло птицы, самолета, планера, любой лопаточный профиль, включая продуваемую лопасть второго рабочего колеса спутновращающихся гребных винтов, и др.) всегда нужно рассматривать как функцию от тяги, генерируемой продуваемым профилем, установлено, что полетный (тяговый) КПД любого продуваемого профиля, включая любые лопасти гребных винтов, дополнительно зависят от угла  $\alpha$ , который образуется между вектором тяги  $R$  и осью гребного винта, формулы (16), (17), установлено, что все продуваемые лопасти любых гребных винтов, как и турбореактивные двигатели, относятся к движителям прямой реакции, тяга которых должна измеряться только в кГ или Н.

Исходя из вышеизложенного, единая теория движителей на непрерывных потоках ставит дополнительную цель (задание) перед организациями и фирмами, владеющими гидродинамической трубой: выдать все табличные данные согласно формул (7), (8), (10), (11), (12), (14), (15) с целью существенного упрощения расчета любых лопастей гребных винтов, поскольку разработанная краткая теория спутновращающихся гребных винтов, согласно единой теории движителей на непрерывных потоках, утверждает, что конструктор не должен рассчитывать лопасть гребного винта, он должен выбрать ее из табличных данных, оформленных согласно формул (7), (8), (10), (11), (12), (14), (15).

### 3. Общие выводы.

#### Перспективы дальнейших разработок

Разработанная краткая теория спутновращающихся гребных винтов является логической цепью серии статей, касающихся создания краткой теории однорядных гребных винтов, краткой теории контрвращающихся гребных винтов, краткой теории спутновращающихся гребных винтов, краткого сравнительного анализа однорядных, контрвращающихся и спутновращающихся гребных винтов с целью выбора наиболее эффективного варианта.

В данной статье полностью решена проблема создания краткой теории спутновращающихся гребных винтов, основанной на применении неизвестного в современной теории гребных винтов метода кинематического анализа характера изменения статических давлений, осевых скоростей, первичных движущих сил от изменения статических давлений, ускорений (вторичных движущих динамических — инерционных сил) водно-газового потока. Выведены принципиально новые, единые для всех типов движителей на непрерывных

потоках формулы тяги, (7), (8), полетного (тягового) КПД, (10), (11), (12), (16), (17), теоремы о подъемной силе продуваемого профиля, (13), (14), (15), лопастей второго рабочего колеса спутновращающихся гребных винтов, раскрыты все преимущества последних перед однорядными и контрвращающимися гребными винтами.

Исходя из вышеизложенного, очередная статья будет касаться краткого сравнительного анализа однорядных, контрвращающихся, спутновращающихся гребных винтов, в которой последовательно будет показано и доказано, что наиболее эффективными гребными винтами являются спутновращающиеся, поскольку только в этих гребных винтах полностью устраняется кинематическая зона жесткого (упругого) удара, что позволит увеличить обороты и тягу второго рабочего колеса спутновращающихся гребных винтов в 2–3 раза по сравнению с расчетными оборотами и тягой однорядных гребных винтов.

#### Литература

1. Патент 35561, Україна, МПК В63Н 1/14, В63Н 1/28, В63Н 5/00. Судновий двигуно-рушійний комплекс [Текст] / Б. Ш. Мамедов. — № U200805116, заявл. 21.04.2008, опубл. 25.09.2008, Бюл. № 18, 2008.
2. Справочник по малотоннажному судостроению [Текст] / Составитель Б. Г. Мордвинов. — Ленинград: Судостроение, 1988. — 576 с.
3. Мамедов, Б. Ш. Глава 2. Основы единой теории движителей на непрерывных потоках. Вывод формулы тяги, полетного (тягового) КПД, теоремы о подъемной силе продуваемого профиля, как движителя [Текст] / Б. Ш. Мамедов // Вісник національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. — 2011. — № 33. — С. 146–153.
4. Мамедов, Б. Ш. Глава 9. Основы единой теории движителей на непрерывных потоках. Вывод формулы тяги, полетного (тягового) КПД, теоремы о подъемной силе продуваемого профиля единичного размаха. как движителя на непрерывных потоках (краткая теория крыла самолета) [Текст] / Б. Ш. Мамедов // Вісник національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. — 2012. — № 50(956). — С. 3–17.
5. Казанджан, П. К. Теория авиационных двигателей [Текст] / П. К. Казанджан, Н. Д. Тихонов, А. К. Янко. — М.: Машиностроение, 1983. — 223 с.
6. Мамедов, Б. Ш. Глава 1. Основы единой теории движителей на непрерывных потоках. вывод формулы тяги, полетного (тягового) КПД турбореактивных двигателей [Текст] / Б. Ш. Мамедов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2011. — Т. 4, N 7(52). — С. 15–20.
7. Мамедов, Б. Ш. Глава 7. Основы единой теории движителей на непрерывных потоках. Вывод формулы тяги, полетного (тягового) КПД, теоремы о подъемной силе продуваемого профиля крыла птицы, как движителя [Текст] / Б. Ш. Мамедов // Вісник національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. — 2012. — № 44. — С. 11–20.
8. Мамедов, Б. Ш. Основы единой теории движителей на непрерывных потоках. Вывод формулы тяги паруса [Текст] / Б. Ш. Мамедов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2012. — Т. 5, N 7(59). — С. 11–17.
9. Мамедов, Б. Ш. Применение уравнения Эйлера для вывода формул тяги, полетного (тягового) КПД воздушно-реактивных двигателей по внешним параметрам газового потока при  $V_n \geq 0$  [Текст] / Б. Ш. Мамедов // Вісник національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. — 2013. — № 4(978). — С. 3–15.
10. Мамедов, Б. Ш. Единая теория движителей. Вывод формул тяги, полетного (тягового) КПД ракетных двигателей [Текст] / Б. Ш. Мамедов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2013. — Т. 1, N 7(61). — С. 67–71.

#### ДО ЄДИНОЇ ТЕОРІЇ РУШІВ НА НЕПЕРЕРВНИХ ПОТОКАХ — СТИСЛА ТЕОРІЯ СУПУТНООБЕРТАЮЧИХСЯ ГРЕБНИХ ГВИНТІВ

Розглядаються недоліки сучасної теорії повітряно-реактивних двигунів, які пов'язані з помилковою теоремою о підйомній силі продуваемого профілю, яку професор М. Є. Жуковський вивів у 1912 році у своїй статті «Вихревая теория гребного винта».

**Ключові слова:** кінематичний аналіз, супутнообертаючі гребні гвинти, тяга і підйомна сила продуваемого профілю.

*Мамедов Борис Шамшадович, кандидат технических наук, доцент, Запорожский национальный технический университет, Украина.*

*Мамедов Борис Шамшадович, кандидат технічних наук, доцент, Запорізький національний технічний університет, Україна.*

*Mamedov Borys, Zaporizhzhya National Technical University, Ukraine*

УДК 621.793

**Коваленко В. И.,  
Маринин В. Г.**

## КАВИТАЦИОННАЯ СТОЙКОСТЬ ВАКУУМНО-ДУГОВЫХ ПОКРЫТИЙ, ОСАЖДЕННЫХ НА ПОДЛОЖКАХ РАЗНОЙ ОРИЕНТАЦИИ

Представлены экспериментальные данные по измерениям кавитационной прочности вакуумно-дуговых  $Ti, Zr, (Ti + Zr)N$  покрытий, полученных при различной ориентации поверхности подложек, на которые осаждают покрытие относительно плоскости катода, эжектирующего металлическую плазму. Результаты исследований показали, что кавитационная стойкость, микротвердость, абразивная стойкость вакуумно-дуговых титановых, циркониевых и системы  $Ti-Zr$  покрытий зависят нелинейным образом от величины угла, образованного поверхностями подложки и катода.

**Ключевые слова:** вакуумные дуговые покрытия, титан, цирконий, стойкость, кавитация, сопротивление, абразивный износ

## 1. Введение

В работе [1] показано, что основными факторами, обуславливающими износ энергетического оборудования, в частности оборудования пароводяного тракта ТЭС и АЭС, являются кавитация, высокоскоростные потоки влаги и абразивных частиц. Для уменьшения износа используют активные и пассивные методы защиты. Первый метод включает конструктивные и организационные работы, а второй базируется на применении материалов, обладающих повышенной износостойкостью. В настоящее время большинство работ проводится по второму направлению. При этом исследования направлены на изменение поверхностных свойств используемых материалов с целью их повышения посредством применения химико-термической обработки [2] или нанесения защитных покрытий [3].

Нанесение покрытий на поверхности деталей может осуществляться различными способами, однако наиболее эффективным, как показано в работе [3], является ионно-плазменный с применением вакуумного дугового разряда (ВДР). При реализации технологии с ВДР имеется возможность получать комбинированные покрытия на основе нитридов, карбидов, боридов различных металлов. Такие покрытия используются для решения различных технических задач, в том числе и для защиты некоторых видов энергетического оборудования от воздействия кавитации, абразивных частиц и коррозии [4, 5, 8–10].

## 2. Анализ последних публикаций

В работе [3] приведено описание источников металлической плазмы для нанесения покрытий с применением ВДР. Представлены данные о пространственном распределении составляющих плазменных потоков, генерируемых катодами этих источников. При этом преимущественно исследованы покрытия, осажденные на подложки, установленные параллельно поверхности катода на некотором расстоянии от него на линии, проходящей через его центр и являющейся осью вакуумной камеры либо осажденные на подложки, установленные на фиксированном расстоянии перпендикулярно радиус-вектору из центра катода. Получены данные по микротвердости и плотности конденсатов осажденных из Ti, Mo, Al в высоком вакууме. Ряд других характеристик таких покрытий приведены в работах [4, 6]. Однако данные о механических характеристиках покрытий полученных при произвольном расположении подложек в пространстве перед катодом практически отсутствуют, в частности, отсутствуют данные о прочности покрытий при воздействии кавитации, износе жестко закрепленными абразивными частицами, микротвердости. Перечисленные и ряд других характеристик, например, коррозионная стойкость, являются важными свойствами покрытий, определяющими возможность их применения в энергетическом машиностроении.

## 3. Цель работы

Получение данных о кавитационной и абразивной стойкости вакуумно-дуговых покрытий, осаждаемых на подложки с различной пространственной ориентацией относительно поверхности катода ВДР, эжектирующего металлическую плазму.

## 4. Материалы, оборудование и методы исследования

Покрытия для исследований получены на установке типа «Булат». В качестве катода ВДР использовали титан марки ВТ1-0, кальциетермический цирконий (ТУ 05.50.115-91).

Эрозионную стойкость образцов при воздействии кавитации измеряли на установке, описанной в работе [7]. Для создания кавитационной зоны использованы ультразвуковые волны. Сигнал от генератора УЗ-колебаний подается на магнитострикционный преобразователь, который механически соединен с концентратором экспоненциального профиля. Под торцевой поверхностью концентратора, расположенного в сосуде с водой, формируется зона с развитой кавитацией. В этой зоне на расстоянии 0,55 мм от торцевой поверхности концентратора устанавливали образцы исследуемых покрытий. Амплитуда колебаний торцевой поверхности концентратора составляет  $30 \pm 2$  мкм, а частота — 20 кГц. Эрозию образцов измеряли гравиметрическим методом. Точность измерения весовых потерь  $\pm 0,015$  мг. По экспериментальным данным строили кинетические кривые разрушения материала образцов. Определяли среднюю скорость разрушения покрытий делением весовых потерь на величину времени экспозиции образца в условиях воздействия кавитации.

Абразивный износ измеряли по схеме плоскость — диск. При испытании покрытий их наносили на плоскую поверхность, а диск изготовляли из материала с жестко закрепленными абразивными зёрнами. Скорость движения поверхности диска, которая контактирует с покрытием, равна 4,38 м/с при нагружении образца с покрытием 2,2 Н. Измеряли массовые потери покрытия за фиксированный промежуток времени. Микротвердость образцов измеряли на приборе ПМТ-3.

Для получения покрытий вакуумную камеру откачивали до остаточного давления  $1,33 \cdot 10^{-3}$  Па. В процессе нанесения покрытий давление изменялось в пределах от  $1,33 \cdot 10^{-3}$  до  $5 \dots 6 \cdot 10^{-3}$  Па. Подложки изготовляли из сталей 1X18H10T и 15X11MФ. Ток дугового разряда изменяли в интервале от 65 до 135 А. На подложку подавали стационарный отрицательный потенциал от 100 до 200 В. Структуру покрытий изучали на металлографических шлифах при помощи световой микроскопии. Рентгеноструктурные исследования проведены на дифрактометре ДРОН-3.

## 5. Экспериментальные результаты

Покрытия получены на подложках установленных вдоль линии перпендикулярной оси вакуумной камеры на различных расстояниях от оси ( $l$ ). Плоскости подложек и катода параллельны при осаждении Ti, Zr покрытий и составляют угол  $45^\circ$  с каждым из катодов при формировании (Ti + Zr)N покрытий. Титановые и циркониевые покрытия наносили при токе дугового разряда  $I_d = 100$  А и отрицательном потенциале на подложке  $U = 100$  В, а комбинированное покрытие (Ti + Zr)N при  $I_d = 90$  А каждого катода и потенциале 200 В. Результаты приведенных толщин покрытия ( $\eta$ ), микротвердости ( $H_\mu$ ), кавитационной ( $Z_k$ ) и абразивной ( $Z_a$ ) стойкостей при различных  $l$  представлены в табл. 1

Таблица 1

Характеристики титановых и циркониевых покрытий

Ti					Zr				
к	0	0,15	0,31	0,46	к	0	0,15	0,31	0,46
$\eta$	1	0,89	0,71	0,56	$\eta$	1	0,88	0,76	0,58
$H_{\mu}$	1	1,06	1,1	1,2	$H_{\mu}$	1	1	1,06	1,08
$Z_{\kappa}$	1	1,28	1,7	1,4	$Z_{\kappa}$	1	1,14	1,23	1,55
$Z_{\alpha}$	1	1,07	1,4	2,93	$Z_{\alpha}$	1	1,08	2,47	1,08

относительно тех же характеристик покрытия, которые сформированы на оси системы.

Данные табл. 1 показывают, что при возрастании параметра  $k = l/L_0$  до значений 0,46 ( $L_0$  – расстояние от катода до образца расположенное на оси) толщина покрытий за фиксированный промежуток времени уменьшается практически в 2 раза. Микротвердость как Ti, так и Zr покрытий незначительно возрастает, что обусловлено изменением соотношения между ионной составляющей и количеством нейтрального газа в зоне осаждения покрытия. Наблюдается увеличение кавитационной стойкости Zr – покрытий более чем на 50 %. При этом кавитационная стойкость Ti покрытий при  $k = 0,31$  имеет максимум с последующим уменьшением значения до 0,82 от максимального, а у циркониевых покрытий аналогичным образом изменяется абразивная стойкость. Абразивная стойкость Ti покрытий возрастает практически в 3 раза.

Результаты исследования свойств Ti покрытий нанесенных на подложки, поверхности которых расположены под углом  $45^\circ$  к поверхности катода, представлены в табл. 2. Подложки размещены на различных расстояниях от оси вакуумной камеры ( $l$ ) вдоль линии, перпендикулярной к ней. В табл. 2 также приведены данные для покрытий, полученных при одновременном осаждении на подложку двух эрозионных потоков плазмы из катодов ВДР, которые установлены на одинаковом расстоянии каждый под углом  $45^\circ$  к подложке.

Параметры осаждения покрытий: давление  $2 \cdot 10^{-3}$  Па, ток дуги 100 А, отрицательный потенциал на подложке 100 В. Данные табл. 2 для Ti покрытий показывают, что с ростом  $k$  толщина покрытий (скорость нанесения) уменьшается. При  $k = 0,43$  она на 30 % меньше по

сравнению с вариантом  $k = 0$ . Сравнение этой зависимости с данными табл. 1 показывают, что в этом случае имеет место большая скорость осаждения по сравнению к осаждению на подложки параллельные поверхности катода. Микротвердость незначительно возрастает, а кавитационная стойкость возрастает на ~ 50 %. Абразивная стойкость во всем интервале меньше стойкости при  $k = 0$ . Для комбинированного покрытия Ti + Zr отличие по толщине не превышающее 10 % наблюдается до расстояния от оси вакуумной камеры около 100 мм, что существенно больше по сравнению с осаждением только Ti покрытия. Микротвердость с точностью до ошибки измерения на этом интервале одинакова, наблюдаются незначительные увеличение кавитационной стойкости и уменьшение абразивной стойкости.

Влияние давления азота на свойства комбинированных покрытий представлены в табл. 3. Покрытия получены при давлении азота  $p_1 = 3,5 \cdot 10^{-2}$  и  $p_2 = 6 \cdot 10^{-1}$  Па, токе дугового разряда каждого из катодов 90 А и стационарном отрицательном потенциале на подложке 200 В.

Данные табл. 3 показывают, что при давлении  $p_1$  линейный размер (радиус) зоны одинаковой (с точностью 10 %) толщины покрытия увеличивается в 1,36 раза по сравнению с зоной формирующейся при давлении  $p_2$ . Кавитационная стойкость этих покрытий уменьшается к границе зоны практически в 2 раза по отношению к стойкости этих покрытий на оси системы. Для покрытий полученных при  $p_2$  наблюдается увеличение кавитационной стойкости в 2,33 раза значений  $k = 0,25$  с последующим уменьшением.

Исследования структуры покрытий системы Ti-Zr-N показали, что на рентгенограммах наблюдаются дифрак-

Таблица 2

Характеристики титанового и комбинированного покрытий

Ti							Ti + Zr						
к	0	0,086	0,17	0,25	0,34	0,43	к	0	0,083	0,17	0,25	0,35	0,41
$\eta$	1	0,84	0,8	0,78	0,76	0,7	$\eta$	1	0,99	0,97	0,91	0,83	0,76
$H_{\mu}$	1	0,98	1	1,05	1,07	1,17	$H_{\mu}$	1	1,06	1,03	1,25	1,05	1
$Z_{\kappa}$	1	1,45	1,28	1,32	1,56	1,58	$Z_{\kappa}$	1	1,21	1,21	1,19	1,19	1,11
$Z_{\alpha}$	1	0,78	0,76	0,86	0,94	1,07	$Z_{\alpha}$	1	0,74	0,8	1,12	0,95	0,97

Таблица 3

Свойства комбинированных покрытий (Ti + Zr)N

$p_1 = 3,5 \cdot 10^{-2}$ Па							$p_2 = 0,6$ Па						
к	0	0,083	0,17	0,25	0,34	0,42	к	0	0,083	0,17	0,25	0,34	0,42
$\eta$	1	0,99	0,95	0,94	0,89	0,8	$\eta$	1	0,97	0,9	0,88	0,78	0,68
$Z_{\kappa}$	1	0,84	0,41	0,43	0,48	0,52	$Z_{\kappa}$	1	1,44	1,96	2,33	1,7	1,53



ционные максимумы, отвечающие структуре нитридов с кристаллической решеткой типа NaCl. Рефлексы (111) и (222) расположены между соответствующими рефлексами от моонитридов TiN и ZrN. Параметр кристаллической решетки изменяется с изменением плотности ионного тока и давления азота. При давлении  $p_1$  получено значение  $a = 4,520 \text{ \AA}$ , а при  $p_2 = 4,500 \text{ \AA}$ . Наблюдается увеличение областей когерентного рассеивания в 1,2 раза у покрытий, полученных при  $p_2$  по сравнению с осажденными при  $p_1$ .

## 6. Выводы

Результаты исследований показали, что кавитационная стойкость, микротвердость, абразивная стойкость вакуумно-дуговых титановых, циркониевых и системы Ti-Zr покрытий зависят нелинейным образом от величины угла, образованного поверхностями подложки и катода ВДР. Формирование покрытий системы Ti-Zr обеспечивает увеличение области покрытия с одинаковыми свойствами. При этом с увеличением давления в вакуумной камере размер этой области уменьшается.

## Литература

1. Бараненко, В. И. Решение проблемы снижения эрозионно-коррозионного оборудования и трубопроводов на зарубежных и отечественных АЭС [Текст] / В. И. Бараненко, Ю. А. Янченко // Теплоэнергетика. — 2007. — № 5. — С. 12–19.
2. Борисенко, Г. В. Химико-термическая обработка металлов и сплавов [Текст] : справочник / Г. В. Борисенко, Л. А. Васильев, А. Г. Ворошнин и др. — М.: Металлургия, 1981. — 424 с.
3. Аксенов, И. И. Вакуумная дуга: источники плазмы, осаждение покрытий, поверхностное модифицирование [Текст] / И. И. Аксенов, А. А. Андреев, В. А. Белоус, В. Е. Стрельницкий, В. М. Хороших. — К.: Наукова думка. — 2012. — 728 с.
4. Маринин, В. Г. Ерозія вакуумно-дугових титанових покриттів при дії кавітації [Текст] / В. Г. Маринин, В. І. Коваленко, Л. І. Мартиненко, Ю. М. Соловйченко // Препринт ХФТІ 2008-2-Харків: ННЦ ХФТІ. — 2008. — 22 с.
5. Cheng, Y. H. Mechanical and tribological properties of nanocomposite Ti-Si coatings [Текст] / Y. H. Cheng, T. Browne, B. Heckerman, E. I. Meletis // Surface and Coatings Technology. — 2010. — № 204. — pp. 2123–2129.
6. Marinin, V. G. Cavitation, Erosion of Ti coating produced by the vacuum arc method [Текст] / V. G. Marinin, V. I. Kovalenko, N. S. Lomino // XIX ISDEV 2000, Xi'an china. — V. 1. — pp. 315–317.
7. Коваленко, В. І. Обладнання для дослідження ерозії покриттів при мікроударному діянні [Текст] / В. І. Коваленко, В. Г. Маринин // Вопросы атомной науки и техники. сер. Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение. — 1998.— № 5(71) — С. 83–89.
8. Коваленко, В. И. Прочность поверхностных слоев циркониевых сплавов и вакуумно-дуговых покрытий при микроударном воздействии [Текст] / В. И. Коваленко, В. Г. Маринин // Вопросы атомной науки и техники. сер. Вакуум, чистые материалы, сверхпроводники. — 2008. — № 1. — С. 77–80.
9. Ажажа, В. М. Синтез, структура, субструктура, остаточные напряжения и отдельные физические свойства Ti-Zr-Ni-квазикристаллов [Текст] / В. М. Ажажа, С. М. Дуб, А. Н. Гриб и др. // Вісник Харківського національного університету. Сер. Фізика. — 2006. — № 9, № 739. — С. 103–107.
10. Аксенов И. И. Вакуумная дуга в эрозионных источниках плазмы [Текст] / И. И. Аксенов. — Харьков: ННЦ ХФТИ. — 2005. — 212 с.

## КАВИТАЦІЙНА СТІЙКІСТЬ ВАКУУМНО-ДУГОВИХ ПОКРИТТІВ, СФОРМОВАНИХ НА ПІДКЛАДКАХ З РІЗНОЮ ОРІЄНТАЦІЄЮ

Подано експериментальні дані по вимірюванням кавітаційної міцності вакуумно-дугових Ti, Zr, (Ti + Zr)N покриттів, які одержано на поверхні підкладок з різною просторовою орієнтацією відносно еродуючої поверхні катода. Результати досліджень показали, що кавітаційна міцність, микротвердість та абразивна стійкість вакуумно-дугових, титанових, цирконієвих і системи Ti-Zr покриттів нелінійно залежать від величини кута, що створюється поверхніми підкладки і катода.

**Ключові слова:** вакуумно-дугові покриття, титан, цирконій, стійкість, кавітація, опір, абразивний знос.

*Коваленко Володимир Іванович, молодший науковий співробітник, Інститут фізики твердого тіла, матеріалознавства та технологій, Відділ інтенсивних вакуумно-плазмових технологій, Національний науковий центр «Харківський фізико-технічний інститут», Україна.*

*Маринин Володимир Григорьевич, кандидат фізико-математических наук, доцент, старший науковий співробітник, Інститут фізики твердого тіла, матеріалознавства та технологій, Відділ інтенсивних вакуумно-плазмових технологій, Національний науковий центр «Харківський фізико-технічний інститут», Україна, e-mail: marinin@kipt.kharkov.ua.*

*Коваленко Володимир Іванович, молодший науковий співробітник, Інститут фізики твердого тіла, матеріалознавства та технологій, Відділ інтенсивних вакуумно-плазмових технологій, Національний науковий центр «Харківський фізико-технічний інститут», Україна.*

*Маринин Володимир Григорьевич, кандидат фізико-математических наук, доцент, старший науковий співробітник, Інститут фізики твердого тіла, матеріалознавства та технологій, Відділ інтенсивних вакуумно-плазмових технологій, Національний науковий центр «Харківський фізико-технічний інститут», Україна.*

*Kovalenko Vladimir, Institute of solid-state physics, materials science and technologies, National Science Center «Kharkov Institute of Physics and Technology», Ukraine.*

*Marinin Vladimir, Institute of solid-state physics, materials science and technologies, National Science Center «Kharkov Institute of Physics and Technology», Ukraine, e-mail: marinin@kipt.kharkov.ua*



Одарченко А. М.

# КОЛІРНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПОНЕНТІВ ОВОЧЕВОГО НАПІВФАБРИКАТУ, ПРИЗНАЧЕНОГО ДЛЯ ЗАМОРОЖУВАННЯ

*Колориметричним методом досліджено параметри кольору компонентів овочевого напівфабрикату для перших та других страв залежно від режимів і прийомів технологічної обробки перед заморожуванням. Встановлено вплив операцій тушіння та сушіння на координати кольору, колірний тон, колориметричну чистоту основних рецептурних компонентів овочевого напівфабрикату призначеного для консервування холодом.*

**Ключові слова:** колориметричні методи, сушіння, тушіння, координати кольору, колориметрична чистота, колірний тон

## 1. Вступ

Колориметричні методи широко застосовуються в дослідженнях, пов'язаних з різними галузями промисловості.

Нині прийнято вважати основними галузями, де застосовуються кольорові вимірювання, — поліграфічну, лакофарбову, текстильну і оптичну промисловості. Проте останнім часом, методи об'єктивного колірного вимірювання застосовуються також і в харчовій промисловості, як один із способів контролю якості вирощених культур, виробництва харчових продуктів.

Вивчення якості розроблених продуктів, що проводиться інструментальними методами, дає змогу стверджувати про стійкість до збереження продуктів, відповідність вимогам стандартів тощо. Для реєстрації і вимірювання кольору застосовують різні колориметричні методи, які надають можливості характеризувати колір, розглядаючи його фізичний аспект, тобто оптичні властивості об'єкта, при цьому суб'єктивна психофізіологічна оцінка спостерігача виключається. Оскільки колір і його психологічне сприйняття є одним з аспектів, що формують оцінку якості товару споживачем, існує необхідність об'єктивного контролю зміни колірних показників як сировини, за різних технологічних прийомах її переробки, так і кінцевого продукту.

## 2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

На сьогоднішній день на українському ринку консервованих харчових продуктів відбуваються еволюційні зміни їх споживних властивостей у бік збільшення ступеня готовності. Виходячи з цих потреб, ринок напівфабрикатів і продуктів високого ступеня готовності динамічно розвивається [1–4]. До цієї ж групи товарів слід віднести напівфабрикати, консервовані холодом. Ці напівфабрикати мають певні переваги у зв'язку зі способом консервування: їх хімічний склад максимально наближений до вихідної сировини; досить великі терміни зберігання; зручність використання як у побуті, так й на підприємствах ресторанного господарства.

У той же час, патентно-інформаційний аналіз показав недоліки існуючих характеристик заправок для супів та борщів, однією з яких є використання синтетичних барвників для коригування колірних параметрів. Крім того, відомо, що в процесі виробництва та зберігання відбуваються зміни колірних характеристик овочевих напівфабрикатів [5–7], що вимагає отримання нових наукових знань. В останній час метод об'єктивного колірного вимірювання широко застосовується в харчовій промисловості, як один із способів контролю якості сировини та готових продуктів. Дослідженням даної проблеми займалось багато вітчизняних та зарубіжних вчених та науковців: Байдичева, Шрипушин, Рудакова, Яшин, Керол, Річард та ін. [8–10].

## 3. Мета і задачі дослідження

Метою роботи було дослідження змін основних колірних параметрів компонентів овочевого напівфабрикату для перших та других страв при варіюванні різних режимів та прийомів технологічної обробки перед заморожуванням.

## 4. Експериментальні дані та їх обробка

Колориметричний метод аналізу ґрунтується на зміні поглинання світла речовиною. Інтенсивність забарвлення досліджуваного зразку порівнюють із забарвленням контролю, концентрація якого відома. Під час проходження світла крізь забарвлений розчин деяка кількість світлової енергії поглинається, внаслідок чого інтенсивність променя, який падає на розчин, завжди відрізняється від інтенсивності променя, який виходить із розчину. Проходження світла крізь розчин підлягає певній закономірності, яка називається законом Ламберта-Бера.

Для визначення параметрів кольору був використаний метод зважених ординат, який відноситься до розрахункових методів виміру координат кольору на основі спектральних параметрів і колірного графіка [11]. Згідно з методом зважених ординат розрахунок координат кольору ( $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ ) був зроблений за допомогою виразів (1–3):

$$X = \int_{380}^{750} \bar{x}(\lambda)\tau(\lambda)I_{\lambda}(A)d\lambda, \quad (1)$$

$$Y = \int_{380}^{750} \bar{y}(\lambda)\tau(\lambda)I_{\lambda}(A)d\lambda, \quad (2)$$

$$Z = \int_{380}^{750} \bar{z}(\lambda)\tau(\lambda)I_{\lambda}(A)d\lambda, \quad (3)$$

де  $\bar{x}(\lambda)$ ,  $\bar{y}(\lambda)$ ,  $\bar{z}(\lambda)$  – стандартизовані функції змішування кольорів;  $\tau(\lambda)$  – коефіцієнт пропускання досліджуваних зразків;  $I_{\lambda}(A)$  – спектральна густина джерела випромінювання  $A$ ;  $d\lambda$  – ширина спектрального інтервалу.

Для кожного досліджуваного зразка за координатами кольору було розраховано трибарвні коефіцієнти (4):

$$x = \frac{X}{X+Y+Z}, \quad y = \frac{Y}{X+Y+Z}. \quad (4)$$

Для визначення таких колориметричних характеристик, як тон кольору (домінуючої довжини хвилі) та колориметрична чистота кольору, був використаний колірний графік. Він є трикутником, у вершинах якого розташовані одиничні кольори XYZ, у центрі якого знаходиться білий колір. На площину графіка нанесена крива кольоровості монохроматичного випромінювання. Перетин кривої спектральних тонів і прямої, проведеної через точку білого кольору і через точку нанесеної кольоровості, визначає тон кольору досліджуваного зразка [12]. Розрахунок колориметричної чистоти проведений за допомогою виразу (5):

$$p_c = \frac{y_{\lambda} \cdot y_N - y_W}{y_N \cdot y_{\lambda} - y_W}, \quad (5)$$

де  $y_{\lambda}$  – трибарвний коефіцієнт точки перетину прямої, проведеної через точку білого кольору та точку розрахованої кольоровості з лінією спектральних тонів;  $y_N$  – трибарвний коефіцієнт зразка, що обчислюється;  $y_W$  – трибарвний коефіцієнт білого кольору.

Для колориметричних досліджень використовували спектрофотометр СФ-46 (із кюветою кварцовою прямокутною для шару рідини товщиною 10 мм) із метою виміру спектральних коефіцієнтів пропускання та визначення координат кольору ( $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ ), тону кольору, колориметричної чистоти кольору. Об'єктами дослідження були компоненти овочевого напівфабрикату для перших та других страв, які впливають на формування кольору готового продукту: буряк столовий, перець солодкий та морква свіжа, які підлягали варіюванню різних режимів та прийомів технологічної обробки перед заморожуванням. Тушіння проводили у трьох режимах: скорочений (режим 0,95), тушіння до повної готовності (режим 1,0) та тривалий (режим 0,7). Досліджувані зразки сушили за допомогою конвективної сушарки до втрати вологи у кількості 5, 15, 30 % (відповідно режими 0,95; 0,85; 0,7) від її початкового вмісту. У якості контролю виступали свіжі овочі.

Отримані дані опрацьовували методами математичної статистики та кореляційного аналізу з використанням програмного забезпечення MathCad. Похибка вимірювань показників не перевищувала 5 %. Результати спектрофотометричних досліджень наведені на рис. 1, 2.

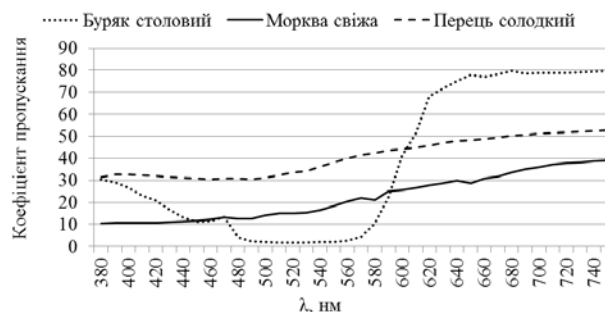


Рис. 1. Коефіцієнт пропускання свіжих компонентів борщової заправки

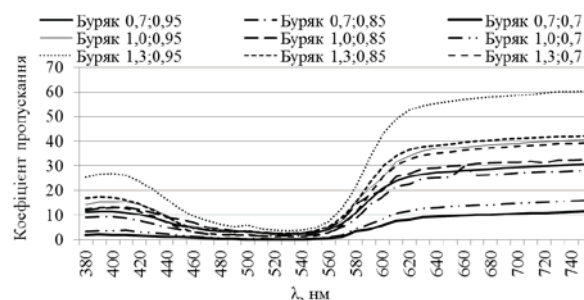


Рис. 2. Коефіцієнт пропускання тушкованого буряку після сушіння

З отриманих експериментальних даних після проведення відповідних розрахунків маємо, що тон кольору всіх досліджуваних зразків буряку столового та моркви свіжої відноситься до помаранчевої області видимого діапазону електромагнітного випромінювання, перець солодкого – до жовтого в свіжому вигляді та для всіх режимів сушіння, а в результаті тушіння та сушіння після тушіння тон кольору зразків перецю відноситься до помаранчевої області.

З отриманих даних виходить, що у разі сушіння при всіх досліджуваних режимах відбувається незначна зміна домінуючої довжини хвилі всіх зразків, за винятком буряку столового, де відбувається зменшення величини тону кольору в помаранчевій області спектра електромагнітного випромінювання порівняно з контролем. Відносно колориметричної чистоти спостерігається тенденція збільшення значення для буряку столового порівняно з контролем, для перецю в режимі тушіння 0,7 відбувається незначне збільшення значення колориметричної чистоти з подальшим зменшенням у режимі 0,85 і 0,95. Для моркви свіжої спостерігається збільшення колориметричної чистоти в разі режиму сушіння до втрати вологи 5 та 15 % від її початкового вмісту.

Результати визначення характеристик кольору для тушкованого буряку, вказують на істотну зміну його тону відносно контролю, при цьому спостерігається значне збільшення колориметричної чистоти для режиму тушіння 0,7 і 1,0. Також слід зазначити збільшення значення тону кольору тушованої моркви за режиму 1,3 та зменшення значення колориметричної чистоти у всіх режимах тушіння. Для зразків перецю солодкого спостерігається тенденція зсуву тону кольору в бік помаранчевої області видимого діапазону електромагнітного випромінювання, що виражається в збільшенні його значення відносно контрольного зразка. Колориметрична чистота зразків перецю для всіх режимів тушіння зменшується відносно контрольного зразка неістотно.

У результаті розрахунку колориметричних характеристик для зразків після тушіння та сушіння впливає, що для буряку столового — спостерігається зміна значення тону кольору порівняно з контролем, проте, порівняно з результатами, отриманими для тушіння, ця зміна зменшується. Для зразків моркви в режимах 0,7; 0,7, 0,7; 0,85, 0,7; 0,95; 1,0; 0,85, 1,0; 0,95 відбувається незначна зміна домінуючої довжини хвилі, при цьому колориметрична чистота зменшується порівняно з контрольним зразком. Для зразка моркви, приготовленої в режимі 1,0; 0,7 спостерігається зсув тону кольору в бік червоного діапазону електромагнітного випромінювання, при цьому колориметрична чистота змінюється не значною мірою відносно контролю. Для зразків перцю після сушіння та тушіння (режими 1,0; 0,7, 1,0; 0,85, 1,0; 0,95, 1,3; 0,7, 1,3; 0,85, 1,3; 0,95) відбувається зміна тону кольору в бік помаранчевої області оптичного діапазону, але дана зміна порівняно з отриманими даними для тушіння режиму 1,0 та 1,3 є меншою.

## 5. Висновки

В результаті проведених колориметричних вимірів для буряку столового, перцю солодкого та моркви після операцій технологічної обробки перед заморожуванням встановлена зміна координат кольору, колірний тону, колориметричної чистоти. Встановлено, що в процесі сушіння колірний тон досліджуваних зразків змінюється по відношенню до контролю, проте, порівняно з впливом процесу тушіння на зміну колірності, він є менш значимим, що ймовірно зумовлено зменшенням тривалості аерації зразків і, як наслідок, зменшення деструктивного окислення пігментного комплексу зразків.

Встановлено також, що процес сушіння сприяє частковому відновленню колірного тону досліджуваних зразків буряку столового, а також зразків перцю.

## Література

1. Ялунер, Е. В. Стратегическое планирование развития сферы услуг: теоретические и концептуальные положения [Текст] / Е. В. Ялунер; С.-Петербург. гос. ун-т сервиса и экономики. — СПб. : Диалог, 2006. — 126. — С. 123—126.
2. Балаева, А. Сфера услуг в мировой экономике: тенденции развития [Текст] / А. Балаева, М. Предводителева // Мировая экономика и международные отношения. — 2007. — № 3. — С. 23—29.
3. Guillard, A. Nutrient based quality control in public catering: need for revision [Текст] / A. Guillard // Journal of Food Engineering. — 2003. — V. 56. — С. 189—193.
4. Neves, E. Dividends: new evidence on the catering theory [Текст] / E. Neves, J. Pindado, C. de la Torre // Documento de Trabajo Nuevas Tendencias en Direccion de Empresas. — 2006.
5. Drake, S. R. The influence of blanch and freezing methods on the quality of selected vegetable [Текст] / S. R. Drake, S. E. Spayd, I. B. Thompson // J. of Food Quality. — 1981. — V. 4(4). — С. 271—278.
6. Kozlowski, A. V. Is it necessary to blanch all vegetables before freezing [Текст] / A. V. Kozlowski // Congestion conservation a l'etat congeal it lyophilisation, subst. Biol. Et aim. — 1997. — С. 227—236.
7. John, L. Yields and solids loss in steam blanching, cooling and freezing vegetables [Текст] / L. John, W. Bomben, J. Dietrich // J. Food Science. — 1975. — № 4. — С. 660—664.

8. Байдичева, О. В. Цветометрия — новый метод контроля качества пищевой продукции [Текст] / О. В. Байдичева, В. В. Хрипушин, Л. В. Рудакова, О. Б. Рудаков // Пищевая промышленность. — 2008. — № 5. — С. 20—22.
9. Яшин, А. Я. Определение содержания природных антиоксидантов в пищевых продуктах и БАДах [Текст] / А. Я. Яшин, Н. И. Черноусова // Пищевая промышленность. — 2007. — № 5. — С. 28—31.
10. A. C. 5162127 ClF. VRB F 23 D 7/10 Method of inhibiting discoloration of foodstuffs with hydrolysis mixtures of aldonic and sulfites / Weiss Carol, Tod Richard J.: American Can Co — N809201 Заявл. 9.12.91; Опубл. 10.11.92, НКИ 426/268.
11. Булатов, М. И. Практическое руководство по колориметрическим и спектрофотометрическим методам анализа [Текст] / М. И. Булатов, И. П. Калинин. — М.: Химия, 1965. — 230 с.
12. Иванов, В. М. Химическая цветометрия: возможности метода, области применения и перспективы [Текст] / В. М. Иванов, О. В. Кузнецова // Успехи химии. — 2001. — Т. 70(5). — С. 411—428.

## ЦВЕТОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПОНЕНТОВ ОВОЩНОГО ПОЛУФАБРИКАТА, ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ЗАМОРАЖИВАНИЯ

Колориметрическим методом исследованы параметры цвета компонентов овощного полуфабриката для первых и вторых блюд в зависимости от режимов и приемов технологической обработки перед замораживанием. Установлено влияние операций тушения и сушки на координаты цвета, цветовой тон, колориметрическую чистоту основных рецептурных компонентов овощного полуфабриката предназначенного для консервирования холодом.

**Ключевые слова:** колориметрические методы, сушка, тушение, координаты цвета, колориметрическая чистота, цветовой тон.

*Одарченко Андрій Миколайович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра товарознавства, управління якістю та екологічної безпеки, Харківський державний університет харчування та торгівлі, Україна, e-mail: laboratory119@mail.ru.*

*Одарченко Андрей Николаевич, кандидат технических наук, доцент, кафедра товароведения, управления качеством и экологической безопасности, Харьковский государственный университет питания и торговли, Украина.*

*Odarchenko Andriy, Kharkiv State University of Food Technology and Trade, Ukraine, e-mail: laboratory119@mail.ru*

Sakhnenko M.,  
Ved M.,  
Bairachna T.,  
Shepelenko O.,  
Ziubanova S.

## REDOX FLOW BATTERIES — PERSPECTIVE MEANS OF ELECTROCHEMICAL ENERGY STORAGE

У статті представлено огляд технології так званих проточних редокс батарей. Наведено принцип їх роботи, а також приклади їх практичного використання, переваги та недоліки. Обговорюється сучасний стан наукових досліджень, що стосуються проточних редокс батарей. Перелічено редокс пари та електродні матеріали, що використовуються в проточних редокс батареях. Запропоновано шляхи їх подальшого вдосконалення.

**Ключові слова:** зберігання електроенергії, батарея, електроліт, електрод, каталітична активність, сплав

### 1. Introduction

In recent years a lot of attention was given to renewable sources of energy such as wind and solar. It is known that those are able to provide significant energy supply but at the same time are intermittent and to a large extent unpredictable. In order to make use of before mentioned energy sources they should be collected into means of storage in order to be used afterwards. Another example when energy storage would be beneficial is balancing the grid load over time: storing the excessive energy at night and giving it away during the day peak loads.

Electrochemical means of energy storage (EMES) offer a lot of flexibility and control over the process of energy collection and release. Lately among all kinds of EMES such as batteries, capacitors, and fuel cells so-called redox flow batteries (RFBs) emerged as a promising means of large scale energy storage. The whole concept of RFBs has been known since 1970s from NASA's study and recently attained attention again. These RFBs differ from traditional lithium-based batteries (LBB) by the fact that electroactive materials are not stored inside of a RFB at all times but rather in special tanks outside of power conversion device and are introduced during device operation only. Thus, RFB is easy to scale up for any given situation.

Another difference between a RFB and a LBB is that the latter uses electrode material as a part of electrochemical fuel while in RFB electrode materials usually do not participate in reactions. In a LBB electrodes would suffer from physical and chemical changes and be eventually all used up. Besides, since all electroactive material is situated inside a LBB, the attempt of increasing power and energy density would inevitably result in the increased number of identical battery modules. In a RFB the higher performance characteristics can be achieved by simply increasing the volume of tanks for electrolytes.

### 2. Literature review

Among RFBs there might be distinguished true and hybrid ones. True RFBs indeed have all electroactive species (liquid or gas) outside while hybrid RFBs have at least one electroactive component inside the cell. The

majority of true RFBs utilizes two solutions — one for positive electrode reactions and another for negative electrode ones [1]. These solutions might consist of the same nature species but in different oxidation states, for example all-vanadium RFBs, or different nature species, such as iron-chromium RFBs (Fig. 1). Electrolytes need to be separated by an ion selective membrane to prevent electroactive particles mixing.

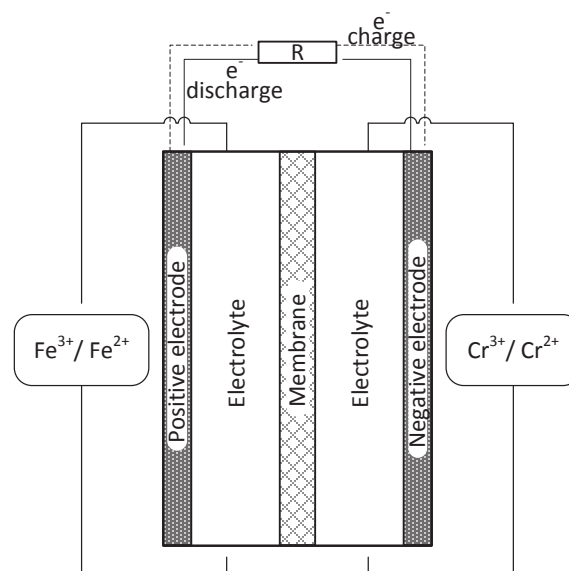


Fig. 1. Schematic of a RFB. Electrodes shown in a charge mode

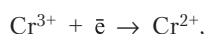
In other words, the initial solutions of positive and negative electrolytes consisting of  $\text{CrCl}_3$  and  $\text{FeCl}_2$  should be charged by external electricity to store the electric energy converting  $\text{Fe}^{2+}$  into  $\text{Fe}^{3+}$  and  $\text{Cr}^{3+}$  into  $\text{Cr}^{2+}$ . During the charge process the electrolytes are pumped through the cell undergoing electrochemical change until all electroactive species are converted into their charged forms. When it is time to release the energy the direction of the process is reversed and the particles of  $\text{Fe}^{3+}$  and  $\text{Cr}^{2+}$  go back to their initial oxidation states, i. e.  $\text{Fe}^{2+}$  and  $\text{Cr}^{3+}$  giving energy in the form of electricity away.



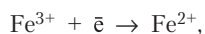
The RFBs exhibit a number of advantages over other electrochemical energy sources. As mentioned above, electrodes in RFBs themselves do not participate in the electrochemical reactions thus providing more stable and reliable performance. Furthermore, to increase the energy capacity of a RFB it is enough to use bigger volume tanks with more electrolytes without changing the cell size. This leads to easily scaled up cell design and smart materials utilization (i.e. electrodes, membranes, etc.). Another big advantage of a RFB is its inherent safety coming from the fact that most of the time energy storing species is spatially separated from the point of reaction. High efficiency (electricity to electricity conversion) and energy density, low maintenance and easiness of operation, resistance to overcharge and overdischarge along with the ability for deep discharge complement the list of RFB strengths. Among their shortcomings there is necessity of using pumps and flow sensors as well as low power density.

For the iron-chromium RFB, reactions occurring during charge-discharge are:

– charge:



– discharge:



The concept of RFB is relatively new and very few of them have been commercialized so far. There are a number of limitations to overcome for RFBs to become more suitable and effective for industrial purposes [1]:

- stable, low-cost and environmentally friendly redox couples with high solubility and fast kinetics need to be found;
- membranes possessing high selectivity and durability are to be developed;
- cell design should provide minimal transport losses;

- efficient, stable, and low-cost material electrodes are to be synthesized;
- integration into the traditional electric grid system is to be performed.

Among these limitations our group has been focusing on the electrochemical synthesis of catalytically active electrode materials with properties optimal for highly performing RFBs. Previous studies have shown that catalytic electrolytic nanostructured deposits of binary CoW and NiW alloys can be utilized as electrode materials [2]. Along with V, such elements as W and Mo are soluble in several oxidation states and thus in principle can be considered as redox couples for RFB electrolytes [3]. If so, CoW and NiW might offer additional benefits in terms of their functional properties when utilized as electrodes in RFBs.

A number of redox couples have been investigated for use in RFBs (tabl. 1). All-vanadium RFB are considered to be the most commercially attractive but limited availability of vanadium and poor solubility of its sulfate results in the need of search for more available, affordable, and effective substitutions for vanadium redox couples. Also, because of the high possibility of cross-contamination between positive and negative electrolytes of a cell during long time operation leading to lost capacity and lowered efficiency it is beneficial to consider electrolyte with the common elements in both half-cells. Other examples of elements examined for their use in RFB as electroactive species in electrolyte include nickel, lead, neptunium, uranium, and ruthenium. The search of affordable, efficient, abundant and environmentally friendly redox couples is one direction of further RFB development.

One recent study focused on Cu(II)/Cu(I) redox couple as a half-cell electrolyte for RFBs [4]. The effect of chlorides as complexing agents to stabilize Cu(I) has been studied. From the paper, high concentration of chlorides allowed for achieving the desired degree of reversibility and employing Cu(II)/Cu(I)-based solutions as positive electrolyte performing nearly as considered cheap iron electrolytes. Thermal stability of Cu(II)/Cu(I) system allowed its usage at up to 60 °C which was higher than that of

**Table 1**

Characteristics of selected redox flow batteries (adapted from [9])

Redox couple	Electrolytes	Charge/discharge reactions	Voltage, V	Efficiency, %
Iron-chromium	1 M CrCl <sub>3</sub> (negative side) and 1 M FeCl <sub>2</sub> (positive side) in 2 M HCl	$\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \bar{e}$ $\text{Cr}^{3+} + \bar{e} \rightarrow \text{Cr}^{2+}$	1,18	95
Iron-titanium	1 M FeCl <sub>3</sub> + 3 M HCl (positive side) 1 M TiCl <sub>3</sub> + 3,5 M HCl (negative side)	$\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \bar{e}$ $\text{Ti}^{4+} + \bar{e} \rightarrow \text{Ti}^{3+}$	1,19	44–50
All-vanadium	1,6–2 M V <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> in H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (both sides)	$\text{VO}^{2+} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{VO}^{2+} + 2\text{H}^+ + \bar{e}$ $\text{V}^{3+} + \bar{e} \rightarrow \text{V}^{2+}$	1,6	80
Vanadium-bromine	1–3 M VBr <sub>3</sub> in 7–9 M HBr + 1,5–2 M HCl (both sides)	$2\text{VBr}_3 + 2\bar{e} \rightarrow 2\text{VBr}_2 + 2\text{Br}^-$ $2\text{Br}^- + \text{Cl}^- \rightarrow \text{ClBr}_2^- + 2\bar{e}$	1,4	74
Manganese-vanadium	0,3 M Mn(II)/Mn(III) in H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (positive side) V(III)/V(II) in 5 M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (negative side)	$\text{Mn}^{2+} \rightarrow \text{Mn}^{3+} + \bar{e}$ $\text{V}^{3+} + \bar{e} \rightarrow \text{V}^{2+}$	1,66	63
Zink-cerium	0,3 M Ce <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> + 1,3 M ZnO in methane sulfonic acid (positive side); 0,36 M Ce <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> + 0,9 M ZnO in methane sulfonic acid (negative side)	$2\text{Ce}^{3+} \rightarrow 2\text{Ce}^{4+} + 2\bar{e}$ $\text{Zn}^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Zn}_0$	2,45	98
All-chromium	0,2 M chromium EDTA complex in HCl (both sides)	$[\text{Cr(III)EDTA(H}_2\text{O)}]^- \rightarrow [\text{Cr(V)EDTA(H}_2\text{O)}]^+ + 2\bar{e}$ $2[\text{Cr(III)EDTA(H}_2\text{O)}]^- + 2\bar{e} \rightarrow 2[\text{Cr(II)EDTA(H}_2\text{O)}]^{2-}$	2,11	15



vanadium ones. The Cu(II)/Cu(I) couple can be considered for application as a negative half-cell electrolyte as well.

Water based electrolytes have potential window limited by the electrochemical water decomposition (see the table below). Solutions based on or containing organic compounds, for instance, methane sulfonic acid, would a priori offer wider range of possible cell voltages (2,45 V for the zink-cerium system in the tabl. 1) but at the same time would be more expensive and difficult to operate due to the safety issues. Also, for the aqueous electrolytes the rate of electrode corrosion would be significant, especially taking into account that environment is mostly highly acidic.

Vast majority of RFBs employed carbon based electrode materials: carbon or graphite felt, foil, or fiber cloth, graphite plates, and glassy carbon sheets [5–8]. Some reports suggest that platinum, platinumized titanium mesh, carbon on gold, titanium, and iridium oxide coated titanium, reticulated nickel, and nickel foam, porous nickel sulphide, nickel oxide, sintered nickel, and lead were utilized as electrode materials in RFBs. Some elements were mentioned to catalyze the electrode reactions. For instance, in the bromine/poly sulphide RFB (2 M Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub> negative electrolyte, 1 M Br<sub>2</sub> dissolved in 2 M NaBr positive electrolyte) nickel catalyst supported on carbon was employed for negative electrode reaction and platinum on carbon – for positive one. The search of effective electrode materials or/and catalysts which would speed the electrode reactions up should be under investigation.

### 3. Conclusion

To summarize, RFBs is a promising technology of electrochemical energy storage. If integrated into the traditional grid they would allow for balancing the load out over time by storing the electricity during low-load hours and giving it away during the peak-load ones. One way to improve RFB performance is to introduce novel electrode materials that would speed up the reactions of interest, for example by catalysis, and provide high overpotential of hydrogen and oxygen evolution. Such materials on the bases of binary catalytic alloys can be electrochemically synthesized which constitutes the subject of our future research [10].

#### Література

1. Nguyen, T. Flow batteries [Текст] / T. Nguyen, R. Savinell // The Electrochemical Society Interface. — 2010. — № 4. — P. 54–56.
2. Байрачная, Т. Электролитические сплавы вольфрама: получение и свойства [Текст] / Т. Байрачная, М. Вель, Н. Сахненко. — Saarbrücken: LAP Lambert Academic Publishing, 2013. — 164 с.
3. Skyllas-Kazacos, M. Evaluation of iodide and titanium halide redox couple combinations for common electrolyte redox flow cell systems [Текст] / M. Skyllas-Kazacos, N. Milne // Journal of Applied Electrochemistry. — 2011. — V. 41. — P. 1233–1243.
4. Sanz, L. The effect of chloride ion complexation on reversibility and redox potential of the Cu(II)/Cu(I) couple for use in redox flow batteries [Текст] / J. Palma, E. Garcia-Quismondo, M. Anderson // Journal of Power Sources. — 2013. — V. 224. — P. 278–284.
5. Ponce de Leon, C. Redox flow cells for energy conversion [Текст] / C. Ponce de Leon, A. Frias-Ferrer, J. Gonzalez-Garcia et al // Journal of Power Sources. — 2006. — V. 160. — P. 716–732.
6. Tsai, H.-M. (2011). Preparation and electrochemical properties of graphene modified electrodes for all-vanadium redox flow batteries [Текст] / H.-M. Tsai, S.-Y. Yang, C.-C. Ma, X. Xie // Electroanalysis. — 2011. — V. 23. — P. 2139–2143.
7. Weber, A. Z. Redox flow batteries: a review [Текст] / A. Z. Weber, M. M. Mench, J. P. Meyers, P. N. Ross // Journal of Applied Electrochemistry. — 2011. — V. 41. — P. 1137–1164.
8. Cheng, F. (2011). Functional materials for rechargeable batteries [Текст] / F. Cheng, J. Liang, Z. Tao, and J. Chen // Advanced Materials. — 2011. — V. 23. — P. 1695–1715.
9. Skyllas-Kazacos, M. Progress in flow battery research and development [Текст] / M. Skyllas-Kazacos, M. H. Chakrabarti, S. A. Hajimolani et al // Journal of The Electrochemical Society. — 2011. — V. 158. — P. R55–R79.
10. Вель, М. В. Каталітичні та захисні покриття сплавами і складними оксидами: електрохімічний синтез, прогнозування властивостей [Текст] / М. В. Вель, М. Д. Сахненко. — Х. : НТУ «ХПІ», 2010. — 272 с.

#### ПРОТОЧНЫЕ РЕДОКС БАТАРЕИ — ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Статья представляет собой обзор технологии так называемых проточных редокс батарей. Приведен принцип их работы, а также примеры практического использования, достоинства и недостатки. Обсуждается современное состояние научных исследований касательно проточных редокс батарей. Перечислены редокс пары и электродные материалы, используемые в проточных редокс батареях. Предложены пути их дальнейшего совершенствования.

**Ключевые слова:** хранение электроэнергии, батарея, электролит, электрод, каталитическая активность, сплав.

*Сахненко Микола Дмитрович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри фізичної хімії, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна, e-mail: sakhnenko@kpi.kharkov.ua.*

*Вель Марина Віталіївна, доктор технічних наук, професор, кафедра загальної та неорганічної хімії, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна, e-mail: vmv@kpi.kharkov.ua.*

*Байрачна Тетяна Миколаївна, кандидат технічних наук, молодший науковий співробітник, кафедра фізичної хімії, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна, e-mail: tetiana.bairachna@fulbrightmail.org.*

*Шепеленко Олександр Сергійович, кандидат технічних наук, молодший науковий співробітник, кафедра фізичної хімії, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна, e-mail: shepelenko.as@gmail.com.*

*Зюбанова Світлана Іванівна, молодший науковий співробітник, кафедра фізичної хімії, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна.*

*Сахненко Николай Дмитриевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой физической химии, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Украина.*

*Вель Марина Виталиевна, доктор технических наук, профессор, кафедра общей и неорганической химии, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Украина.*

*Байрачная Татьяна Николаевна, кандидат технических наук, младший научный сотрудник, кафедра физической химии, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Украина.*

*Шепеленко Александр Сергеевич, кандидат технических наук, младший научный сотрудник, кафедра физической химии, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Украина.*

*Зюбанова Светлана Ивановна, младший научный сотрудник, кафедра физической химии, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Украина.*

*Sakhnenko Mykola, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: sakhnenko@kpi.kharkov.ua.*

*Ved Maryna, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: vmv@kpi.kharkov.ua.*

*Bairachna Tetiana, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: tetiana.bairachna@fulbrightmail.org.*

*Shepelenko Oleksandr, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: shepelenko.as@gmail.com.*

*Ziubanova Svitlana, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine.*

**Бутенко А. Н.,  
Юрченко А. А.  
Блишков Н. А.**

## **СОСТАВ ТВЕРДОГО АДсорбЕНТА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ТОПЛИВНОЙ КОМПОЗИЦИИ**

*Статья содержит состав нового твердого адсорбента для получения обезвоженного этанола. Доказана эффективность адсорбента нового состава для получения этилового спирта, который практически не содержит воды. Предлагается применение адсорбента нового состава для получения новой топливной композиции для замены традиционного бензина в двигателях внутреннего сгорания.*

**Ключевые слова:** адсорбент, этиловый спирт, бензин, топливная композиция, биоэтанол, обезвоживание

### **1. Введение**

Ситуация в Украине на нефтегазовом рынке, как известно, в настоящее время является весьма и весьма непростой, что связано, в первую очередь, с недостаточными собственными запасами нефти и газа. Так, потребление нефти в Украине составляет 20 миллион тонн в год (2011) [1], а ее собственная добыча — порядка 3,65 миллион тонн в год (2011) [2]. Таким образом, лишь 18 % потребностей Украины в нефти обеспечивается за счет внутренней добычи, а остальные 82 % нефти и нефтепродуктов, из нее полученных, являются импортными.

Не лучше обстоит ситуация и в обеспечении Украины природным газом. Так, годовая добыча природного газа в Украине составляет 18,2 млрд. кубических метров (2011) [3], а потребление природного газа в Украине составляет около 50 млрд. кубических метров (2012) [4], таким образом, лишь из потребляемого страной природного газа лишь 36 % собственного производства. Весь остальной природный газ импортируется, преимущественно из России.

Таким образом, Украина относится к стране, которая не в состоянии себя обеспечить собственными традиционными энергоресурсами — нефтью и газом, из-за дефицита их запасов, и истощенности уже разрабатываемых нефтегазовых месторождений.

### **2. Анализ литературных данных и постановка проблемы**

Большая зависимость от импорта энергоносителей делает Украину, ее экономику и энергетику сильно зависимой от мировых цен на те или иные энергоносители. А они в последние годы демонстрируют устойчивую тенденцию к росту. Так, мировая цена на баррель нефти составляет порядка \$100 [5], и по мере исчерпания запасов нефти и постепенного усложнения ее добычи из недр, а также труднодоступности новых вводимых в эксплуатацию месторождений, она будет постепенно становиться все выше. По аналогичным причинам будет повышаться и цена природного газа, даже несмотря на активную разработку добычи сланцевого газа и сланцевой нефти вследствие высокой себестоимости их добычи. Так как запасы традиционных энергоносителей

неуклонно снижаются, встает проблема о том, какими способами бы снизить зависимость Украины от поставок традиционных энергоносителей из-за границы.

Анализ литературных данных свидетельствует о большом количестве методов решения данной проблемы. Одним из методов решения данной проблемы может быть ожижение угля методом синтеза Фишера-Тропша, запасы которого на Украине значительны [6]. Другим вариантом может быть разработка газовых гидратов на дне Черного моря, запасы которых также значительны [7].

Однако значительные сложности, сопровождающие решение указанной проблемы данными путями, вынуждают искать другие, более простые варианты решения данной проблемы. Вариантом является переход с традиционного топлива, в частности, бензина, на альтернативное, в частности, биоэтанол.

Так, лежа в южной части умеренного пояса, Украина, являясь страной с солнечным и жарким климатом, обладает весьма высокими потенциалами при производстве биотоплива и в частности, биоэтанола — топлива, полученного не из традиционных, невозновобляемых энергоресурсов, а из возобновляемых ресурсов. То есть таких ресурсов, которые можно в условиях Украины использовать неограниченное число раз, и таким образом, снизить зависимость от традиционных видов ископаемых ресурсов.

Климат Украины позволяет эффективно выращивать много различных видов масличных и зерновых культур. После уборки урожая большое количество биоорганического материала, которое остается в виде отходов, может быть переработано в этиловый спирт, а далее использоваться в качестве замены традиционных топлив для двигателей внутреннего сгорания.

Поскольку биоорганический материал является возобновляемым материалом, то при его должной переработке его можно применить в качестве альтернативного источника топлива, вместо традиционного бензина, подавляющая часть которого импортируется. Путь к снижению зависимости от импорта нефтепродуктов и природного газа в Украине не включает в себя какое-то конкретное решение, но их совокупность. Так, с помощью частичной или практической полной заменой бензина этиловым спиртом Украина делает существенный шаг к снижению зависимости от импорта нефти.

Несмотря на то, что этиловый спирт и в чистом виде может использоваться как превосходное топливо, тем не менее, топливо, состоящее из практически чистого этилового спирта (не содержащего никаких добавок бензина), и содержащего лишь небольшое количество остаточной воды, может использоваться только в жарких странах, расположенных в тропическом, субэкваториальном и экваториальном климате. Причина этого служит более низкая испаряемость этанола по сравнению с бензином при низких температурах, так как бензин — смесь ряда углеводородов, а этанол — это монокомпонентное топливо. Даже при небольшом похолодании, автомобильный двигатель, работающий на чистом этаноле, не сможет запускаться на холоду [8]. Поэтому чистый этанол используют, главным образом, в Бразилии, ряде африканских стран, а также юге США.

В районах, где бывают периоды низких температур, к которым относится в том числе и Украина, применяют добавки небольшого количества (в основном 15 %) бензина для повышения давления паров, и, таким образом, устраняется проблема плохого запуска двигателя внутреннего сгорания при низких температурах воздуха.

Помимо применения смеси 85 % этилового спирта и 15 % бензина, на которой обычные двигатели внутреннего сгорания не смогут ездить, применяются и добавки небольшого количества этанола к бензину. В некоторых странах для снижения выбросов углекислого газа в атмосферу законодательство обязывает продавать только бензин с добавкой этилового спирта. Такой закон действует в Германии [9] и Финляндии [10].

При добавке этилового спирта от 3 до 10 % по объему, прирост октанового числа составляет для бензинов до 6 единиц. При этом снижается количество оксида углерода, попадающего в атмосферу с отработавшими газами на 30 %, количество углеводородов снижается на 15 %, в том числе и ароматических углеводородов, имеющих канцерогенные свойства [11]. Без изменения конструкции двигателя возможно добавление до 15 % этилового спирта по объему, при качественном инжекторном двигателе и до 10 % для обычного карбюраторного [12].

Однако при попытке смешать этиловый спирт и бензин возникает проблема, связанная с содержанием в этиловом спирте воды, пусть даже в небольших количествах. Так, молекула этилового спирта способна переходить как в бензин, так и воду, так как содержит в себе углеводородный радикал и гидроксильную группу, однако больше она тяготеет к воде, с которой этанол смешивается в любых отношениях [13]. Следовательно, этиловый спирт при наличии в нем значительных количеств воды не смешивается с бензином, так как больше тяготеет к образованию водородных связей с водой, и лишь при малых количествах воды спирт с бензином образуют стабильную смесь. Расслаивание смеси спирта с бензином возрастает при понижении температуры, поэтому для эксплуатации в условиях Украины необходима стабильность смеси спирта с бензином при температуре порядка  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### 3. Цель и задачи исследования

В связи с указанными выше проблемами целью данной работы было найти способ создания новой топливной композиции, которая была бы способной заменить

традиционный бензин, быть возобновляемой и в то же время быть не чрезмерно дорогой или сложной в производстве. Задачами исследования было также решение различных проблем, которые становились препятствием к достижению указанной цели. Так, одной из проблем к созданию альтернативного топлива служила неустойчивость смеси этилового спирта с бензином, которая в присутствии небольших количеств воды, и — особенно при охлаждении проявляла способность к расслаиванию. Расслаивание приводило к разрушению смеси и, произойдя она в реальном двигателе, привела бы к его поломке. Решением вышеуказанных проблем и посвящено данное исследование.

### 4. Экспериментальные данные и их обработка

В качестве широко известных твердых адсорбентов для обезвоживания этилового спирта известны такие вещества как оксид кальция или карбонат калия [14, 15].

Недостатком адсорбентов данного состава является образование в процессе гидролиза (карбонат калия) или реакции (оксид кальция) щелочей, способных растворяться в спирте. Растворяясь в спирту, они вызывают постепенное разрушение двигателя автомобиля, в будущем это может привести к дорогостоящему ремонту. Также применяются промышленные методы получения абсолютного спирта (например, смещение азеотропной точки с помощью бензола), которые энергозатратны [16].

Для постепенного перехода на биоэтанол для снижения зависимости от традиционного бензина требуется осуществить максимально полное обезвоживание этанола. Предлагается использовать для этой цели смесь  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  и  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  с массовыми долями соответственно 15 % и 85 %.

Так, адсорбент данного состава будет давать более высокую объемную конечную долю этилового спирта (99,8 % вместо 97,7 % по объему у карбоната калия) за счет образования кристаллогидратов, и в отличие от оксида кальция, который может дать аналогичную объемную долю этилового спирта, практически не подвергается гидролизу. Следовательно, щелочь также не попадает в раствор этилового спирта, и двигатель не подвергается коррозии. Кроме того, твердый адсорбент способен легко регенерироваться до исходного состояния, при нагревании до 100 градусов Цельсия в условиях вакуума он теряет воду из кристаллогидрата и превращается в исходный безводный адсорбент.

Эксперименты по обезвоживанию этилового спирта крепостью 95,6 % (так называемого этилового спирта-ректификата) с помощью адсорбента нового состава проводились путем пропускания этанола через двухслойный адсорбент, в верхнем слое которого был гидроортофосфат натрия, а в нижнем — дигидроортофосфат натрия. Остаточное содержание воды в этаноле определялось с помощью титрования по Карлу Фишеру с помощью нахождения точки эквивалентности и определения суммарного заряда, потраченного на титрование. Остаточное содержание воды составило точно 0,2 %. На достижение максимального обезвоживания 100 кубических сантиметров 95,6 % этанола требовалось 50 граммов обезвоженного адсорбента нового состава.

Обезвоженный спирт смешивался затем с бензином, и осуществлялась заправка данным видом топлива экс-



периментального вида двигателя внутреннего сгорания, работающего на этиловом спирте, которая прошла успешно. Энергетическая эффективность альтернативной топливной композиции составляет 75 % от эффективности традиционного бензина [17]. Это позволит с успехом заменить ею традиционный бензин.

## 5. Выводы

Благодаря применению адсорбента нового состава удалось решить главную проблему к созданию альтернативной топливной композиции, способной существенно облегчить энергетические проблемы Украины — смешать бензин с этиловым спиртом благодаря обезвоживанию последнего. Также удалось решить проблему и самого адсорбента. Благодаря способности адсорбента нового состава практически не подвергаться гидролизу и соответственно не выделять щелочь, способную растворяться в спирте, альтернативная топливная композиция не будет вызывать коррозию двигателя. Кроме этого, адсорбент нового состава способен к регенерации, что позволит избавиться от сложного оборудования при промышленном обезвоживании этанола, например, при азеотропной перегонке с бензолом, а также позволит получить практически не содержащий воды этиловый спирт высокого качества. Кроме улучшения топливной ситуации в Украине, топливная композиция нового состава обладает высоким октановым числом, а также при этом, является значительно более экологически чистой за счет гораздо меньшего содержания серосодержащих и азотсодержащих ароматических соединений, при сгорании которых осуществляются выбросы оксидов азота и серы соответственно.

## Литература

- РБК Украина [Электронный ресурс]. — Режим доступа: \www/ URL: <http://www.rbc.ua/rus/newsline/show/v-ukraine-potreblenie-nefti-sostavlyayet-20-mln-t-v-god---ekspert-13092011114800>.
- Central Intelligence Agency [Электронный ресурс]. — Режим доступа: \www/ URL: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/rankorder/2241rank.html>.
- BP Statistical Review of World Energy June 2012 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: PDF: URL: [http://www.bp.com/liveassets/bp\\_internet/globalbp/globalbp\\_uk\\_english/reports\\_and\\_publications/statistical\\_energy\\_review\\_2011/STAGING/local\\_assets/pdf/statistical\\_review\\_of\\_world\\_energy\\_full\\_report\\_2012.pdf](http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/reports_and_publications/statistical_energy_review_2011/STAGING/local_assets/pdf/statistical_review_of_world_energy_full_report_2012.pdf).
- Газета UA [Электронный ресурс]. — Режим доступа: \www/ URL: [http://gazeta.ua/ru/articles/business/\\_yanukovich-prikazal-vdvoe-sokratit-potreblenie-gaza-v-ukraine/494509](http://gazeta.ua/ru/articles/business/_yanukovich-prikazal-vdvoe-sokratit-potreblenie-gaza-v-ukraine/494509).
- Московский комсомолец [Электронный ресурс]. — Режим доступа: \www/ URL: <http://www.mk.ru/economics/news/2013/06/27/875538-mirovyie-tsenyi-na-neft-povyisilis-na-statdannyih-iz-ssha.html>.
- РБК Украина [Электронный ресурс]. — Режим доступа: \www/ URL: <http://www.rbc.ua/rus/top/show/bp-zapasy-uglya-v-ukraine-sostavlyayut-33-8-mlrd-t-09062011155700>.
- Гірна енциклопедія [Электронный ресурс]. — Режим доступа: \www/ URL: [http://news-mining.ru/news/ukraina\\_obladaet\\_ogromnymi\\_zapasami\\_gazovykh\\_gidra/](http://news-mining.ru/news/ukraina_obladaet_ogromnymi_zapasami_gazovykh_gidra/)
- Авто Центр [Электронный ресурс]. — Режим доступа: \www/ URL: <http://www.autocentre.ua/ac/service/new-technologies/spirt-v-kachestve-topliva-avtomobilialkogoliki-7289.html>.
- Deutsche Welle на російській мові [Электронный ресурс]. — Режим доступа: \www/ URL: <http://www.dw.de/v-germanii-voznik-benzinovyj-chaos/a-14885537>.
- Автомобильный журнал Колеса [Электронный ресурс]. — Режим доступа: \www/ URL: [http://www.kolesa.ru/news/2010/12/30/finlyandiya\\_perehodit\\_na\\_benzin\\_e10](http://www.kolesa.ru/news/2010/12/30/finlyandiya_perehodit_na_benzin_e10).
- Поконова, Ю. В. Альтернативные топлива (заменители нефтяных топлив, биогаз) [Текст] / Ю. В. Поконова. — СПб, 3-е изд., испр. и доп. — 2011. — 122 с.
- За рулем РФ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: \www/ URL: [http://www.zr.ru/content/news/512244-avtoproizvoditeli\\_i\\_neftaniki\\_zajavili\\_ob\\_opasnosti\\_etanola/](http://www.zr.ru/content/news/512244-avtoproizvoditeli_i_neftaniki_zajavili_ob_opasnosti_etanola/)
- Гороновский, И. Т. Краткий справочник по химии [Текст] / И. Т. Гороновский, Ю. П. Назаренко, Е. Ф. Некряч. — К.: Наукова думка, 1987. — 830 с.
- Птицина, О. А. Лабораторные работы по органическому синтезу [Текст] / О. А. Птицина, Н. В. Куллетская, В. К. Тимофеева, Н. В. Васильева, Т. А. Смолина. — М.: Просвещение, 1979. — 256 с.
- Вольнский, Н. П. Абсолютирование этилового спирта [Текст] / Н. П. Вольнский, С. Е. Шевченко, А. И. Нехаев // Журнал общей химии, 2009. — Т. 79, Вып. 2. — С. 336–337.
- Анталогія виробництва спирту [Электронный ресурс]. — Режим доступа: \www/ URL: [http://www.sergey-osetrov.narod.ru/Projects/Bioethanol/Production\\_of\\_the\\_absolute\\_alcohol.htm](http://www.sergey-osetrov.narod.ru/Projects/Bioethanol/Production_of_the_absolute_alcohol.htm).
- Life-cycle energy and greenhouse gas emission impacts of different corn ethanol plant types [Электронный ресурс]. — Режим доступа: PDF: URL: [http://iopscience.iop.org/1748-9326/2/2/024001/pdf/erl7\\_2\\_024001.pdf](http://iopscience.iop.org/1748-9326/2/2/024001/pdf/erl7_2_024001.pdf).

## СКЛАД ТВЕРДОГО АДСОРБЕНТА ДЛЯ ОТРИМАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ПАЛИВНОЇ КОМПОЗИЦІЇ

Стаття містить склад нового твердого адсорбента для отримання зневодненого етанолу. Доведена ефективність адсорбенту нового складу для отримання етилового спирту, який майже не містить води. Пропонується отримання адсорбента нового складу для отримання нової паливної композиції для заміни традиційного бензину в двигунах внутрішнього згорання.

**Ключові слова:** адсорбент, етиловий спирт, бензин, паливна композиція, біоетанол, зневоднення.

*Бутенко Анатолій Николаевич, доктор технических наук, профессор, кафедра общей и неорганической химии, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Украина, e-mail: [butenko@kpi.kharkov.ua](mailto:butenko@kpi.kharkov.ua).*

*Юрченко Анна Александровна, преподаватель-стажер, кафедра химической технологии неорганических веществ, катализа и экологии, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Украина.*

*Блинков Николай Андреевич, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Украина, e-mail: [nikolayblinkov@yahoo.com](mailto:nikolayblinkov@yahoo.com).*

*Бутенко Анатолій Миколайович, доктор технічних наук, професор, кафедра загальної та неорганічної хімії, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна.*

*Юрченко Ганна Олександрівна, викладач-стажист, кафедра хімічної технології неорганічних речовин, каталізу та екології, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна.*

*Блінков Микола Андрійович, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна.*

*Butenko Anatoly, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: [butenko@kpi.kharkov.ua](mailto:butenko@kpi.kharkov.ua).*

*Yurchenko Anna, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine.*

*Blinkov Nikolay, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: [nikolayblinkov@yahoo.com](mailto:nikolayblinkov@yahoo.com).*



Бельй Я. И.,  
Голеус В. И.,  
Павлова Е. В.,  
Кисличная Р. И.

## ВЛИЯНИЕ ОКСИДОВ ЩЕЛОЧНО-ЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ НА СВОЙСТВА БЕСФТОРИСТЫХ БЕЗБОРНЫХ ЭМАЛЕЙ

*В статье приведены результаты влияния оксидов щелочно-земельных металлов MgO и SrO на свойства бесфтористых безборных эмалей. Установлено их положительное влияние на химическую устойчивость, термический коэффициент линейного расширения и оптические характеристики эмалевых покрытий как при введении порознь, так и совместно.*

**Ключевые слова:** эмаль, покрытие, термический коэффициент линейного расширения, химическая устойчивость, блеск, белизна

### 1. Введение

Современной тенденцией развития производства эмалированных изделий хозяйственно-бытового назначения является расширение их ассортимента и получение изделий улучшенного качества. К основным направлениям в производстве эмалированных изделий относится использование новых эффективных видов покровных эмалей, характеризующихся комплексом требований к физико-химическим, гигиеническим, оптическим и декоративным свойствам.

### 2. Постановка проблемы

В практике эмалирования стальных изделий для получения качественного эмалевого покрытия применяют эмали, содержащие соединения фтора и бора, которые обеспечивают хорошую укрывистость, снижают температуру плавления и вязкость расплава, препятствуют кристаллизационным процессам и обеспечивают получение качественного стеклослоя. К существенным недостаткам технологии изготовления и применения этих покрытий относятся выделение и миграция фтора и бора в окружающую и пищевые среды, а также дефицитность и высокая стоимость фтор- и борсодержащих соединений [1].

К основным требованиям, предъявляемым к покровным эмалям для эмалирования посуды, в первую очередь, относятся высокая химическая устойчивость и безопасность воздействия на организм человека. Решение же проблемы снижения токсичных компонентов в составе покровных эмалей, контактирующих с пищевыми средами, является актуальной задачей современного эмальпроизводства.

Основная проблема при разработке составов покровных эмалей, полностью исключаящих содержание фтора и бора, заключается в сложности получения качественного стеклослоя, отвечающего комплексу предъявляемых требований. Разработка научных основ направленного регулирования свойств безборных бесфтористых покровных эмалей [2] путем модифицирования их составов добавками нетоксичных материалов имеет важное научное и практическое значение.

### 3. Анализ литературных данных и постановка задач

Решение указанной проблемы, на наш взгляд, возможно на основе стекол системы  $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{TiO}_2-\text{SiO}_2$ .

Указанная система в данный момент является недостаточно изученной в направлении возможности ее использования для получения яркоокрашенных бесфтористых безборных эмалевых покрытий.

По результатам исследований процессов стеклообразования и свойств стекол [3] в малотитанистой области системы  $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{TiO}_2-\text{SiO}_2$  установлена область концентрации оксидов, проявляющих наименьшую склонность к кристаллизации, которая является основой для получения яркоокрашенных стеклоэмалевых покрытий. Недостатком полученных эмалей является повышенные значения температурного коэффициента линейного расширения (ТКЛР) ( $91,75-118,7 \cdot 10^{-7} \text{град}^{-1}$ ) и водостойкость, которая соответствует III-ему гидролитическому классу [3].

В литературе отсутствуют данные о влиянии оксидов щелочно-земельных металлов на физико-химические свойства бесфтористых безборных титанокальциевых эмалей и покрытий. Поэтому возник интерес к изучению влияния оксидов магния и стронция на свойства вышеуказанных эмалей. К тому же, данные оксиды не являются токсичными (в сравнении с BaO), а сырьевые материалы их содержащие, (железная магнезия, окись магния, карбонат стронция) применяются для изготовления эмалированных изделий хозяйственно-бытового назначения.

Учитывая недостаточную изученность влияния оксидов щелочно-земельных металлов на изменение свойств покровных эмалей, целью данной работы явилось исследование влияния оксидов магния и стронция на физико-химические и оптические свойства бесфтористых безборных эмалевых стекол и покрытий, как основы для получения яркоокрашенных эмалей.

### 4. Экспериментальная часть

В качестве исходного выбрали эмалевое стекло следующего состава, мас. %: 60,0 —  $\text{SiO}_2$ ; 10,0 —  $\text{TiO}_2$ ; 20,0 —  $\text{Na}_2\text{O}$ ; 10,0 —  $\text{CaO}$  [3]. Оксиды MgO и SrO вводили вместо оксида CaO в количестве 1,0–3,0 мас. %. Для описания свойств стекол от химического состав использовали симплекс-решетчатый план эксперимента третьего порядка (рис. 1).

Для получения шихт эмалей использовали следующие сырьевые материалы: кварцевый песок, соду кальцинированную, селитру натриевую, диоксид титана, мел,

Таблица 1

Химический состав эмалевых фритт и показатели свойств эмалей

Номер состава	Содержание оксидов, мас. %			Показатели свойств эмалей			
	MgO	CaO	SrO	Водоустойчивость, см <sup>3</sup> /г	ТКЛР, 10 <sup>7</sup> · °С <sup>-1</sup>	ТНР, °С	Растекаемость, мм
1*	—	10,0	—	0,32	109,73	600	29,3
2	1,0	9,0	—	0,26	90,39	610	22,0
3	2,0	8,0	—	0,25	87,37	610	21,7
4	3,0	7,0	—	0,20	97,0	625	20,7
5	2,0	7,0	1,0	0,19	88,66	590	21,0
6	1,0	7,0	2,0	0,20	92,53	610	22,0
7	—	7,0	3,0	0,21	99,83	605	21,0
8	—	8,0	2,0	0,25	84,95	600	21,9
9	—	9,0	1,0	0,28	93,72	600	22,7
10	1,0	8,0	1,0	0,25	98,88	600	21,5

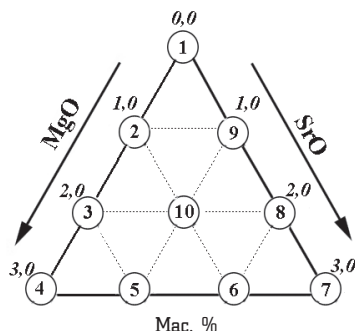


Рис. 1. План эксперимента. В узлах симплексной решетки — номера стекол

Для исследуемых стеклоэмалей были определены следующие свойства: водоустойчивость (зерновым методом), растекаемость (методом растекания капли) [4], термический коэффициент линейного расширения (ТКЛР) и температура начала размягчения (ТНР) — на автоматическом кварцевом dilatометре ДКВ-5А [5]; вязкость ( $\ln \eta$ ) — определялась расчетным путем [6].

Приготовление эмалевых шликеров осуществляли путем помола стеклофритт в керамических барабанах с добавкой 7,0 мас. ч. огнеупорной глины Положского месторождения марки ПЛГ-2 (Запорожской обл.); воды — 40,0 мл и по 0,1 мас. ч. электролитов  $\text{NaNO}_3$  и  $\text{KCl}$ . Полученные шликера после старения (24 час) наносили на предварительно загрунтованные стальные образцы и обжигали в камерной электрической печи при температуре 830 °С в течение 4 мин. Качество покрытий оценивали как визуально, так и по результатам оптических характеристик: белизны — коэффициента диффузного (КДО) и блеска — коэффициента зеркального отражения (КЗО) с использованием компаратора цвета КЦ-3 [7] и блескомера ФБ-2 [8]. Исследования дифференциально-термического (ДТА) и рентгенофазового (РФА) анализов эмалей проводили с использованием дериватографа Q-1500D [9] и дифрактометра ДРОН-3 [10] в монохроматизированном  $\text{Cu}$ ,  $\text{Ka}$ -излучении.

Экспериментальные значения свойств стекол и покрытий представлены в табл. 1 на рис. 2, 3.

Как видно из полученных данных, введение в состав эмалевой фритты оксида магния или оксида стронция способствует незначительному улучшению химической устойчивости фритт — с III до II гидролитический класс (рис. 2, а). При одновременном введении указанных оксидов улучшается водоустойчивость эмалей (состав № 5 и № 6) до II-го гидролитического класса, что согласуется с литературными данными [11]. Структура таких стекол содержит ионы  $\text{R}^+$  и  $\text{R}^{2+}$ , для которых необходимо чтобы каждый ион  $\text{R}^+$  находился вблизи одного немостикового атома кислорода, а каждый  $\text{R}^{2+}$  — вблизи от двух немостиковых атомов. Наличие нескольких щелочно-земельных оксидов в составе стекла способствует еще большему упрочнению его структурной сетки [12].

Примечание: \* — исходный состав

При введении в состав эмали оксидов щелочно-земельных металлов ( $\text{MgO}$  и  $\text{SrO}$ ) растекаемость стеклофритт уменьшается (табл. 1). Это обусловлено тем, что  $\text{MgO}$  являются более тугоплавким ( $t_{\text{пл}} = 2800$  °С) в сравнении с  $\text{CaO}$  ( $t_{\text{пл}} = 2580$  °С), а  $\text{SrO}$  хотя и имеет несколько ниже температуру плавления ( $t_{\text{пл}} = 2531$  °С), в указанных количествах не способствует улучшению растекаемости. Экспериментальные данные показывают, что замена  $\text{CaO}$  на  $\text{MgO}$  и  $\text{SrO}$  способствует уменьшению ТКЛР исследуемых стеклоэмалей с 109,73 до  $81,19 \cdot 10^{-7}$  · град<sup>-1</sup>, однако, замена  $\text{CaO}$  на  $\text{SrO}$  позволяет получить значения данной характеристики в еще меньших пределах 87,97–81,19 · 10<sup>-7</sup> · град<sup>-1</sup> (табл. 1, рис. 2, б).

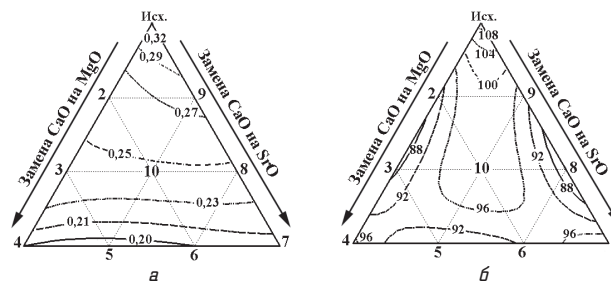


Рис. 2. Изолинии водоустойчивости (а) и ТКЛР (б) эмалевых фритт в зависимости от содержания оксидов MgO и SrO

Следует отметить, что замена  $\text{CaO}$  на  $\text{MgO}$  и  $\text{SrO}$  способствует уменьшению ТКЛР исследуемых стеклоэмалей с 109,73 до  $81,19 \cdot 10^{-7}$  · град<sup>-1</sup>, однако, замена  $\text{CaO}$  на  $\text{SrO}$  позволяет получить значения данной характеристики в еще меньших пределах 87,97–81,19 · 10<sup>-7</sup> · град<sup>-1</sup> (табл. 1, рис. 2, б). При этом наименьшие значения ТКЛР можно достичь при содержании  $\text{MgO}$  и  $\text{SrO}$  2,0 и 1,0 мас. % соответственно. Снижение ТКЛР объясняется тем, что введение двух и более двухзарядных ионов щелочно-земельных металлов способствует увеличению степени связности структурной сетки и обладая более высокой энергией связи  $\text{Me-O}$ , чем ионы щелочных металлов [13].

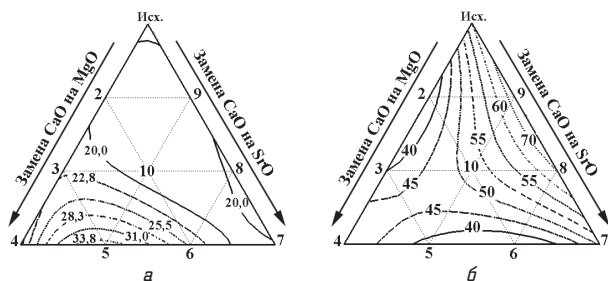


Рис. 3. Зависимость КДО (а) и КЗО (б) эмалевых покрытий от содержания оксидов MgO и SrO

Температура начала размягчения и вязкость эмалей с введением оксидов магния и стронция практически не изменяется.

Зависимость коэффициента диффузного (КДО) и зеркального отражения (КЗО) исследуемых эмалевых покрытий от их химического состава представленная на рис. 3, показала, что полученные слабозаглушенные покрытия. Анализ качества бесфтористых безборных стеклоэмалевых покрытий свидетельствует о том, что эмалевые покрытия имеют гладкий, ровный стеклослой. Замена CaO на MgO и SrO в количестве 1,0–3,0 мас. % способствует уменьшению показателей КДО (рис. 3, а) до 19,17 % и 19,51 % соответственно в сравнении с исходной эмалью (22,42 %), что подтверждают данные рентгенофазового анализа. Такие покрытия, вследствие слабой заглуженности, могут быть использованы в качестве основы для получения

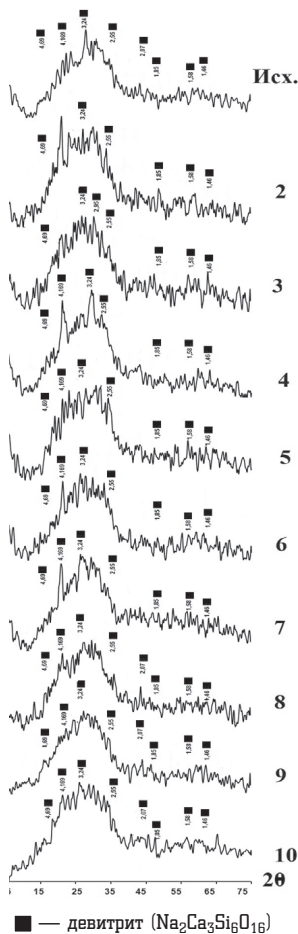


Рис. 4. Рентгенограммы синтезированных эмалей

основы для получения яркоокрашенных эмалей. Кроме того, замена CaO на MgO способствует ухудшению показателя блеска с 65 % до 50 % (рис. 3, б). Оксид стронция, введенный в количестве до 1,0–2,0 мас. % незначительно повышает блеск эмалевых покрытий – на 5–8 % [11].

Данные рентгенофазового анализа (рис. 4) покрытий показали, что преобладающей фазой эмалевых покрытий является девитрит ( $\text{Na}_2\text{Ca}_3\text{Si}_6\text{O}_{16}$ ). Следов магния и стронция не обнаружено.

ДТА проводили с целью определения процессов происходящих в стеклоэмалях при нагревании до 900 °С, что почти соответствует температуре обжига опытных покрытий, кривые снимали выше температуры размягчения. Как показывают термограммы (рис. 5), составы эмалей начинают кристаллизоваться при температуре ниже 600 °С, (о чем свидетельствуют данные рентгенофазового анализа

и полученные в результате обжига слабозаглушенные стеклопокрытия, характеризующиеся низкими значениями КДО) при дальнейшем ее повышении до 900 °С наблюдается плавление.

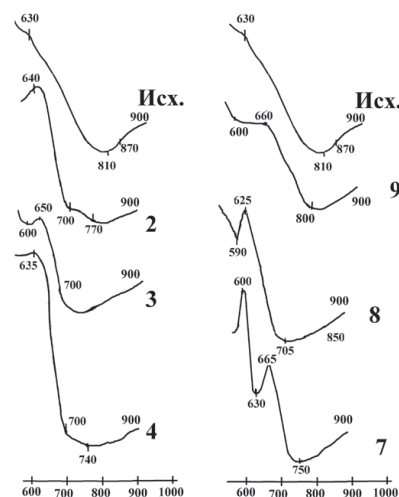


Рис. 5. Дифференциально-термический анализ стеклопокрытий

Отсутствие на дифрактограммах дифракционных максимумов отвечающие диоксиду титана вероятно обусловлено тем, что в таких количествах  $\text{TiO}_2$  частично встраивается в структурную сетку стекла, а частично растворяется в эмалевом расплаве и поэтому не вызывает глушения эмалевого покрытия [11, 14].

## 5. Выводы

В результате проведенных исследований выявлены закономерности влияния оксидов щелочно-земельных металлов (MgO и SrO) на изменение физико-химических и оптических свойств бесфтористых безборных стекол и эмалей. Установлено, что указанные оксиды улучшают химическую устойчивость стеклофритт до II-го гидролитического класса, а также способствуют снижению термического коэффициента линейного расширения с  $109,73$  до  $84,95 \cdot 10^{-7} \cdot \text{град}^{-1}$ . За комплексом физико-химических и оптических свойств лучшими составами являются № 8 и 9 (содержащие 1,0–2,0 мас. % SrO), которые могут быть использованы в качестве основы при получения бесфтористых безборных яркоокрашенных эмалей предназначенных для эмалирования изделий хозяйственно-бытового назначения.

## Литература

1. Брагина, Л. Л. Технология эмали и защитных покрытий [Текст] : учеб. пособие / ред. Л. Л. Брагиной, А. П. Зубехина. – Харьков: НТПУ «ХПИ»: Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2003. – 484 с.
2. Bragina, L. L. Enamels for new enamelling processes [Text] / L. L. Bragina // Proc of 19th Intern. Enamellers Congr. 1, – Venice, 2001. – pp. 173–179.
3. Білий, Я. І. Дослідження склоутворення та властивостей стекол в малотитанійстій області системи  $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{TiO}_2-\text{SiO}_2$  [Текст] / Я. І. Білий, К. В. Худомака, Н. А. Мінакова, Р. І. Кислична // Вопросы химии и химической технологии. – 2012. – № 5 – С. 162–165.
4. ГОСТ 24405-80. Эмали силикатные (фритты). Технические условия [Текст]. – Введ. 30.09.80. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 18 с.

5. ДКВ-5А. Автоматический кварцевый dilatометр. Техническое описание и инструкция [Текст]. — М.: ГИС, 1978. — 35 с.
6. Маховська, І. А. Розробка складів стекол та технології гарячого декорування скловиробів [Текст]: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.17.11. — Дніпропетровськ, 2006. — 28 с.
7. Компаратор цвета КЦ-3. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. БШ 2.850.212.ТО [Текст]. — ПО ЗОМЗ. — 1990. — 68 с.
8. Блескомер фотоэлектрический ФБ-2. Техническое описание и инструкция по эксплуатации [Текст]. — М.: ВНИИ полиграфия, 1984. — 24 с.
9. Дубровский, В. А. Методы исследования технологических свойств стекла [Текст] / В. А. Дубровский, М. Ф. Махова, Л. А. Первеева. — М.: Наука, 1970. — 10 с.
10. ASTM Diffraction data cards and alphabetical and grouped numerical index of X-ray diffraction data [Text]. — Philadelphia, 1977. — 880 p.
11. Петцольд, А. Эмаль [Текст] / А. Петцольд. — М.: Металлургия, 1958. — 512 с.
12. Шелби, Дж. Структура, свойства и технология стекла [Текст] / Дж. Шелби. — М.: Мир, 2006. — 208 с.
13. Казьмина, О. В. Химическая технология стекла и ситаллов [Текст]: учеб. пособие / О. В. Казьмина, Э. Н. Беломестрова, А. А. Дитц; Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. — 184 с.
14. Аппен, А. А. Химия стекла [Текст] / А. А. Аппен — Л.: Химия, 1974. — 352 с.

#### ВПЛИВ ОКСИДІВ ЛУЖНО-ЗЕМЕЛЬНИХ МЕТАЛІВ НА ВЛАСТИВОСТІ БЕЗФТОРИСТИХ БЕЗБОРНІХ ЕМАЛЕЙ

У статті наведено результати впливу оксидів лужно-земельних металів MgO і SrO на властивості безфтористих безборних емалей. Встановлено їх позитивний вплив на хімічну стійкість склофрит, термічний коефіцієнт лінійного розширення та оптичні показники емалевих покриттів при введенні як окремо, так і сумісно.

**Ключові слова:** емаль, покриття, термічний коефіцієнт лінійного розширення, хімічна стійкість, блиск, білизна.

**Бельї Яков Іванович**, доктор технічних наук, професор кафедри хімічної технології кераміки та скла, ГВУЗ Український державний хіміко-технологічний університет, Україна.

**Голеус Віктор Іванович**, доктор технічних наук, професор, проректор по науково-педагогічній роботі, завідувач кафедри, кафедра хімічної технології кераміки та скла, ГВУЗ Український державний хіміко-технологічний університет, Україна.

**Павлова Катерина Вікторівна**, аспірант кафедри хімічної технології кераміки та скла, ГВУЗ Український державний хіміко-технологічний університет, Україна, e-mail: [Proboschka@i.ua](mailto:Proboschka@i.ua).

**Кисличная Раїса Іванівна**, кандидат технічних наук, науковий співробітник кафедри хімічної технології кераміки та скла, ГВУЗ Український державний хіміко-технологічний університет, Україна.

**Білий Яків Іванович**, доктор технічних наук, професор кафедри технології кераміки та скла, ДВНЗ Український державний хіміко-технологічний університет, Україна.

**Голеус Віктор Іванович**, доктор технічних наук, професор, проректор з науково-педагогічної роботи, завідувач кафедрою хімічної технології кераміки та скла, ДВНЗ Український державний хіміко-технологічний університет, Україна.

**Павлова Катерина Вікторівна**, аспірант кафедри хімічної технології кераміки та скла, ДВНЗ Український державний хіміко-технологічний університет, Україна.

**Кисличная Раїса Іванівна**, кандидат технічних наук, науковий співробітник кафедри хімічної технології кераміки та скла, ДВНЗ Український державний хіміко-технологічний університет, Україна.

*Belyj Yakov, Ukrainian State University of Chemical Technology, Ukraine.*

*Holeus Viktor, Ukrainian State University of Chemical Technology, Ukraine.*

*Pavlova Kateryna, Ukrainian State University of Chemical Technology, Ukraine, e-mail: [Proboschka@i.ua](mailto:Proboschka@i.ua).*

*Kislichnaya Raisa, Ukrainian State University of Chemical Technology, Ukraine*

УДК 656.025.2

Доля В. К.,  
Іванов І. Є.

## ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ ТРАНСПОРТНОЇ РУХЛИВОСТІ НАСЕЛЕННЯ МІСТ МІЖ ІНДИВІДУАЛЬНИМ І СУСПІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

В даній статті розглядаються питання щодо розподілу транспортної рухливості населення міст між індивідуальним і суспільним транспортом. В результаті досліджень було згруповано основні фактори впливу на транспортну рухливість, за даними зарубіжних та вітчизняних досліджень й отриманих під час проведення анкетування мешканців міст. Це дасть змогу визначення параметрів транспортної системи міст.

**Ключові слова:** рухливість, населення, пасажирський транспорт, анкета, опитування, фактор, функція

### 1. Вступ

Одна з основних проблем організації роботи міського пасажирського транспорту (МПТ) полягає в адекватному розрахунку або прогнозуванні розподілу трудових пересувань між індивідуальним і суспільним

транспортом. Тому існує потреба в детальному вивченні питання розподілу транспортної рухливості між індивідуальним і суспільним транспортом, враховуючи параметри функціонування вулично-дорожньої мережі та населеності міст.



## 2. Актуальність теми

У розвинених країнах спостерігається вагоме, до 90 %, використання індивідуального транспорту для виконання поїздок [1–4], а в країнах СНД навпаки – суспільного транспорту [5–9]. Це пояснюється багатьма факторами:

- укладом суспільства;
- рівнем автомобілізації;
- щільністю транспортної та маршрутної мережі;
- вартістю проїзду;
- умовами проїзду;
- коефіцієнтом пересадочності та ін.

При цьому, технології пасажирських перевезень загальні як для зниження питомої ваги поїздок в індивідуальному транспорті, так і у збільшенні поїздок в суспільному транспорті. Це сприяє рішенню багатьох екологічних, соціальних, економічних, технологічних та інших задач.

Вищенаведене дозволяє говорити про актуальність будь-яких досліджень направлених на вивчення закономірностей розподілу потоків пасажирів в містах між індивідуальним і суспільним видами транспорту.

## 3. Основна частина

### 3.1. Аналіз літературних джерел по темі дослідження.

Має місце зацікавленість вчених та практиків в синтезі моделей залежностей рухливості реалізованої на всьому транспорті  $P_{TP}$  та окремо на МПТ  $P_{МПТ}$  від сукупності змінних, яка в значній мірі утруднена тим, що потребує проведення дороговартісних та багаточислених спостережень [1–3, 5, 6]. Причому, обсяг вибірки, який може складатися з масиву опитувань або опитувань-інтерв'ю, повинен мати квоту для можливості розповсюдження результатів дослідження на генеральну сукупність, до якої, в даному випадку, відноситься населення міст [5, 7, 8].

В якості основних факторів, що впливають на рухливість населення, як загальної так і на міському пасажирському транспорті було розглянуто кількість мешканців міста та рівень автомобілізації [5].

Згодом були проведені дослідження й визначено, що такі показники, як вік та стать мешканців міста, мета поїздки, кількість поїздок за добу, рівень доходів населення, частина міста або передмістя, час поїздки та багато інших мають суттєвий вплив не лише на транспортну рухливість, а зокрема на розподіл поїздок між індивідуальним і суспільним транспортом [7, 8, 10–14]. Але в цих дослідженнях не було визначено транспортну рухливість, як функцію від перелічених факторів.

Проведений аналіз дозволив сформулювати основні етапи досліджень, а саме: отримати функції  $k_{TP}$  та  $k_{МПТ}$  від масиву  $x_i$  факторів до яких можна віднести: чисельність населення  $N_{Ж}$ , рівень автомобілізації  $U_a$ , середній дохід на одну особу  $D_o$ , щільності транспортної мережі  $\delta$ , щільності маршрутної мережі  $\delta_m$ , кількість міських пасажирських транспортних засобів  $A_i$  з відповідною місткістю  $d_i$  (де  $i$  – порядковий номер маршруту).

**3.2. Результати досліджень.** Дослідники в різні часи приділяли багато уваги закономірностям перерозподілу транспортної роботи в містах між МПТ та індивідуальним транспортом [1, 2, 5–8, 14]. При цьому приймали, що задоволення потенційної рухливості  $P_o$

здійснюється на транспорті  $P_{TP}$  та пішки  $P_{ПШ}$ . Тоді коефіцієнт користування транспортом

$$k_{TP} = \frac{P_{TP}}{P_o}, \quad (1)$$

звідки

$$P_{TP} = P_o \cdot k_{TP}. \quad (2)$$

При цьому  $k_{TP}$  розглядали, як залежний від числа міст і рівня автомобілізації. Чим більше кількість мешканців міста тим більше коефіцієнт користування транспортом  $k_{TP}$ , а чим більше рівень автомобілізації, тим вище значення  $k_{TP}$ .

В свою чергу, транспортна рухливість представлялась із двох складових: транспортної рухливості на МПТ  $P_{МПТ}$  та рухливості, яка була реалізована на особистому транспорті  $P_{OT}$ . Тобто

$$P_{TP} = P_{МПТ} + P_{OT}. \quad (3)$$

Тоді по аналогії з попереднім підходом, визначаємо коефіцієнт користування міським пасажирським транспортом  $k_{МПТ}$

$$k_{МПТ} = \frac{P_{МПТ}}{P_{TP}} \text{ або } P_{МПТ} = k_{МПТ} \cdot P_{TP}. \quad (4)$$

При цьому коефіцієнт користування міським пасажирським транспортом  $k_{МПТ}$ , який був представлений дослідниками, прямо пропорційний рівню автомобілізації.

Визначити функцію  $k_{МПТ}$  та  $k_{TP}$  від сукупності змінних  $x_i$  використовувалось відоме відсоткове співвідношення між основними групами населення (табл. 1).

Таблиця 1

Питоме співвідношення чисельності груп населення міст по їх основним признакам

Признак	Характеристика признаку	Відсоткове співвідношення	Пропонуемий обсяг вибірки, чол.
Стать	Чол.	48	240
	Жін.	52	260
Вік (роки)	15—19	10	50
	20—24	11	55
	25—29	11	55
	30—34	10	50
	35—39	10	50
	40—44	10	50
	44—49	10	50
	50—54	10	50
	55—59	9	45
60 і більше	9	45	
Середній дохід на одну особу, грн./одну особу	до 1000	45	225
	1000—2000	25	125
	2000—3000	20	100
	3000 і більше	10	50

Анкета-інтерв'ю, яку заповнювали інтерв'юери у своїх опитуваннях, містила значення параметрів, наведених в табл. 2.

Таблиця 2

Параметри та їх розмірність, які фіксувалися в кожній анкеті-інтерв'ю

Параметр	Розмірність	Значення
Стать	Ч; Ж	Ж
Вік	років	43
Середній дохід на одну особу, $D_0$	грн. на одного члена родини, грн./місяць	2100
Кількість жителів у місті, $N_{ж}$	тис. чол.	600
Рівень автомобілізації у місті, $Y_a$	авт./1000 мешканців	190
Кількість місць в МПТ на одного мешканця, $P_M$	пас.місць/на одного мешканця	0,31
Щільність транспортної мережі, $\delta$	км/км <sup>2</sup>	2,3
Щільність маршрутної мережі, $\delta_M$	км/км <sup>2</sup>	2,4
Кількість поїздок на рік в МПТ	поїздок на рік	640
Кількість поїздок в рік на індивідуальному транспорті	поїздок на рік	0
Кількість поїздок в рік на таксі	поїздок на рік	21
На скільки швидше на таксі, чим в МПТ	од.	на 40%
Скільки чоловік, які стоять в МПТ на 1 м <sup>2</sup> підлоги	чол.	5—6

Типова таблиця-інтерв'ю, після її заповнення інтерв'юером, що працював: у домашньому середовищі; в трудовому колективі; в колі друзів та знайомих; у місцях скупчення людей, що очікують транспорт, товари або послуги; та інших зручних для роботи місцях, представлена в табл. 3.

Таблиця 3

Анкета-інтерв'ю (типовий варіант)

Параметр	Значення
Вік	28—31 років
Стать	Ж
Середній дохід на одну особу (зі слів)	1000—1500 грн./місяць
Кількість поїздок в МПТ за останні 2 тижні	40—45
Кількість поїздок на індивідуальному транспорті за останні 2 тижні	не має
Кількість поїздок на таксі за останні 2 тижні	3
Місто	Харків (параметри в окремому файлі)
Побажання	розвивати метрополітен

Якщо відомо, в якому місті проходить заповнення анкети-інтерв'ю, оброблювачі мають відносно цього міста значення параметрів, відмічених в табл. 1, 2. Тоді типова усереднена таблиця співвідношення функцій відгуку та змінних матиме вид (табл. 4).

Таблиця 4

Співвідношення змінних  $X_i$  та функцій відгуку  $Y_i$

Приналежність	Параметр	Значення
$Y_1$	Коефіцієнт користування транспортом $k_{TP}$	$k_{TP} = \frac{P_{TP}}{P_0} = 0,85$
$Y_2$	Коефіцієнт користування міським пасажирським транспортом $k_{МПТ}$	$k_{МПТ} = \frac{P_{МПТ}}{P_{TP}} = 0,81$
$X_1$	Кількість жителів у місті, $N_{ж}$ , тис. чол.	490
$X_2$	Рівень автомобілізації у місті, $Y_a$ , авт./1000 мешканців	140
$X_3$	Щільність транспортної мережі, $\delta$ , км/км <sup>2</sup>	2,8
$X_4$	Щільність маршрутної мережі, $\delta_M$ , км/км <sup>2</sup>	2,85
$X_5$	Кількість місць в МПТ на одного мешканця, $P_M$ , пас. місць	0,28
$X_6$	Кількість автомобілів-таксі на 1000 мешканців, $Y_{макс}$ , авт./1000 мешканців	10
$X_7$	Середній динамічний коефіцієнт заповнення салонів МПТ, $\gamma$	0,3
$X_8$	Відношення середнього часу поїздки в МПТ до середнього часу поїздки в таксі, $t_M/t_T$	1,8
$X_9$	Площа міста на одного мешканця, $F_{гм}$ , км <sup>2</sup> /чол.	$0,3 \cdot 10^{-3}$
$X_{10}$	Селітебна площа міста на одного мешканця, $F_{сл}^{гм}$ , км <sup>2</sup> /чол.	$0,16 \cdot 10^{-3}$
$X_{11}$	Середній дохід на одну особу, $E_M$ , евро/1 мешканця на місяць	182

В результаті досліджень було сформовано масив даних, що потребують статистичної обробки та відповідних висновків.

#### 4. Порівняльний аналіз отриманих результатів

Виявлена сукупність факторів впливу на транспортну рухливість, що дозволяє повною мірою оцінити розподіл поїздок мешканців міст між індивідуальним і суспільним транспортом, й підтверджується дослідженнями проведеними в минулому [1—14]. За результатами досліджень можливо врахувати вплив зміни соціальних, економічних і технічних показників на параметри міських пасажирських перевезень.

#### 5. Висновки

В результаті досліджень було отримано масив даних значень коефіцієнтів користування транспортом та коефіцієнтів користування міським пасажирським транспортом для міст, в яких проводилося дослідження при різних співвідношеннях запропонованих факторів. В подальшому необхідно провести оцінку отриманих значень коефіцієнтів від змінних та визначити вид функцій.

## Література

1. Rao, D. P. Urban passenger transportation [Текст] / D. P. Rao, K. S. Murthy. — Inter-India Publications, 1997. — 416 p.
2. Banister, D. Transport Planning [Текст] / D. Banister. — Spon Press, 2002. — 317 p.
3. Simpson, B. J. Urban public transport today [Текст] / B. J. Simpson. — E&FN Spon, 2003. — 222 p.
4. Ples, R. Public Transport in Developing Countries [Текст] / R. Ples. — Elsevier, 2005. — 478 p.
5. Ефремов, И. С. Теория городских пассажирских перевозок [Текст] / И. С. Ефремов, В. М. Кобозев, В. А. Юдин. — М.: Высшая школа, 1980. — 535 с.
6. Доля, В. К. Пасажирські перевезення [Текст] / В. К. Доля. — Х.: Вид-во «Форт», 2011. — 507 с.
7. Гудков, В. А. Технологии, организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками [Текст] / В. А. Гудков, Л. Б. Миротин. — М.: Транспорт, 1997. — 254 с.
8. Спирин, И. В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками [Текст] / И. В. Спирин. — М.: Академия, 2003. — 400 с.
9. Ігнатенко, О. С. Організація автобусних перевезень у містах [Текст] / О. С. Ігнатенко, В. С. Маруни. — К.: УТУ, 1998. — 196 с.
10. Kim, S. Assessing mobility in an aging society: Personal and built environment factors associated with older people's subjective transportation deficiency in the US [Текст] / S. Kim. — Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 2011. — Vol. 14, Iss. 5. — pp. 422–429.
11. Frändberg, L. More or less travel: personal mobility trends in the Swedish population focusing gender and cohort [Текст] / L. Frändberg, B. Vilhelmson. — Journal of Transport Geography, 2011. — Vol 19, Iss. 6. — pp. 1235–1244.
12. Bocarejo S., J. P. Transport accessibility and social inequities: a tool for identification of mobility needs and evaluation of transport investments [Текст] / J. P. Bocarejo S., D. R. Oviedo H. — Journal of Transport Geography, 2012. — Vol. 24. — pp. 142–154.
13. Aftabuzzaman, M. Achieving sustainable urban transport mobility in post peak oil era [Текст] / M. Aftabuzzaman, E. Mazloumi. — Transport Policy, 2011. — Vol. 18, Iss. 5. — P. 695–702.
14. Mattson, J. Travel Behavior and Mobility of Transportation-Disadvantaged Populations: Evidence from the National Household Travel Survey [Текст] / J. Mattson. — Fargo, 2012. — 49 p.

### ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ПОДВИЖНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДОВ МЕЖДУ ИНДИВИДУАЛЬНЫМ И ОБЩЕСТВЕННЫМ ТРАНСПОРТОМ

В данной статье рассматриваются вопросы, касающиеся распределения транспортной подвижности населения городов между индивидуальным и общественным транспортом. В результате исследований были сгруппированы основные факторы влияния на транспортную подвижность, по данным зарубежных и отечественных исследований и полученных во время проведения анкетирования жителей городов. Это позволит определять параметры транспортной системы городов.

**Ключевые слова:** подвижность, населения, пассажирский транспорт, анкета опроса, фактор, функция.

*Доля Виктор Костянтинович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри, кафедра транспортних систем і логістики, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Україна.*

*Іванов Ігор Євгенович, кандидат технічних наук, кафедра транспортних систем і логістики, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Україна.*

*Доля Виктор Константинович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой, кафедра транспортных систем и логистики, Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А. Н. Бекетова, Украина.*

*Иванов Игорь Евгеньевич, кандидат технических наук, кафедра транспортных систем и логистики, Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А. Н. Бекетова, Украина.*

*Dolya Victor, Kharkiv National University of Municipal Economy named O. M. Beketova, Ukraine.*

*Ivanov Igor, Kharkiv National University of Municipal Economy named O. M. Beketova, Ukraine.*

УДК 622.236.22

Башинський С. І.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РІЗАННЯ ПРИРОДНОГО ОБЛИЦЮВАЛЬНОГО КАМЕНЮ АЛМАЗНИМ КАНАТОМ

Проведено експериментальні дослідження енергетичних параметрів процесу розпилювання природного каменю в усталеному режимі роботи алмазного канатного верстата. У ході роботи визначено чисельне значення коефіцієнта алмазного різання для граніту та виявлено закон зміни цього параметру для габро. Встановлено ряд емпіричних залежностей між параметрами процесу розпилювання, що практично підтверджують та уточнюють існуючі теоретичні основи.

**Ключові слова:** алмазний канат, коефіцієнт алмазного різання, енергосилові параметри

### 1. Вступ

Доцільність застосування окремого способу різання природного каменю оцінюється порівнянням продуктивності з витратами, що пов'язані із відповідним процесом. Витрати складаються із втрат сировини, витрат енергії на процес розпилювання, тощо. Втрати сировини при видобуванні та переробці залежать від технології відокремлення монолітів від масиву. Алмазне

канатне різання займає провідне місце серед сучасних технологій з точки зору ресурсозбереження. Ширина пропилю при використанні цієї технології становить 15 мм. Після відокремлення моноліту утворюється гладка рівна поверхня моноліту. Це заощаджує подальші витрати на обробку природного каменю. Тому подальша мінімізація витрат при алмазному канатному різанні пов'язана із дослідженням енергетичних характеристик протікання даного процесу. Дослідження алмазного

канатного різання ускладнюється специфікою роботи гнучкого ріжучого органу: велика кількість степенів свободи, важкодоступність вибою інструмента, авторотація канату. Спостереження за канатом дещо спрощуються на алмазних канатних верстатах завдяки їх конструктивним особливостям. На відміну від кар'єрних алмазних канатних установок, що обладнані лише одним робочим шківом, алмазні канатні верстати представляють собою верстат порталного типу з двома робочими шківями великого діаметра на які запасовано кільце алмазного канату. Один із шківів ведучий, інший – ведений. Ведений шків з'єднаний із гідравлічною системою натягу канату. Таким чином, при натягу канату поміж двох шківів спрощується форма вибою та зменшується кількість степенів свободи інструмента. Розміщення канатних верстатів у виробничих цехах дозволяє організувати та проводити дослідження на більш якісному рівні.

## 2. Аналіз останніх досліджень

Подібні питання були висвітлені у роботах таких вчених: Першина Г. Д. [1, 2], Александрова В. А. [3], Русакова К. І. [4]. Проте це ранні роботи, присвячені вивченню питань, пов'язаних з роботою канатно-абразивних пил. Першин Г. Д. проводив вивчення енергетичних параметрів процесу алмазного канатного розпилювання в умовах Кібік-Кордонського родовища мармуру. Результати цих досліджень не можна екстраполювати на міцні породи природного облицювального каменю оскільки алмазний канат для порід середньої міцності та алмазний канат для високоміцних абразивних порід відрізняються за конструктивними параметрами. Також відмінними є фізико-механічні властивості порід та режимні параметри різання алмазним канатом.

У роботах [1, 2], у яких розглядається канатно-абразивне та алмазне канатне різання, введено коефіцієнт алмазно-абразивного різання, який чисельно рівний відношенню сили різання до сили нормального тиску інструмента на породу:

$$\mu_p^n = \frac{P_p}{P_n} \quad (1)$$

У роботі Александрова В. А. [3], що описує теорію алмазного розпилювання дисковими пилами, відмічено відношення нормальної складової сили різання до тангенціальної складової:

$$\frac{f_N}{f_T} = m = \text{const} \quad (2)$$

Наведені коефіцієнти (1) і (2) – обернені величини і по своїй суті є одною характеристикою протікання процесу розпилювання каменю алмазним інструментом. Проте на даний час числові значення цього параметру для жодної породи не визначено.

Робота Русакова К. І. та Ісиченка Б. Н. [4] присвячена вивченню роботи канатних абразивних верстатів. У цій роботі математично обґрунтовано існування функціональної залежності між енергетичними та силовими показниками і лише наголошено на потребу у експериментальному визначенні цієї залежності.

Експериментальні дослідження енергосилових параметрів роботи алмазних канатних пил на міцних габроїд-

них породах не проводились і залишаються актуальними до теперішнього часу.

**Мета роботи.** Встановити залежність між енергетичними характеристиками роботи верстата і силовими параметрами розпилювання природного облицювального каменю за допомогою алмазного канату та визначити експериментальним шляхом значення коефіцієнта алмазного різання.

## 3. Викладення матеріалу та результати

Проведення дослідів було вирішено виконувати на канатному верстаті. Це обумовлено меншою кількістю степенів свободи робочого інструмента верстата у порівнянні з кар'єрними алмазними канатними установками, що підвищує контроль над положенням алмазного канату у просторі. Скорочується кількість факторів, що впливають на параметри роботи алмазного канату.

Дослідження енергетичних параметрів проводились на алмазному канатному верстаті KXJ-1500 (Yunfu Xinda Machinery) – рис. 1, на базі приватного каменювального підприємства. Основні технічні характеристики верстата наведені в табл. 1.



Рис. 1. Алмазноканатний верстат KXJ-1500

Таблиця 1

Технічні характеристики верстата KXJ-1500

Параметр	Значення
Діаметр канату, мм	8—11
Загальна довжина канату, мм	17200
Лінійна швидкість, м/с	0—40
Вертикальний хід канату, мм	1600
Максимальні розміри блоку, мм	3000 × 2000 × 15000
Продуктивність, м <sup>2</sup> /год:	
— по мармуру	1,0—2,0
— по граніту	0,5—1,0
Габаритні розміри, мм	8200 × 6000 × 3800
Маса, кг	7000
Споживана потужність, кВт	15,74

Верстат KXJ-1500 порталного типу з діаметром робочих шківів 1500 мм. Керування режимними параметрами – плавне, незалежне, за допомогою частотних перетворювачів. Особливістю цього верстату є цифрова панель на пульту керування, куди виводяться кожні 0,5 с поточні значення сили струму та напруги на головному двигуні, частоти обертання валів електричних двигунів головного приводу та приводу подачі канату. Перед початком дослідження покази вольтметра та амперметра



верстата були порівняні з показами контрольного цифрового мультиметра при вимірюванні цих же показників. Розбіжність показів становила до 1,5 %.

За теоретичну основу проведення даних досліджень було взято напрацювання Русакова К. І. [4]. Основною метою проведення досліджень було експериментальне визначення коефіцієнту різання  $m$ , що визначається як відношення питомої тангенціальної сили до питомої нормальної сили притиску за формулою (3):

$$\frac{f_T}{f_N} = m = \text{const.} \quad (3)$$

Зважаючи на силові фактори, форма алмазного канату під час роботи на розпилювальному верстаті, описується рівняннями, що отримуються при розв'язку типової задачі на рівновагу гнучкої нитки [5]. Таким чином, сила різання виражається:

$$P_p = P_0 \cdot (e^{m \cdot \varphi_0} - 1), \quad (4)$$

де  $P_p$  — сила подачі;  $P_0$  — сила натягу канату;  $\varphi_0$  — кут обхвату блока канатом.

У якості головного приводу алмазного канатного верстата використовується трифазний асинхронний двигун з короткозамкнутим ротором з подвійною алюмінієвою кліткою. При роботі такого двигуна в режимі постійного навантаження, що не перевищує максимально допустимих значень, споживана потужність обчислюється за формулою:

$$N = 3 \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi, \quad (5)$$

де  $U$  та  $I$  — відповідно, лінійна напруга та струм у одній фазі;  $\varphi$  — кут зсуву фаз напруги та струму.

Кут зсуву фаз не залежить від параметрів електричного кола і залежить виключно від характеристик споживача струму. Для асинхронного двигуна потужністю більше 1 кВт у помірному режимі роботи  $\cos \varphi = 0,75$  [6].

Під час розпилювання блоку облицювального каменю алмазним канатом сила притиску робочого інструмента до вибою роботи не виконує, оскільки є ортогональною до переміщення ланки канату, на якій діє дане зусилля [7]. Тоді потужність процесу різання описується:

$$N_p = P_p \cdot V, \quad (6)$$

де  $V$  — поздовжня швидкість канату.

Враховуючи конструкцію верстата та залежності (4), (5), (6), коефіцієнт різання виразимо як:

$$m = \frac{\ln\left(\frac{1,91 \cdot U \cdot I}{V \cdot P_0} + 1\right)}{\varphi_0}. \quad (7)$$

У роботі Русакова К. І. [4] висунута гіпотеза про існування функціонального зв'язку між енергетичними та силовими параметрами процесу розпилювання:

$$\frac{S}{V} = f\left(\frac{N_p}{V \cdot P_0}\right), \quad (8)$$

де  $S$  — швидкість подачі канату на вибій;  $f$  — невідома функція, що підлягає вивченню.

Перепишемо (8) із врахуванням конструктивних особливостей верстату КХJ-1500:

$$\frac{S}{V} = f\left(\frac{1,91 \cdot U \cdot I}{V \cdot P_0}\right). \quad (9)$$

На верстаті встановлені датчики для вимірювання частоти обертання валів електроприводів. Враховуючи параметри пасової передачі, поздовжню швидкість руху канату визначимо як:

$$V = \frac{N_m \cdot \pi D_p \cdot n_n}{60000} = 0,0306 \cdot N_m, \quad (10)$$

де  $N_m$  — частота обертання головного шківка, об/хв;  $D_p$  — діаметр головного шківка,  $D_p = 1520$  мм;  $n_n$  — передаточне число пасової передачі  $n_n = 0,3846$ .

Для визначення швидкості подачі канату на вибій на одному кінці траверси верстата було закріплено мірну стрічку, а знизу опорної колони була нанесена мітка. Швидкість подачі канату на вибій визначалась як відношення переміщення траверси за відповідний проміжок часу.

Кут обхвату блоку канатом визначається як сума кутів входу та виходу канату з блока [4]. Для визначення даних кутів перед верстатом було нерухомо встановлено штатив, на якому встановлювався фотокамера Canon EOS Rebel T1i. Камера розташовувалася у площині симетрії верстата на висоті, що відповідала положенню середини блока. Зйомка велася через об'єктив Canon EF 50 mm f/1.8II для мінімізації сферичних та хроматичних аберацій. Подальша обробка полягала у перевірці пропорцій та орієнтування отриманих фотознімків по заздалегідь встановленим маркам та визначення кутів канату по фотознімкам у САПР Аскон Компас. Постійне положення фотокамери та постійна фокусна відстань дозволили провести пакетну обробку знімків, що скоротило час обробки результатів експерименту. Кожен кут визначався наступним чином: по контуру канату проводилось два відрізки та визначалися кути нахилу цих відрізків до горизонталі. За остаточне значення кута приймалось середнє значення визначених кутів у градусах.

Натяг канату забезпечується гідравлічною системою на постійному рівні у автоматичному режимі і для визначення сили натягу необхідно скористатися формулою:

$$P_0 = P \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot n_c = 5 \cdot 10^5 \cdot \frac{\pi \cdot 0,045^2}{4} \cdot 2 = 1590,43 \text{ (Н)}, \quad (11)$$

де  $P$  — тиск у системі,  $P = 5$  бар;  $d$  — діаметр поршня гідравлічного циліндра,  $d = 45$  мм;  $n_c$  — кількість гідравлічних циліндрів — 2 шт.

Отже, для вирішення поставлених задач під час проведення дослідів необхідно знімати наступні параметри: лінійну напругу та силу струму, споживану верстатом, частоту обертання валу головного приводу, час знімання показів та висотну відмітку траверси та роботи фотознімок положення канату.

Виміри проводились при розпилюванні: 7 блоків габро Кам'янобрідського родовища з середньою площею 1,820 м<sup>2</sup> при середній довжині пропилю 1550 мм; 5 блоків граніту Покостівського родовища з середньою площею пропилю 2,780 м<sup>2</sup> при середній довжині пропилю 2500 мм. На кожному блоці виконувалось від 5

до 9 пропилів, досліджувалися лише 5 пропилів. По кожному пропилю виконувалось 5 вимірів показників.

Під час роботи верстата в усталеному режимі різання було відмічено коливання значень вимірюваних параметрів. Оскільки швидкість робочої подачі пропорційна частоті обертання електродвигуна робочої подачі, то було зроблено припущення, що існує зв'язок коливань сили струму із коливаннями значення швидкості подачі канату.

Для більш детального вивчення цього явища була зроблена відеозйомка контрольної панелі. За допомогою програмного пакету Free Studio, отриманий при зйомці, відеофайл було розкладено на кадри, з інтервалом 0,5 с. Загалом отримано 128 кадрів. З кожного кадру визначено значення чотирьох параметрів: напруга ( $U$ ), сила струму ( $I$ ), частота обертання двигуна подачі ( $n$ ), частота обертання головного двигуна ( $n_m$ ). (рис. 2). Споживана потужність ( $P$ ) обчислена за формулою (5).

Для детального аналізу отримані дані були завантажені у програмний пакет статистичних розрахунків Statistica 10. При аналізі було відмічено кореляцію кута обхвату та споживаної сили струму (рис. 2). Рівняння регресії для граніту при коефіцієнті кореляції  $R = 0,999$ :

$$\varphi_0 = 1,2385 + 0,7299 \cdot I. \quad (12)$$

Рівняння регресії для Кам'янобрідського габро при коефіцієнті кореляції  $R = 1,000$ :

$$\varphi_0 = -15,3703 + 1,4034 \cdot I. \quad (13)$$

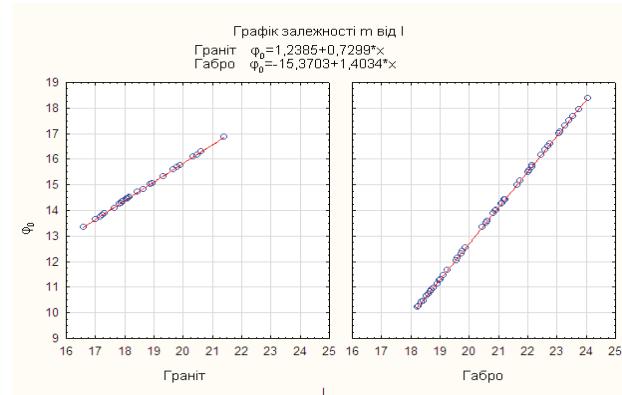


Рис. 2. Графік залежності кута обхвату  $\varphi_0$  від споживаної сили струму  $I$

Встановлення цього факту дозволить в подальшому покращити планування експериментів шляхом зменшення кількості параметрів для спостереження.

Враховуючи (5) перепишемо рівняння регресії (12) та (13) у вигляді:

$$\text{для граніта } N = 667 \cdot \varphi_0 - 825; \quad (14)$$

$$\text{для габро } N = 667 \cdot \varphi_0 - 825. \quad (15)$$

Отримані залежності дозволяють обраховувати споживану потужність при розпилюванні природного облицювального каменю залежно від кута обхвату алмазним канатом.

Експериментальні дослідження підтверджують постійність величини коефіцієнта алмазного різання, але лише для граніту. При різанні габро спостерігається зміна кое-

фіцієнта алмазного різання в межах 1,05–1,50 (табл. 2). Подальший регресійний аналіз коефіцієнта різання та кута обхвату виявляє залежність коефіцієнта алмазного різання від кута обхвату (рис. 3). Коефіцієнти рівняння регресії та коефіцієнт кореляції  $R = -0,641$  для граніту свідчать про слабкий зв'язок між цими величинами. Для габро коефіцієнт кореляції становить  $R = -0,989$ , а рівняння регресії:

$$m = 2,731 - 0,1586 \cdot \varphi_0 + 0,0037 \cdot \varphi_0^2. \quad (16)$$

Таблиця 2

Результати статистичної обробки отриманих значень коефіцієнта різання

Порода	К-ть значень	Середнє	Довірчий інтервал (при $P = 0,95$ )	Min	Max	Станд. відхил.	Коеф. варіації
Граніт	26	1,0538	$\pm 0,13 \%$	1,0468	1,0607	0,00357	0,3388
Габро	49	1,2662	$\pm 3,07 \%$	1,0566	1,5068	0,13556	10,7055

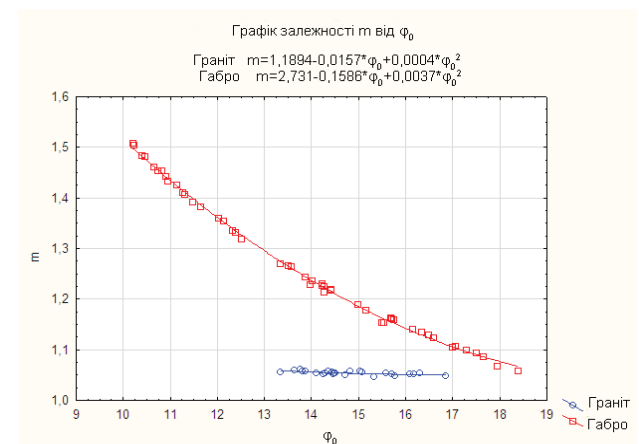


Рис. 3. Графік залежності коефіцієнта алмазного різання  $m$  від кута обхвату  $\varphi_0$

По отриманим даним, згідно [4], було обраховано відношення швидкості подачі канату на вибій до поздовжньої швидкості канату. По своїй суті отримана безрозмірна величина характеризує ефективність використання споживаної верстатом енергії. Також, було обраховано величину  $N/VP_0$ , яка чисельно рівна відношенню сили різання до сили статичного натягу канату. За результати обрахунків було побудовано хмари точок (рис. 4). Характер їх розташування свідчить про наявність квадратичної залежності. У ході регресійного аналізу було отримано наступні рівняння:

– для граніту (коефіцієнт апроксимації  $R = 0,963$ )

$$\frac{S}{V} = 0,0002 - 0,0022 \cdot \frac{N}{VP_0} + 0,0052 \cdot \left( \frac{N}{VP_0} \right)^2; \quad (17)$$

– для граніту (коефіцієнт апроксимації  $R = 0,982$ )

$$\frac{S}{V} = 0,0002 - 0,0022 \cdot \frac{N}{VP_0} + 0,0054 \cdot \left( \frac{N}{VP_0} \right)^2. \quad (18)$$

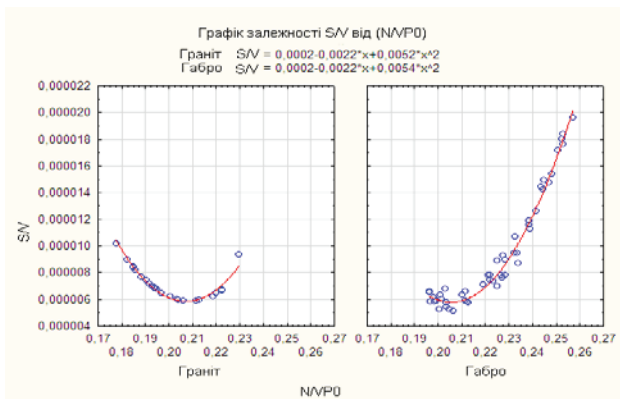


Рис. 4. Графік залежності енергетичних  $S/V$  параметрів алмазного канатного розпилювання від силових факторів  $N/VP_0$

Коефіцієнти рівнянь (17) та (18) практично рівні, тому слід об'єднати отримані дані і провести загальний аналіз (рис. 5).

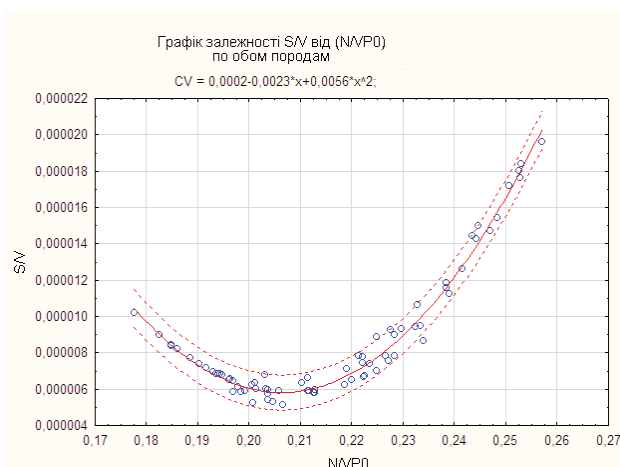


Рис. 5. Узагальнений графік залежності енергетичних  $S/V$  параметрів від силових факторів  $N/VP_0$

Рівняння регресії в загальному вигляді:

$$\frac{S}{V} = 0,0002 - 0,0022 \cdot \frac{N}{VP_0} + 0,0056 \cdot \left(\frac{N}{VP_0}\right)^2. \quad (19)$$

На рис. 5 на графік нанесено межі довірчого інтервалу з  $P = 0,95$ .

Таким чином, рівняння (19) встановлює функціональний зв'язок між енергосиловими параметрами різання природного облицювального каменю за допомогою алмазного канату. Даний зв'язок не залежить від типу породи, а виключно характеризує перебіг процесу розпилювання.

#### 4. Висновки

У результаті досліджень було виявлено емпіричну залежність кута обхвату від споживаної верстатом сили струму. Знайдена залежність дозволить спростити деякі теоретичні викладки, наведені в роботах [8, 9] та покращити планування наступних експериментів.

У даній роботі було визначено та підтверджено стабільність коефіцієнта алмазного різання для граніту

Покостівського родовища. Проте для габро Кам'яно-блідського родовища коефіцієнт алмазного різання при зміні інших параметрів протікання процесу різання змінює свою величину. Визначено емпіричний закон цієї зміни. Даний факт потребує детальної перевірки в подальшому.

По отриманим даним було розраховано енергосилові коефіцієнти і визначено емпіричним шляхом залежність між ними. Цей закон не залежить від породи і є загальним для процесу алмазного канатного різання природного облицювального каменю. У подальшому слід перевірити знайдену залежність для порід інших типів та родовищ. У випадку підтвердження, дана залежність дасть змогу об'єднати теоретичні дослідження алмазного різання різними інструментами у єдину теорію алмазного різання.

У ході експериментальних досліджень було виявлено коливання основних показників. Детальне вивчення енергетичних параметрів розпилювання показує, що в усталеному режимі роботи верстата коливання частоти обертання двигуна приводу подачі алмазного канату амплітудою до 0,5 % встановленого рівня частоти, не викликає відповідних змін у енергетичних параметрах процесу. Це явище пояснюється нестабільними параметрами мережі електропостачання, власними та вимушеними коливаннями робочого органу і окремих частин та вузлів верстата, шумом та перешкодами у цифровому сигналі.

Результати даних досліджень дозволяють конкретизувати комп'ютерну цифрову модель процесу алмазного канатного різання, основи якої викладені у роботі [10].

#### Література

1. Першин, Г. Д. Канатные пилы. Обоснование конструктивных параметров и режимов работы [Текст] / Г. Д. Першин, М. Ю. Гуров, Г. И. Чеботарев. — Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ им. Г. И. Носова». — 2006. — 126 с.
2. Першин, Г. Д. Добыча блоков мрамора алмазно-канатными пилами [Текст]: учеб. пособие / Г. Д. Першин, Г. А. Караулов, Н. Г. Караулов. — Магнитогорск: МГТУ. — 2003. — 103 с.
3. Александров, В. А. Силовые и энергетические параметры при царапании гранита единичным алмазным зерном [Текст] / В. А. Александров, Д. М. Мифлинг, В. А. Мельник // Сверхтвердые материалы. — 1985. — № 3. — С. 53–58.
4. Русаков, К. И. Аналитическое исследование работы канатных пил [Текст] / К. И. Русаков, Б. И. Исиченко // Известия ВУЗов. Горный журнал. — 1971. — № 9. — С. 95–101.
5. Бать, М. И. Теоретическая механика в примерах и задачах [Текст]: в 3 т. Т. 3. Специальные главы механики / М. И. Бать, Г. Ю. Джанелидзе, А. С. Кельзон; под ред. Г. Ю. Джанелидзе, Д. Р. Меркина. — Издание третье, стереотипное. — М.: «Наука». — 1973. — 488 с.
6. Борисов, Ю. М. Общая электротехника [Текст]: учебник для ВУЗов / Ю. М. Борисов, Д. Н. Липатов. — М.: «Высшая школа», 1974. — 519 с.
7. Бать, М. И. Теоретическая механика в примерах и задачах [Текст]: в 3 т. Т. 2. Динамика / М. И. Бать, Г. Ю. Джанелидзе, А. С. Кельзон; под ред. Г. Ю. Джанелидзе, Д. Р. Меркина. — Издание третье, стереотипное. — М.: «Наука». — 1973. — 516 с.
8. Башинский, С. И. Теоретичні залежності процесу алмазно-канатного різання природного облицювального каменю [Текст] / С. І. Башинський // Вісник ЖДТУ. — 2012. — № 2(61). — С. 159–163.

9. Башинський, С. І. Дослідження кінетичних параметрів процесу руйнування природного каменю алмазним канатом [Текст] : матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених, Дніпропетровськ, 29 березня 2012 року / С. І. Башинський. — Д.: Державний ВНЗ «НГУ», 2012. — С. 6–7.
10. Башинський, С. І. Геометричне моделювання контуру алмазного каната [Текст] : тези XXXV науково-практичної міжвузівської конференції, присвяченої Дню університету, 25–28 травня 2010 року : в 2 т. Т. 1. / С. І. Башинський, С. В. Кальчук. — Житомир: ЖДТУ, 2010. — С. 97–98.

#### **ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ ПРИРОДНОГО ОБЛИЦОВОЧНОГО КАМНЯ АЛМАЗНЫМ КАНАТОМ**

Проведены экспериментальные исследования энергетических параметров процесса распиловки природного камня в установленном режиме работы алмазного канатного станка. В ходе работы определены числовые значения коэффициента

алмазного резания для гранита и найден закон изменения этого параметра для габбро. Найден ряд эмпирических зависимостей между параметрами процесса распиловки, которые подтверждают на практике и уточняют существующие теоретические основы.

**Ключевые слова:** алмазный канат, коэффициент алмазного резания, энергосиловые параметры.

---

*Башинський Сергій Іванович, старший викладач, кафедра розробки родовищ та видобування корисних копалин ім. проф. Бакка М. Т., Житомирський державний технологічний університет, Україна, e-mail: ip\_bass@i.ua.*

---

*Башинский Сергей Иванович, старший преподаватель, кафедра разработки месторождений и добычи полезных ископаемых им. проф. Бакка Н. Т., Житомирский государственный технологический университет, Украина.*

---

**Bashynskyi Sergii, Zhitomir State Technological University, Ukraine, e-mail: ip\_bass@i.ua.**





Дікань Л. В.,  
Дейнеко Є. В.

## ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ФАКТОРІВ НА ОБСЯГИ ПОРУШЕНЬ В БЮДЖЕТНІЙ УСТАНОВІ

Розроблено моделі прогнозу та впливу факторів на кількість порушень в бюджетній установі, що дозволяє не тільки визначати вагомість кожного окремого фактору, а й робити прогноз їх впливу. В якості факторів в цій моделі обрано: об'єм фінансування установи, нарахована заробітна плата, темпи росту чисельності персоналу; питома вага працівників, що підвищили кваліфікацію.

**Ключові слова:** державний фінансовий контроль, бюджетна установа, фактори впливу, бюджетне правопорушення

### 1. Актуальність дослідження

В сучасних умовах господарювання великого значення набувають питання активізації роботи по боротьбі з бюджетними правопорушеннями. Зазначене ґрунтується, перш за все, на тому, що на сьогодні спостерігається дефіцит бюджетних ресурсів та обмеженість діяльності розпорядників бюджетних коштів з приводу їх нестачі. За таких умов, будь-які порушення в діяльності бюджетних установ ще більш ускладнюють вразливе становище бюджетної системи України та окремих розпорядників бюджетних коштів, які знаходяться під впливом великої кількості факторів. Все це підтверджує актуальність даної статті та вказує на своєчасність даного наукового дослідження.

### 2. Постановка завдання

Насьогодні багато вчених займаються проблемами дослідження факторів впливу на зростання бюджетних порушень та пропонують власні напрями боротьби із ними. До таких вчених, перш за все, слід віднести: Винниченко Н. В., Шевченко Н. В. [1], Іванова І. І., Ярошенко С. П., Пін'юк Г. І., Кобичева О. С. [2], Кулікова П. М., Івашенко Г. А. [3], Нескородєва Ю. В. [4], Скоропад І. С., Пахолок Н. І. [5], Шевченко Н. В. [6], Юргелевич С. В. [7].

Метою даної статті є аналітичне визначення впливу факторів на обсяги порушень в бюджетній установі на основі розроблення економетричної моделі.

### 3. Результати дослідження

Оскільки саме множинної регресії дозволяє побудувати модель з великим числом факторів, визначивши при цьому вплив кожного з них зокрема, а також сукупний вплив на результативну ознаку, то для визначення впливу факторів на величину виявлених порушень у відповідному кварталі, тис. грн ( $y$ ) доцільно обчислити такі економетричну модель. В якості факторів в цій моделі будуть:

- обсяг фінансування установи, тис. грн ( $x_1$ );
- нарахована заробітна плата, тис. грн ( $x_2$ );
- темпи росту чисельності персоналу ( $x_3$ );

— питома вага працівників, що підвищили кваліфікацію ( $x_4$ ).

Розроблення моделі розпочинається із визначення її специфікації, суть якої є вибір факторів і вибір виду рівняння регресії. Фактори мають бути кількісними показниками та не корелювати між собою, функціонально незалежними. Відбір факторів здійснювався на основі теоретико-економічного аналізу. Саме за результатами такого аналізу відібрано ті фактори, які спричиняють вагомий вплив та можуть одночасно бути виражені кількісно. Обсяг фінансування установи, на думку авторів, спричиняє вагомий вплив через те, що, чим більша масштаб фінансування бюджетної установи, тим більша вірогідність правопорушень в сфері бюджетних асигнувань в ній.

Щодо нарахованої заробітної плати, то слід зауважити, що мається на увазі заробітна плата кожного окремого працівника і в цьому сенсі — чим нижче така заробітна плата, тим більша вірогідність натхнення працівника до шахрайства.

Чисельність персоналу та темпи її зростання мають схожий з першим фактором вплив, тобто, чим більша чисельність — тим більша.

Багатофакторна регресійна лінійна модель залежності виявлених порушень у відповідному кварталі від факторів була обчислена за допомогою пакету Statgraphics Centurion та має вигляд:

$$y = 3,8502 + 0,00083x_1 - 0,00024x_2 - 1,847x_3 + 2,1268x_4;$$
$$t_b = 0,986, t_{x_1} = 2,4316, t_{x_2} = -0,416, t_{x_3} = -0,445,$$
$$t_{x_4} = 1,547.$$

Обчислені t-статистики свідчать, що значимим є тільки один фактор впливу — обсяг фінансування установи, тис. грн ( $x_1$ ), а решта факторів не значимі.

Оскільки коефіцієнт детермінації високий ( $R^2 = 0,683$ ), значення статистики Фішера  $F = 5,93$ , значення статистики Дарбіна-Уотсона  $DW = 1,347$ , можна зробити висновок, що обчислена модель залежності виявлених порушень у відповідному кварталі від факторів є статистично якісною й придатна для визначення впливу факторів на обсяги порушень в бюджетній установі. За моделлю на величину виявлених порушень у відповідному кварталі впливає тільки об'єм фінансування

установи, тис. грн ( $x_1$ ) і не впливають фактори: нарахованої заробітної плати тис. грн ( $x_2$ ); темпів росту чисельності персоналу ( $x_3$ ) та питома вага працівників, що підвищили кваліфікацію ( $x_4$ ).

Для інтерпретації коефіцієнтів моделі маємо на увазі, що коефіцієнт регресії  $b_1$  характеризує середнє змінєння результату зі змінєнням відповідного фактору на одиницю при незмінних значєннях інших факторів, закріплених на середньому рівні. Отже, при змінєнні обсягу фінансування установи на 1 млн. грн обсяг виявлених порушень у відповідному кварталі буде 0,8 тис. грн.

Для визначєння змін в обсягах в бюджетній установі доцільно враховувати прогнознє значєння факторів впливу на них. З цієї метою для моделювання тенденції таких змін використано моделі кривих росту. Це є функції часу  $y = f(x)$ , при цьому вважається, що вплив інших факторів неістотний або опосередковано враховується через фактор часу.

Прогнозування на основі моделей кривих росту ґрунтується на екстраполяції, тобто на продовженні на наступні періоди тенденції, яка встановлена за попередні періоди.

В процедурі прогнозування на основі кривих росту виділяють такі етапи:

- 1) вибір однієї або декількох кривих, форма яких відповідає характеру змінєння часового ряду;
- 2) оцінка параметрів вибраних кривих;
- 3) перевірка адекватності вибраних кривих процесу, що прогнозується, оцінка точності моделей і кінцевий вибір кривої росту;
- 4) обчислення точкового та інтервального прогнозів.

Моделі кривих роста рекомендують розділяти на три групи. До першої групи відносяться функції, які використовуються для опису процесів з монотонним характером тенденції розвитку та з відсутніми межами росту. Це характерно для тенденцій змінєння багатьох економічних показників промислових підприємств. До другої групи відносяться криві, що описують процес, який має межі росту. До таких процесів найчастіше всього відносяться демографічні, хоча зустрічаються і в дослідженнях економічних процесів в бюджетних установах. Функції, що відносяться до другого класу називаються кривими з насичєнням. Якщо криві насичєння мають точки перегику, то вони відносяться до третього класу — до S-подібних кривих. За кривими третьої групи прогнозують процеси науково-технічного прогресу тощо.

В прогнозуванні економічних показників за допомогою кривих росту найчастіше використовуються такі функції:

$$y = a + bt; y = a + \frac{b}{t}; y = e^{a+bt}; y = a \cdot t^b;$$

$$y = a + b_1t + b_2t^2 + \dots + b_kt^k.$$

Здебільшого обчислення оцінок параметрів моделі здійснюється за допомогою методу найменших квадратів у формі регресійних моделей, в яких в якості залежної змінної вибирають значєння показників, а фактором є термін.

Вибір найкращого рівняння для побудови тренда здійснюють шляхом перебору основних форм тренду, обчислення по кожному рівнянню скорєгованого коефіцієнта детермінації  $R^2$  та вибору рівняння тренду з максимальним значєнням відкорєгованого коефіцієнта детермінації.

Статистичну якість обчислених моделей кривих росту для прогнозу перевіряють за критеріями перевірки якості розроблених регресійних моделей: критерія Стюдєнта ( $t$ ), критерія Фішєра ( $F$ ), критерія Дарбіна-Уотсона ( $DW$ ). Існування автокорєляції залишків може істотно спотворити прогнознє значєння.

Для короткострокового прогнозування (на три наступних періода) значєнь показників обсягів порушень у відповідному кварталі, тис. грн ( $y$ ), обсягу фінансування установи, тис. грн ( $x_1$ ), нарахованої заробітної плати, тис. грн ( $x_2$ ), темпів росту чисельності персоналу ( $x_3$ ), питомої ваги працівників, що підвищили кваліфікацію ( $x_4$ ) за допомогою використання статистичного пакета Statgraphics Centurion були обчислені моделі кривих росту. В табл. 1 наведені обчислені альтернативні моделі за основними кривими росту за рейтингом значєнь коефіцієнтів детермінації для моделювання тенденцій змінєння показника виявлених порушень у відповідному кварталі, тис. грн ( $y$ ).

Таблиця 1

Альтернативні моделі за основними кривими росту за рейтингом значєнь коефіцієнтів детермінації

Альтернативні моделі	Відкорєгований коефіцієнт детермінації
$y = \frac{1}{\left(0,205 + \frac{0,1697}{t}\right)}$	$R^2 = 0,921$
$y = e^{1,564 - \frac{0,603}{t}}$	$R^2 = 0,899$
$y = 4,714 - \frac{2,192}{t}$	$R^2 = 0,870$
$y = \sqrt{8,753 + 5,016 \ln(t)}$	$R^2 = 0,852$
$y = 2,989 + 0,658 \ln(t)$	$R^2 = 0,842$
$y = \sqrt{21,808 - \frac{16,278}{t}}$	$R^2 = 0,836$
$y = (1,731 + 0,170 \ln(t))^2$	$R^2 = 0,834$
$y = e^{1,099 + 0,176 \ln(t)}$	$R^2 = 0,824$
$y = \sqrt{6,959 + 4,105 \sqrt{t}}$	$R^2 = 0,758$
$y = 2,772 + 0,532 \sqrt{t}$	$R^2 = 0,731$
$y = (1,678 + 0,136 \sqrt{t})^2$	$R^2 = 0,715$
$y = e^{1,046 + 0,141 \sqrt{t}}$	$R^2 = 0,697$
$y = \sqrt{12,219 + 0,723t}$	$R^2 = 0,646$
$y = 3,462 + 0,093t$	$R^2 = 0,609$
$y = (1,856 + 0,024t)^2$	$R^2 = 0,589$
$y = e^{1,231 + 0,024t}$	$R^2 = 0,568$
$y = \frac{1}{0,296 - 0,006t}$	$R^2 = 0,524$

Таким чином, вибираючи за значенням коефіцієнта детермінації найкращу модель для прогнозування змін значень показників, які надають можливість уявити тенденцію впливу факторів на обсяг порушень в бюджетній установі, отримано наступні моделі:

— величини виявлених порушень у відповідному кварталі

$$y = \frac{1}{\left(0,205 + \frac{0,1697}{t}\right)}; \quad t_a = 48,98; \quad t_b = 12,779;$$

$$F = 163,31; \quad R^2 = 0,921; \quad DW = 3,099,$$

прогноз: 4,6588 тис. грн; 4,6709 тис. грн; 4,6818 тис. грн;  
— об'єму фінансування установи

$$\ln x_1 = 7,3406 + 0,2 \ln t; \quad t_a = 88,718; \quad t_b = 4,989;$$

$$F = 24,89; \quad R^2 = 0,64; \quad DW = 2,292,$$

прогноз: 2717,23 тис. грн; 2748,48 тис. грн; 2778,37 тис. грн;  
— нарахованої заробітної плати

$$x_2 = \sqrt{604621 + 6211,29t^2}; \quad t_a = 4,8289;$$

$$t_b = 6,1242; \quad F = 37,51; \quad R^2 = 0,728; \quad DW = 2,198,$$

прогноз: 1549,09 тис. грн; 1617,74 тис. грн; 1687,28 тис. грн;  
— темпів росту чисельності персоналу

$$x_3 = \sqrt{0,9587 + 0,000409t^2}; \quad t_a = 54,0285;$$

$$t_b = 2,8484; \quad F = 8,11; \quad R^2 = 0,3669; \quad DW = 1,555,$$

прогноз: 1,037 тис. грн; 1,044 тис. грн; 1,052 тис. грн;  
— питомої ваги працівників, що підвищили кваліфікацію

$$x_4 = \exp^{-1,784 + 0,0044t^2}; \quad t_a = -23,86; \quad t_b = 7,385;$$

$$F = 54,54; \quad R^2 = 0,796; \quad DW = 0,7283,$$

прогноз: 0,6116; 0,7152; 0,8439.

Для виявлення дії факторів в прогнозованому періоді рекомендується часові ряди показників, за якими буде здійснюватись внутрішній фінансовий контроль на підприємстві, продовжити прогнозними значеннями та обчислити багатофакторну регресійну модель. Для бюджетних установ, що досліджувались, розроблено таку модель, а саме:

$$y = 4,5131 + 0,00098x_1 - 0,000085x_2 - 2,643x_3 + 0,6223x_4;$$

$$t_b = 1,219, \quad t_{x_1} = 3,218, \quad t_{x_2} = -0,158, \quad t_{x_3} = -0,674,$$

$$t_{x_4} = 0,815.$$

За t-статистикою маємо, що значимим залишається тільки один фактор впливу — обсяг фінансування установи, тис. грн ( $x_1$ ), а решта факторів не значимі [8].

В моделі коефіцієнт детермінації високий ( $R^2 = 0,662$ ), значення статистики Фішера  $F = 6,87$ , значення статистики Дарбіна-Уотсона  $DW = 1,206$  маємо, що обчислена модель залежності виявлених порушень є статистично якісною. З урахуванням прогнозних значень факторів

на величину виявлених порушень у відповідному кварталі впливає тільки об'єм фінансування установи, тис. грн. До речі, змінився рівень впливу першого фактору: при змінній обсягу фінансування установи на 1 млн. грн обсяг виявлених порушень у відповідному кварталі збільшаться, порівняно з попередніми періодами і складуть 0,98 тис. грн.

#### 4. Висновки

Отже, розроблені економетричні моделі прогнозу та впливу факторів на обсяг порушень в бюджетній установі дозволили не тільки визначити вагомість кожного окремого фактору, а й зробити прогноз їх впливу в майбутніх періодах [9, 10].

Наукова новизна даного дослідження полягає в обґрунтуванні методичного підходу щодо визначення впливу факторів на обсяги порушень в бюджетній установі, взаємозв'язку між факторами та результативною ознакою на основі розроблення економетричних регресійних моделей та кривих росту. При цьому, як напрямок подальших досліджень слід вказати необхідність адаптації побудованої економетричної моделі для кожної окремої сфери бюджетних установ.

#### Література

1. Винниченко, Н. В. Сучасний стан розвитку державного внутрішнього фінансового контролю в Україні [Текст] / Н. В. Винниченко, Н. В. Шевченко // Проблеми підвищення ефективності інфраструктури: збірник наукових праць. — Вип. 28. — Київ: НАУ, 2010. — С. 26–29.
2. Іванова, І. І. Державний фінансовий контроль: Парадигми розвитку: Монографія [Текст] / І. І. Іванова. — К.: Академ. видав, 2010. — 168 с.
3. Куліков, П. М. Економіко-математичне моделювання фінансового стану підприємства [Текст]: навч. посіб. / П. М. Куліков, Г. А. Іващенко. — Х.: ВД «ІНЖЕК», 2009. — 152 с.
4. Нескородев, Ю. В. Методологічні аспекти розвитку внутрішнього контролю [Текст]: монографія / Ю. В. Нескородев. — К.: Фотос. — 2012. — 403 с.
5. Скоропад, І. С. Державний фінансовий контроль в Україні [Електронний ресурс] / І. С. Скоропад, Н. І. Пахолок // Збірник науково-технічних праць. — Львів: РВВ НЛТУ України. — 2011. — Вип. 21.07. — Режим доступу: \www/URL: http://nbuv.gov.ua.
6. Шевченко, Н. В. Реформування системи державного фінансового контролю в Україні: проблеми та перспективи [Текст] / Н. В. Шевченко // Вісник української академії банківської справи. — № 2(29). — 2010. — С. 34–39.
7. Юргелевич, С. В. Система державного фінансового контролю [Текст] / С. В. Юргелевич // Фінанси України. — 2002. — № 4. — С. 138–143.
8. Сайт Державної фінансової інспекції [Електронний ресурс]. — Режим доступу: \www/URL: www.dkrs.gov.ua.
9. Сайт Рахункової палати України [Електронний ресурс]. — Режим доступу: \www/URL: http://www.ac-rada.gov.ua/control/main/uk/index.
10. Сайт Міністерства фінансів України [Електронний ресурс]. — Режим доступу: \www/URL: http://www.minfin.gov.ua/.

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ НА ОБЪЕМЫ НАРУШЕНИЙ В БЮДЖЕТНОМ УЧРЕЖДЕНИИ

Разработаны модели прогноза и влияния факторов на количество нарушений в бюджетной учреждении, позволяют не

только определять значимость каждого отдельного фактора, но и делать прогноз их влияния. В качестве факторов в этой модели выбран: объем финансирования учреждения, начисленная заработная плата, темпы роста численности персонала, удельный вес работников, которые повысили квалификацию.

**Ключевые слова:** государственный финансовый контроль, бюджетное учреждение, факторы влияния, бюджетное правонарушение.

*Дікань Лариса Василівна, кандидат економічних наук, професор, завідувач кафедри контролю та аудиту, Харківський національний економічний університет, Україна.*

*Дейнеко Євген Валерійович, аспірант, кафедра контролю та аудиту, Харківський національний економічний університет, Україна.*

*Дікань Лариса Васильевна, кандидат экономических наук, профессор, заведующий кафедры контроля и аудита, Харьковский национальный экономический университет, Украина. Дейнеко Евгений Валерьевич, аспирант, кафедра контроля и аудита, Харьковский национальный экономический университет, Украина.*

*Dikan Larisa, Kharkiv National University of Economics, Ukraine. Deyneko Eugene, Kharkiv National University of Economics, Ukraine.*

УДК 336.228

Желізняк Р. Й.

## ДЕЯКІ АСПЕКТИ ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПОДАТКОВОГО СТИМУЛЮВАННЯ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

В статті розглянуто теоретичні підходи авторів до визначення поняття ефективності. Визначено необхідність та переваги стимулювання інноваційної діяльності через надання податкових пільг. Запропоновано формули для визначення ефективності податкового стимулювання інноваційної діяльності, через надання податкових пільг, для різних суб'єктів програм податкового стимулювання інноваційної діяльності.

**Ключові слова:** податкове стимулювання, податкові пільги, ефективність, інтереси держави, інтереси платників податків

### 1. Вступ

Подальший розвиток економіки України не можливий без інтенсивного використання інновацій. Без інновацій економіка держави все більше перетворюватиметься в сировинну базу для розвинутих економік світу. Проте розроблення та впровадження інновацій є фінансововитратною діяльністю для підприємства.

Початковим моментом при дослідженні проблем інновацій є розгляд процесів нагромадження фінансових ресурсів як економічної основи їх фінансового забезпечення. Виділяють можливість здійснення фінансування інновацій підприємством за рахунок внутрішніх та зовнішніх джерел фінансування (табл. 1).

З огляду на особливу ризикованість інноваційної діяльності та труднощі, пов'язані з залученням позикових коштів для цих потреб, можемо зробити висновки, що підприємства, в більшості випадків, можуть покладатися на самофінансування [2]. А отже стимулювання зі сторони держави є важливим елементом розвитку інновацій та є актуальною темою. Держава може стимулювати за допомогою податкових пільг, фінансування на поворотній та безповоротній основі. Проте два останні види державного стимулювання є проблематичні при значному дефіциті державного бюджету та мають виключно адресний характер, що призводитиме до небажання більшості підприємств, що не отримують державну підтримку, проводити інноваційну діяльність.

Основним шляхом для стимулювання інноваційної діяльності повинно стати надання податкових пільг [3].

Таблиця 1

Джерела фінансування інноваційної діяльності підприємств [1]

Джерела	Види
Самофінансування	— капіталізований прибуток; — амортизаційні відрахування; — резервний фонд
Кредитні ресурси	— банківський кредит; — емісія облігацій; — комерційний кредит; — лізинг
Залучені кошти	— кошти від попередніх емісій акцій; — кошти від нових емісій акцій;
Державні кошти	— податкові пільги; — фінансування на безповоротній основі; — фінансування на зворотній основі

### 2. Постановка проблеми

Проте надання податкових пільг передбачає низку проблем, одною з основних є визначення ефективності зазначених податкових пільг. Докладно та правильно проведене аналізування програми податкового стимулювання інноваційної діяльності дасть змогу оцінити економічну ефективність проведених податкових заходів.



Так, результати аналізування ефективності вже діючих програм дадуть можливість розшивати «вузькі місця» при складанні наступних програм інноваційного розвитку, для запобігання помилок допущених в попередніх програмах.

### 3. Аналіз останніх наукових досліджень і публікацій

Одним з «вузьких місць» в податковому стимулюванні інноваційної діяльності є, саме, оцінка економічної ефективності податкового стимулювання інноваційної діяльності. Термін «ефективність» часто вживається науковцями, проте, одного підходу до тлумачення його сутності немає (табл. 2).

Таблиця 2

Тлумачення ефективності [4—17]

№	Джерело	Визначення
1	Переклад з латини	означає дієвість, результативність, продуктивність
2	Великий тлумачний словник української мови	ефективність пояснено як характеристику якогось об'єкта (пристрою, процесу, заходу, виду діяльності), що відображає його суспільну користь, продуктивність та інші позитивні якості
3	Економічна енциклопедія	здатність приносити ефект, результативність процесу, проекту тощо, які відзначаються як відношення ефекту, результату до витрат, що забезпечили цей результат
4	Енциклопедія бізнесмена, економіста, менеджера	відносний ефект, результативність процесу, операції, проекту, що визначається як відношення результату до затрат, які зумовили його одержання
5	Аксьонов І.	визначається передусім досягненням тих основних цілей, які поставили перед підприємством власники та акціонери
6	Дженстер П., Хасси Д.	ефективність полягає в тому, що організація виконує належно те, що необхідно
7	Загородній А. Г., Вознюк Г. Л.	ефективність розглядається, як здатність забезпечувати результативність (ефект) процесу, проекту тощо, яку обчислюють, як відношення ефекту (результату) до витрат, що забезпечили цей результат
8	Кузьмін О. Е., Мельник О. Г.	ефективність системи менеджменту поділяють на економічну, організаційну та соціальну. Економічна ефективність менеджменту відображає економічні результати діяльності організації. Організаційна ефективність менеджменту характеризує якість побудови організації, її системи управління, прийняття управлінських рішень, реакцію системи управління на стреси, конфлікти, організаційні зміни тощо. Соціальна ефективність менеджменту відображає вплив менеджменту на процеси формування професійних характеристик працівників, зокрема керівників, формування корпоративного духу, відповідного психологічного клімату в колективі, атмосфери захищеності і причетності до цілей організації, перспектив розвитку соціальних інституцій тощо
9	Марциняк С.	визначає ефективність як загальну продуктивність факторів виробництва, яку можна вимірювати за допомогою співвідношення обсягів виробництва та вкладень
10	Подольчак Н. Ю.	ефективність перебуває у прямій залежності із рівнем досягнення поставлених цілей, їх наслідками та витратами

Закінчення табл. 2

№	Джерело	Визначення
11	Стадник В. В., Йохна М. А.	під ефективністю розуміють здатність організації існувати і досягати намчених цілей із найвигіднішим співвідношенням результатів і витрат
12	Чирков В. Г.	у вузькому трактуванні ефективність — це відношення прибутку (ефекту) до витрат, котрі обумовили його отримання, а її синоніми — прибутковість, дохідність, рентабельність. У широкому трактуванні поняття «ефективність» об'єднує абсолютні показники (ефект у вигляді прибутку) і відносні (термін окупності)
13	Шегда А. В.	ефективність притаманна цілеспрямованій взаємодії і відображає передовсім ступінь досягнення мети

Проблемою податкового стимулювання інноваційної діяльності займалися такі науковці Алексеев І. В., Варналії З. С., Вишне夫斯基 В. П., Грачов О. В., Десятнюк О. М., Іванова Н. І., Іванов Ю. Б., Кошук Т. В., Крисоватий А. І., Майбуров І. А., Мельник П. В., Мельник П. В., Мярковський А. І., Соколова А. М., Тарангул Л. Л., Тищенко О. М., Юрій С. І., Ярошенко Ф. О. [1, 3, 18—28] та інші науковці.

### 4. Мета дослідження

Завданнями статті є визначення ефективності податкового стимулювання інноваційної діяльності для різних суб'єктів податкового стимулювання інноваційної діяльності.

### 5. Результати дослідження

Визначення економічної ефективності при податковому стимулюванні інноваційної діяльності є достатньо складним процесом. Зазначена складність пояснюється тим, що по-перше, податкове стимулювання підприємств та організацій, що займаються інноваційною діяльністю, повинно починатися ще на початковому етапі, тоді як ефектом від стимулювання інноваційної діяльності вже буде комерціалізація інновацій. Відповідно утворюється значний часовий лаг, в якому держава ще не отримала збільшення інновацій в економіці, проте вже встигла втратити частину податків. Друга складність проявляється в тому, що існує декілька інтересів. Іванов Ю. Б. зазначає, що при наданні податкових пільг в податковому регулюванні необхідно враховувати інтереси як держави, так і інтереси платників податків. Проте ми вважаємо, що держава має декілька інтересів, котрі є протилежно напрямленими. Першим інтересом держави є, зрозуміло, збільшення використання та розповсюдження інновацій в економіці, оскільки це приведе до збільшення конкурентоспроможності не тільки окремих підприємств, але й цілої економіки держави. Держава, для втілення цього інтересу, використовує метод податкового стимулювання. Другим інтересом держави є наповнення бюджету для підтримання певного рівня соціальних стандартів, оскільки значні податкові пільги можуть призвести до значного збільшення дефіциту податкових надходжень до державного бюджету. Можемо спостерігати, що зазначені два інтереси держави

є протилежно напрямленими і повинен бути знайдений компроміс між ними. Інтерес місцевої влади розглядати не будемо, оскільки значних, саме, податкових пільг, за теперішнім законодавством, воно надати не в змозі.

Необхідно розглянути, що для зазначених трьох аспектів зацікавленості, інтереса підприємства, та двох інтересів держави, буде ефектом від податкового стимулювання інноваційної діяльності.

Розглянемо спочатку ефект для підприємства від податкового стимулювання інноваційної діяльності. Якщо підприємство є в програмі податкового стимулювання інноваційної діяльності, незалежно від значимості на пряму інноваційної діяльності в якому працює, воно отримуватиме податкові пільги. Як зазначалося най-ефективнішим, в більшості випадків, є використання податку на прибуток, а пільги з цього податку повинні надаватися або через податковий дослідний кредит або застосовуючи зміну бази оподаткування, використовуючи вагові коефіцієнти. Проте кінцевим ефектом для підприємства є його прибуток, утворений через реалізацію чи використання інновацій. Отже можемо сказати, що для визначення ефективності для підприємства можемо використовувати вираз (1).

$$I_{E1} = \frac{(ЧД_{\text{Б}} + ЧД) - (В_{\text{Б}} + В_1) + \text{ПП}}{ЧД_{\text{Б}} - В_{\text{Б}}}, \quad (1)$$

де  $I_{E1}$  — показник ефективності податкового стимулювання інноваційної діяльності для підприємства, частка одиниці;  $ЧД_{\text{Б}}$  — базовий чистий дохід, отриманий підприємством від здійснення ним звичайної діяльності (без використання інновацій), тис. грн;  $ЧД_1$  — чистий дохід, отриманий підприємством у зв'язку із використанням чи комерціалізацією інновацій, тис. грн,  $В_{\text{Б}}$  — витрати понесені підприємством від звичайної діяльності (без використання інновацій), тис. грн;  $В_1$  — сума витрат, що понесло підприємство у зв'язку із розробленням, освоєнням та комерціалізацією інноваційного продукту чи послуги, тис. грн;  $\text{ПП}$  — податкові пільги, що отримало підприємство при податковому стимулюванні його інноваційної діяльності, тис. грн.

Використання цього показника дасть змогу менеджменту підприємства здійснити розрахунок ефективності своєї інноваційної діяльності, що була стимульована податковими пільгами. Можемо спостерігати, що підприємство зацікавлене в комерціалізації свого інноваційного продукту, оскільки тільки тоді воно зможе отримати дохід і відповідно прибуток. Для підприємства, непроходження всього інноваційного циклу, призведе тільки до збільшення витрат і часткової їх компенсації на величину податкових пільг. Проте, не виключно, що до зазначеного підприємства будуть використовуватись і штрафні санкції, а це призведе ще до значного зменшення коштів. Як можемо спостерігати, підприємство отримає економічний ефект від податкового стимулювання своєї інноваційної діяльності тільки тоді, коли комерціалізує зазначені інновації.

Розглянемо ефективність податкового стимулювання інноваційної діяльності для держави, а саме з точки зору того інтересу, де держава зацікавлена в нарощуванні інноваційної діяльності підприємств в економіці. Проводячи програму податкового стимулювання інноваційної діяльності держава вивільняє кошти для підприємства через зменшення величини податку на прибуток та

інших податків та зборів, оскільки вона розуміє, що підприємства зможуть, зменшивши податковий тягар, більше займатися розробленням та впровадженням інноваційних продуктів.

Проте величина вивільнених коштів, у зв'язку із зміною податку на прибуток підприємств, повинна бути лише частиною коштів, котрі підприємства направляють на інноваційну діяльність, оскільки в іншому випадку тільки держава фінансуватиме інновації, а це не буде стимулюючою функцією податку на прибуток підприємств та відповідно буде не ефективно.

Для коректного аналізування та визначення ефективності, з боку держави, впроваджуваних податкових стимулів необхідно розглянути модифікацію показника інноваційної місткості податку на прибуток [3]. Так, необхідно розрахувати співвідношення зміни податку на прибуток та величини напрямлених коштів на інноваційну діяльність, вираз (2). Як і основний показник, зміна зазначених приростів повинна зростати, проте можливі різні варіанти значень зазначеного показника.

$$I_{E2} = \frac{\Delta \text{ВІД}}{\Delta \text{ППП}}, \quad (2)$$

де  $I_{E2}$  — показник ефективності податкового стимулювання інноваційної діяльності, з боку держави, зацікавленої в збільшенні інноваційної діяльності, частка одиниці,  $\Delta \text{ВІД}$  — зміна витрат на інноваційну діяльність, тис. грн;  $\Delta \text{ППП}$  — зміна податку на прибуток, тис. грн.

Державні органи, розраховуючи ефективність інноваційної діяльності можуть використовувати зазначений показник як до окремого підприємства, так і до багатьох підприємств або всієї програми податкового стимулювання інноваційної діяльності.

Необхідно розуміти, що значення показника є важливими як для економіки держави, так і для розрахунку ефективності окремого підприємства. Проте межі на макро та мікрорівнях будуть відрізнятися. Різниця пов'язана з тим, що на мікрорівні значення зазначеного показника повинно бути більшими, оскільки на підприємстві проводиться податкове стимулювання інноваційної діяльності. На рівні сектору економіки чи загалом по економіці межі показника будуть меншими, оскільки не для всіх підприємств буде проводитись податкове стимулювання інноваційної діяльності, навіть в межах одного сектору економіки, а також не всі підприємства зможуть провести повний інноваційний цикл.

Розглянемо зазначений показник та його межі на мікрорівні, оскільки саме з аналізу на самих підприємствах держава повинна починати визначення ефективності податкового стимулювання інноваційної діяльності [18]. Визначимо декілька випадків змін показника ефективності податкового стимулювання (через податок на прибуток) інноваційної діяльності підприємства.

Перший випадок, коли зазначений показник є менший одиниці. Згідно даного випадку величина вивільнених коштів не повністю була напрямлена на фінансування інноваційної діяльності, це означає, що на одну вивільнену гривню податку на прибуток припало менше ніж одна гривня витрат на інноваційну діяльність. В зазначеному випадку можна стверджувати, що з боку підприємства, на котре розповсюджуються преференції, були здійснені дії, котрі спрямували вивільнені кошти не за призначенням. Для таких підприємств необхідно

призупиняти дію податкового стимулювання інноваційної діяльності.

Розглянемо наступний випадок, коли зміна витрат на інноваційну діяльність дорівнює податковій пільзі, тобто  $I_E = 1$ . В зазначеному випадку, підприємством була направлена на інноваційну діяльність та сама сума коштів, що воно отримало від держави, у вигляді преференцій від податку на прибуток. Ця рівність стверджує, що не підприємство фінансує інновації, а держава. Для таких підприємств необхідно розглянути питання, чому вони не збільшили своє фінансування інновацій, та здійснити радикальні кроки у вигляді позбавлення преференцій на наступний період, або запровадження санкцій, якщо з боку зазначених підприємств не буде збільшено в наступному періоді витрати на інноваційну діяльність.

В третьому варіанті, де відношення приросту витрат на інноваційну діяльність до зміни податку на прибуток підприємств є більше одиниці, необхідно розглянути декілька варіантів. Так, експерти з боку держави повинні визначити межі, згідно яких можна буде визначити ступінь ефективності податкового стимулювання інноваційної діяльності на підприємстві. Представимо зазначені межі в табл. 3.

Таблиця 3

Диференціація меж коефіцієнта ефективності податкового стимулювання інноваційної діяльності

Межі ефективності податкового стимулювання інноваційної діяльності	Ступінь ефективності податкового стимулювання інноваційної діяльності
$I_E < 1$	незадовільна ступінь податкового стимулювання інноваційної діяльності (необхідно скасувати податкові пільги для зазначеного підприємства)
$I_E = 1$	незадовільна ступінь податкового стимулювання інноваційної діяльності (необхідно призупинити розповсюдження податкових пільг для зазначеного підприємства або накласти значні зобов'язання по збільшенню витрат на інноваційну діяльність в майбутньому)
$a < I_E < b$	задовільна ступінь податкового стимулювання інноваційної діяльності
$b < I_E < c$	добра ступінь податкового стимулювання інноваційної діяльності
$I_E > d$	відмінна ступінь податкового стимулювання інноваційної діяльності

**Примітка:**  $a, b, c$  — значення встановлені експертами при визначенні меж податкового стимулювання інноваційної діяльності. Ці значення повинні відповідати таким характеристикам —  $1 < a < b < c$

При визначенні ефективності податкового стимулювання сектору економіки чи загалом економіки, як зазначалося показник ефективності буде меншим. Визначити конкретні межі в такому випадку є проблематично, проте позитивною динамікою коефіцієнта ефективності податкового стимулювання інноваційної діяльності, з боку держави, повинно бути збільшення, а саме показник повинен бути більшим за одиницю. Значення більше за одиницю свідчатиме, в залежності від обраного об'єкта, що підприємства та організації в тому чи іншому секторі економіки або загалом по економіці збільшують свої витрати на інноваційну діяльність, тим самим пока-

зують прагнення до виведення економіки держави на інноваційний тип розвитку.

Як зазначалося, держава має інакший інтерес, через який вона навпаки не зацікавлена в зменшенні податкових надходжень до бюджету у зв'язку із необхідністю підтримування соціальних стандартів. Проте при податковому стимулюванні інноваційної діяльності зазначений аспект зацікавленості держави також може отримати ефект. По-перше, нарощуючи витрати на інноваційну діяльність та створюючи інноваційні продукти та послуги, підприємства можливо будуть створювати нові робочі місця. Ефектом для держави, в такому випадку, буде зменшення безробіття, а відповідно і виплат по безробіттю та додатковому надходженню податків за новими робочими місцями, а саме податку на доходи фізичних осіб та єдиного соціального внеску. Також через зазначену зацікавленість держава отримає додатковий розвиток інноваційних інфраструктур, що дозволить покращити свій імідж в світовій економіці. Проте основним аргументом для цієї зацікавленості держави повинен бути очікуваний дохід та прибуток від комерціалізації інновацій в майбутньому, з якого вона отримає додаткові податкові надходження за податком на прибуток підприємств. Так, для цього аспекту зацікавленості держави повинна справджуватись нерівність:

$$I_{E3} = \frac{\text{ППП}_1}{\text{ППП}_0} > k, \tag{3}$$

де  $I_{E3}$  — показник ефективності податкового стимулювання інноваційної діяльності, з боку держави, зацікавленої в збільшенні надходжень до бюджету, частка одиниці;  $\text{ППП}_1$  — приведений, до теперішньої або майбутньої вартості, податок на прибуток, отриманий державою як частка прибутку підприємств за рахунок комерціалізації інноваційного продукту чи послуги, тис. грн;  $\text{ППП}_0$  — приведений, до теперішньої або майбутньої вартості, податок на прибуток недоотриманий державою у зв'язку із проведенням податкового стимулювання інноваційної діяльності, тис. грн;  $k$  — показник визначений експертами, при якому держава може відмовитись від частини податкових надходжень у зв'язку із проведенням податкового стимулювання інноваційної діяльності, частка одиниці.

Зазначений критерій « $k$ » повинен бути рівний або більший одиниці. Це свідчатиме про те, що держава в майбутньому отримає такі самі або більші надходження до бюджету у вигляді податку на прибуток підприємств отриманий від реалізації інноваційних товарів та послуг.

## 6. Висновки

Подальший розвиток економіки держави неможливий без інновацій. Саме інновації дадуть конкурентну перевагу не тільки підприємству порівняно з іншими підприємствами, але й державі порівняно з економіками розвинених держав. Зазначено, що стимулювання інноваційної діяльності найкраще здійснювати непрямыми методами, а саме через надання податкових пільг. Проте необхідно визначити ефективність наданих податкових пільг в програмах податкового стимулювання інноваційної діяльності. Запропоновано визначення ефективності податкового стимулювання інноваційної діяльності для різних аспектів зацікавлених сторін, а саме для двох інтересів держави та інтересу підприємств, що будуть

займатися інноваціями. Зазначені розрахунки ефективності дадуть можливість більш чітко розробляти подальші програми податкового стимулювання інноваційної діяльності або удосконалювати вже діючі.

### Література

1. Иванов, Ю. Б. Сучасне оподаткування: мотиваційний аспект [Текст] : монографія / Ю. Б. Иванов, О. А. Єськов. — Х.: ВД «ІНЖЕК», 2007. — 328 с.
2. Офіційний сайт Державного комітету статистики [Електронний ресурс]. — Режим доступу: \www/ URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
3. Алексеев, І. В. Оцінка податкового стимулювання інноваційної діяльності підприємств України [Текст] / І. В. Алексеев, А. С. Мороз, Р. Й. Желізняк // Формування ринкової економіки в Україні. Збірник наукових праць Львівського національного університету ім. Івана Франка. — 2011. — Вип. 23, ч. 1. — С. 3–9.
4. Бусел, В. Т. Великий тлумачний словник сучасної української мови [Текст] / уклад. і голов. ред. В. Т. Бусел. — К.; Ірпінь: ВТФ «Перун», 2007. — 1736 с.
5. Дяків, Р. Енциклопедія бізнесмена, економіста, менеджера [Текст] // за ред. Р. Дяків. — К.: Міжнародна економічна фундація, 2000. — 703 с.
6. Мочерний, С. В. Економічна енциклопедія. Т. 1 [Текст] / С. В. Мочерний та ін. — К.: Видавничий центр «Академія», 2000. — 864 с.
7. Marciniak, S. Makro i Mikro Ekonomia — Problemy podstawowe [Text] / S. Marciniak // Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2001. — 595 s.
8. Аксьонов, І. Як оцінити діяльність ради директорів [Текст] / Аксьонов І. // Круглий стіл. — 2004. — № 5. — С. 27–31.
9. Дженстер, П. Анализ сильных и слабых сторон компании: определение стратегических возможностей [Текст] : пер. с англ. // П. Дженстер, Д. Хасси. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. — 368 с.
10. Загородній, А. Г. Фінансово-економічний словник [Текст] // А. Г. Загородній, Г. Л. Вознюк. — К.: Знання, 2007. — 1072 с.
11. Ліманський, А. Організаційно-економічні механізми підвищення ефективності промислових підприємств в умовах трансформації та євроінтеграції (на прикладі промислових підприємств Польщі та України) [Текст] / А. Ліманський // НАН України ІРД. — Львів, 2003. — 520 с.
12. Кузьмін, О. Є. Теоретичні та прикладні засади менеджменту [Текст] : навч. посіб. / О. Є. Кузьмін, О. Г. Мельник. — Львів: Інтеллект-Захід, 2003. — 352 с.
13. Олексів, І. Б. Методи багатовимірного аналізу в оцінюванні фінансових ризиків підприємства [Текст] / І. Б. Олексів, Н. Ю. Подольчак // Фінанси України. — № 1. — 2005. — С. 96–105.
14. Подольчак, Н. Ю. Поняття та види ефективності систем менеджменту машинобудівних підприємств [Електронний ресурс] / Подольчак Н. Ю. — Режим доступу: \www/ URL: [http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/Vnulp/Management/2007\\_606/33.pdf](http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/Vnulp/Management/2007_606/33.pdf).
15. Стадник, В. В. Менеджмент [Текст] : підруч. / В. В. Стадник, М. А. Йохна. — К.: Академвидав, 2007. — 472 с.
16. Чирков, В. Г. Эффектометрия: популярные очерки [Текст] / В. Г. Чирков. — К.: Феникс, 2005. — 240 с.
17. Шегда, А. В. Менеджмент [Текст] : навч. посіб. / А. В. Шегда. — К.: Знання, КОО, 2002. — 583 с.
18. Алексеев, І. В. Визначення етапів податкового стимулювання інноваційної діяльності підприємств України [Текст] / І. В. Алексеев, А. С. Мороз, Р. Й. Желізняк // Науковий вісник Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка. — Полтава, 2011. — № 30. — С. 262–265.
19. Вишнеvский, В. П. Налогообложение: теории, проблемы, решения [Текст] / В. П. Вишнеvский, А. С. Веткин, Е. Н. Вишнеvская и др.; под общ. ред. В. П. Вишнеvского. — Донецк: ИЭП НАН Украины, 2006. — 504 с.
20. Иванова, Н. И. Налоговое стимулирование инновационных процессов [Текст] / Н. И. Иванова, Г. И. Дежина, А. В. Федорченко и др.; под ред. Н. И. Иванова. — М.: ИМЭМО РАН, 2009 — 160 с.
21. Майбуvров, И. А. Налоговые реформы. Теория и практика [Текст] : монография для магистрантов, обучающихся по специальности «Финансы и кредит», «Бухгалтерский учет, анализ и аудит» / И. А. Майбуvров и др.; под ред. И. А. Майбуvрова, Ю. Б. Иванова. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2010. — 463.
22. Майбуvров, И. А. Налоговые системы. Методология развития: монография для магистрантов, обучающихся по программам «Налоги и налогообложение», «Финансы и кредит» [Текст] / И. А. Майбуvров и др.; под ред. И. А. Майбуvрова, Ю. Б. Иванова. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. — 463 с.
23. Мельник, П. В. Податкова політика України: стан, проблеми та перспективи [Текст] : монографія / П. В. Мельник, Л. Л. Тарангул, З. С. Варналія та ін.; за ред. З. С. Варналія. — К.: Знання України, 2008. — 675 с.
24. Иванов, Ю. Б. Податкове регулювання соціального розвитку: світовий досвід та тенденції в Україні [Текст] : монографія / Ю. Б. Иванов, О. М. Тищенко, О. В. Грачов та ін., за ред. Ю. Б. Иванова. — Х.: ФОП Александрова К. М.; ВД «ІНЖЕК», 2012. — 496 с.
25. Иванов, Ю. Б. Регулятивний потенціал податкової системи України [Текст] : монографія / Ю. Б. Иванов, О. М. Тищенко, К. В. Давискиба та ін.; заг. ред. Ю. Б. Иванова. — Харків: Вид. КНЕУ, 2009. — 336 с.
26. Майбуvрова, И. А. Реформирование налоговых систем. Теория, методология и практика [Текст] : монография / под ред. И. А. Майбуvрова, Ю. Б. Иванова, А. И. Крисоватого. — К.: Кондор, 2011. — 352 с.
27. Ярошенко, Ф. О. Реформування податкової системи України: теорія, методологія, практика [Текст] : монографія / Ф. О. Ярошенко, П. В. Мельник, А. І. Мярковський та ін.; за заг. ред. М. Я. Азарова. — К.: Міністерство фінансів України, 2011. — 656 с.
28. Юрий, С. И. Турбулентность налоговых реформ [Текст] / С. И. Юрий, А. И. Крисоватый, И. А. Майбуvров, Т. В. Кошук. — К.: Знання, 2011. — 382 с.

### НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАЛОГОВОГО СТИМУЛИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В статье рассмотрены теоретические подходы авторов к определению понятия эффективности. Определена необходимость и преимущества стимулирования инновационной деятельности путем предоставления налоговых льгот. Предложены формулы для определения эффективности налогового стимулирования инновационной деятельности, путем предоставления налоговых льгот, для различных субъектов программ налогового стимулирования инновационной деятельности.

**Ключевые слова:** налоговое стимулирование, налоговые льготы, эффективность, интересы государства, интересы налогоплательщиков.

*Желізняк Роман Йосифович, асистент, кафедра фінансів, Національний університет «Львівська політехніка», Україна.*

*Железняк Роман Иосифович, асистент, кафедра финансов, Национальный университет «Львовская политехника», Украина.*

*Zheliznyak Roman, Lviv Polytechnic National University, Ukraine.*



Климчук М. М.

## МЕТОДИКА ДІАГНОСТИКИ ФАКТОРНОГО ВПЛИВУ В КОНТЕКСТІ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ПІДПРИЄМСТВ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

*В статті розроблені методичні підходи щодо діагностики факторного впливу в контексті результативності управління бізнес-процесами підприємств альтернативної енергетики. Побудовано пріоритетний ряд факторів зовнішнього й внутрішнього середовища, що дозволив визначити домінуючі компоненти впливу з метою ідентифікації змінних, які забезпечують ефективне функціонування виробничо-економічної системи в сучасних економічних реаліях.*

**Ключові слова:** діагностика факторного впливу, підприємство альтернативної енергетики, «зелена» економіка, бізнес-процес

### 1. Постановка проблеми

Постіндустріальний розвиток суспільства в контексті концепції «зеленої» економіки позиціонується як симбіоз енергоефективності та енергонезалежності, одним з орієнтирів є розвиток виробничо-економічної системи альтернативної енергетики. Динамізм навколишнього середовища, глобалізація ринків та посилення конкурентного тиску вимагають від керівництва підприємств альтернативної енергетики використання сучасного інструментарію управління бізнес-процесами, які базуються на системно-диференційованих-інтегрованих (процесно-функціональних) засадах.

Ідентифікація факторів, що впливають на управління бізнес-процесами підприємств альтернативної енергетики є необхідною умовою результативного функціонування виробничо-економічної системи в умовах ентропії економічного середовища.

### 2. Аналіз останніх наукових досліджень

Проблематику використання альтернативних джерел енергії досліджували у своїх працях науковців Андрійчук І., Гелетуха Г., Железна Т., Калетник Г. та ін. [1–10]. Проте, залишаються недостатньо вивчені питання розвитку підприємств альтернативної енергетики в контексті управління бізнес-процесами, а саме ідентифікації та діагностики факторів впливу як домінуючого результату кожного бізнес-процесу.

**Метою дослідження** є ідентифікація комплексу факторів, які впливають на результативність управління бізнес-процесами підприємств альтернативної енергетики та оцінка ступеню їх впливу в умовах ентропії економічного середовища.

### 3. Результати дослідження

За період 2006–2011 р.р. Євросоюз збільшив частку альтернативних джерел енергії (АДЕ) у загальному споживанні з 8,5 % до 13 %, провідну позицію у використанні АДЕ за підсумками 2011 року зайняла Швеція з показником 46,8 %, наступну позицію посіла

Латвія (33,1 %), Фінляндія (31,8 %), Австрія (30,9 %) і Естонія (25,9 %). Протягом 2010–2012 років майже всі держави, що входять в ЄС, збільшували використання АДЕ. Проте, Норвегія, що не входить до ЄС, в 2011 році 64,7 % своїх енергетичних потреб покривала за рахунок альтернативних джерел. Європейський Союз планує до 2020 року збільшити частку альтернативних джерел у загальному енергобалансі до 20 %. Одинадцять країн ЄС поставили перед собою ще глобальніші цілі — за той же термін збільшити використання з 23 % до 49 % альтернативної енергії. Україна прийняла на себе зобов'язання перед Європейським енергетичним співтовариством до 2020 року підвищити частку АДЕ в енергобалансі до 11 %. Результатом еволюція ринку «зеленої» економіки стане зростання альтернативних джерел енергії до 69–74 % нових потужностей, які запуснуть до 2030 року. Отже, розвиток альтернативної енергетики є пріоритетним та підтримується вагомими міжнародними інституціями [6].

Акцентовуємо увагу на те, що програми розвитку альтернативної енергетики повинні бути комплексними, а не фрагментарними, і найважливішою умовою успішного розвитку даної галузі є визнання, що домінуючою компонентою в цій структурі є виробничо-економічна система альтернативної енергетики, а не позиціонування окремо галузі альтернативної енергетики від основного вектора — підприємства. Ефективність діяльності підприємств альтернативної енергетики залежить від результативного управління його бізнес-процесами та діагностики факторного впливу. Особливу увагу при розгляді всієї сукупності факторів, що впливають на управління бізнес-процесами, слід приділити вивченню факторів зовнішнього та внутрішнього середовища підприємства, а також факторам, які відображають галузеву специфіку діяльності.

Серед зовнішніх факторів, які впливають на управління бізнес-процесів підприємств альтернативної енергетики слід виділити:

- загальнонаціональні, політичні і соціокультурні фактори;
- загальноекономічні (стан економіки, обсяги національного виробництва, економічна активність населення, обсяг внутрішнього ринку);

— міжгалузеві (галузева структура господарства, рівень розвитку міжгалузевих і внутрішньогалузевих зв'язків);

— галузеві (обсяги та структура ринку, обсяг та структура пропозиції товарів, стан конкуренції).

Галузеві чинники враховують: діловий цикл характерний для галузі; перспективи розвитку; структуру, рівень конкуренції; рівень витрат; трудові відносини; тривалість виробничого циклу; організацію бухгалтерського обліку.

Отже, на результативність управління бізнес-процесами впливає велика кількість різноманітних факторів внутрішнього і зовнішнього середовища. Оцінка ступеня впливу цих факторів може бути проведена на підставі експертного методу. Однак, безліч факторів мають не чіткі характеристики, тому їх важко логічно розставити в пріоритетний ряд. Для виявлення ступеня впливу окремих факторів скористаємося методом парних порівнянь на основі багатомірного шкалювання Т. Сааті [5]. Дослідження проведемо по наступних етапах.

### 3.1. Початкова стадія.

**1 етап.** Визначаємо ціль дослідження: виявлення ступеня впливу факторів на управління бізнес-процесами підприємств альтернативної енергетики.

**2 етап.** Обмежуємо предмет дослідження. Визначаємо фактори, що впливають на результативність управління бізнес-процесами підприємств альтернативної енергетики:

1. Логістика.
2. Матеріально-ресурсне забезпечення.
3. Цінова та маркетингова політика підприємства.
4. Використання відповідної техніки й технологій.
5. Рівень автоматизації.
6. Кваліфікація персоналу.
7. Наукове забезпечення.
8. Розвиток внутрішнього ринку.
9. Нормативно-правове регулювання.
10. Державне регулювання.
11. Інтеграційні процеси.
12. Розвиток внутрішнього ринку.

### 3.2. Основна стадія.

Для визначення ступеня впливу наявних альтернативних факторів використовуємо метод парних порівнянь на основі багатомірного шкалювання Т. Сааті.

Після виокремлення найбільш істотних, на наш погляд, факторів будемо матриця оцінки парних порівнянь факторів (з використанням вищенаведеної шкали). Конкретний вибір чинників може мати різну інтерпретацію, проте, в основному вся сукупність факторів групується за внутрішніми та зовнішніми змінними. Внутрішні змінні — ситуаційні фактори усередині виробничо-економічної системи. Фактори внутрішнього середовища представляють аспекти як: цілі системи, структура, завдання, технологія управління, людський капітал. Зовнішні фактори, інтерпретують умови і ситуації, які підсистема, що керує, не може змінити, але обов'язково повинна враховувати в своїй роботі.

**3 етап.** Складаємо матрицю парних суджень (табл. 1).

В процесі дослідження були проаналізовані та побудовані пріоритетні ряди факторів впливу за допомогою методу парних порівнянь на основі багатомірного шкалювання.

**4 етап.** Обчислюємо середню геометричну по кожному ряду матриці (по кожному фактору).

### 3.3. Заключна стадія.

**5 етап.** Визначаємо ступінь впливу кожного фактора (в %) шляхом розрахунку питомої ваги кожного компоненту.

**6 етап.** Будемо пріоритетний ряд факторів, що впливають на результативність управління бізнес-процесами на підприємствах альтернативної енергетики (табл. 2).

**7 етап.** Імплементация та інтерпретація висновків на підставі отриманого пріоритетного ряду.

В результаті діагностики факторного впливу на управління бізнес-процесами виробничо-економічної системи альтернативної енергетики, виокремлено наступний порядок пріоритетів. Найбільш значимий вплив на управління бізнес-процесами на підприємствах альтернативної енергетики чинять внутрішні фактори (60,4 %). Серед них найбільш вагомими є матеріально-ресурсне забезпечення (19,7 %), використання відповідної техніки й технології (14,7 %), кваліфікація персоналу (12,4 %). Визначальним фактором зовнішньої середовища є інвестування галузі (18,7 %). Найменш впливовими на управління бізнес-процесами є рівень автоматизації процесів виробництва (внутрішнє середовище) і наукове забезпечення

Таблиця 1

Матриця парних порівнянь факторного впливу економічного середовища на результативність управління бізнес-процесами

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Середня геометрична	Питома вага, %
1	1	0,2	3	0,33	4	0,33	3	4	4	2	0,25	0,33	1,07	6,56
2	5	1	5	3	7	1	6	5					3,2	19,68
3	0,33	0,2	1	0,33	5	0,5	4	3	3	0,25	2	0,25	0,89	5,49
4	3	0,33	3	1	6	2	5	3	4	4	2	2	2,39	14,71
5	0,25	0,14	0,2	0,17	1	0,2	0,33	0,25	0,25	0,25	0,2	0,17	0,24	1,49
6	3	1	2	0,5	5	1	5	4	4	5	3	0,25	2,02	12,42
7	0,33	0,17	0,25	0,2	3	0,2	1	0,25	0,33	0,5	0,2	0,14	0,33	2,06
8	0,25	0,2	0,33	0,33	4	0,25	4	1	2	3	0,5	0,2	0,7	4,3
9	0,25	0,17	0,33	0,25	4	0,25	3	0,5	1	2	0,33	0,25	0,56	3,42
10	0,5	0,17	4	0,25	4	0,2	2	0,33	0,5	1	0,33	0,2	0,58	3,58
11	4	0,25	0,5	0,5	5	0,33	5	2	3	3	1	0,33	1,23	7,6
12	3	2	4	0,5	6	4	7	5	4	5	3	1	3,03	18,68
													16,24	100

Таблиця 2

Пріоритетний ряд факторного впливу економічного середовища на результативність управління бізнес-процесами

Внутрішнє середовище		Зовнішнє середовище	
Фактори	Питома вага, %	Фактори	Питома вага, %
2. Матеріально-ресурсне забезпечення	19,7	12. Інвестування галузі	18,7
4. Використання відповідної техніки й технології	14,7	11. Інтеграційні процеси	7,6
6. Кваліфікація персоналу	12,4	8. Розвиток внутрішнього ринку	4,3
1. Логістичні процеси	6,6	10. Державна підтримка	3,6
3. Цінова та маркетингова політика	5,5	9. Нормативно-правове регулювання	3,4
5. Рівень автоматизації	1,5	7. Наукове забезпечення	2,1
	60,4		39,6

діяльності (зовнішнє середовище). Відносно рівноцінними та малозначущими виступають такі фактори як: цінова та маркетингова політика (внутрішнє середовище); інтеграційні процеси, розвиток внутрішнього ринку, державна підтримка галузі; нормативно-правове регулювання, наукове забезпечення (зовнішнє середовище). Фактори внутрішнього середовища виявилися більш впливовими, оскільки галузь альтернативної енергетики знаходиться на етапі свого формування та розвитку.

#### 4. Висновки

Таким чином, управління бізнес-процесами підприємств альтернативної енергетики залежить від багатьох факторів, діагностика конкурентного середовища підприємств альтернативної енергетики дозволило виокремити основні фактори зовнішнього впливу та ідентифікувати фактори внутрішнього впливу, що є ключовими для створення конкурентних переваг бізнес-процесів та визначають їх подальшу ефективність, результативність.

Підприємства альтернативної енергетики в Україні перебувають на стадії формування та розвитку, що обумовлює більш значний вплив факторів внутрішнього середовища на результативність управління бізнес-процесами. Серед внутрішніх факторів найбільш впливовими є матеріально-ресурсне забезпечення та використання відповідної техніки і технології. Однак достатньо значущим є також інвестування, яке є найвпливовішим фактором зовнішнього середовища. Отже, одним із факторів, що сприяє швидкому розвитку підприємств альтернативної енергетики в умовах новітньої концепції «зеленої» економіки, є ступінь адаптації їх керівництва, пристосованості і взаємодії з об'єктивними реаліями економічного життя.

#### Література

1. Андрійчук, І. Оцінка ефективності роботи підприємства за рівнем використання поновлюваних та не поновлювальних паливно-енергетичних ресурсів [Текст] / І. Андрійчук // Економіка та організація виробництва. — 2003. — № 15. — С. 79–82.
2. Гелетуша, Г. Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні [Текст] / Г. Гелетуша, Т. Железна // Промислова теплотехніка. — 2010. — № 4. — С. 94–100.
3. Калетник, Г. Соціально-економічне значення розвитку ринку біопалива в Україні [Текст] / Г. Калетник // Економіка АПК. — 2008. — № 6. — С. 128–132.
4. Климчук, М. Розвиток ринку твердого біопалива в Україні [Текст] : Збірник наукових праць / М. Климчук // Фор-

мування ринкових відносин в Україні. — Вип. 2(129). — К., 2012. — С. 143–147.

5. Саати, Т. Аналитическое планирование. Организация систем [Текст] / Т. Саати, К. Кернс. — М.: Радио и связь, 1991. — 224 с.
6. Тарнавский, В. Парадоксы зеленой энергетики [Электронный ресурс] / В. Тарнавский. — Режим доступа: \www/ URL: <http://minprom.ua/articles/122803>.
7. Energy for the future: renewable sources of energy. White paper for a community strategy and action plan [Text]. — Bruxelles, 1997. — 53 p.
8. Gulla, J. Modelling Cooperative Work for Workflow Management, CaiSE'94, Utrecht [Text] / J. Gulla, O. Lindland // The Netherlands, 6. — 1994. — pp. 200–203.
9. Havey, M. Essential Business Process Modeling [Text] / M. Havey. — Boston: O'Reilly Media, Inc., 2005. — 350 p.
10. Fenton, M. A business process or business method [Text] / Fenton, M. // International Journal of Production Economics. — Issue 4. — June 2006. — pp. 45–48.

#### МЕТОДИКА ДІАГНОСТИКИ ФАКТОРНИХ ВЛИЯНИЙ В КОНТЕКСТЕ БІЗНЕС-ПРОЦЕСОВ ПРІДПРИЯТТІЙ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

В статье разработаны методические подходы по диагностике факторного влияния в контексте результативности управления бизнес-процессами предприятий альтернативной энергетики. Построен приоритетный ряд факторов внешней и внутренней среды, позволивший определить доминантные компоненты воздействия с целью идентификации переменных, которые обеспечивают эффективное функционирование производственно-экономической системы в современных экономических реалиях.

**Ключевые слова:** диагностика факторного влияния, предприятие альтернативной энергетики, «зеленая» экономика, бизнес-процесс.

*Климчук Марина Николаевна, старший викладач кафедри теоретичної та прикладної економіки, Інститут міжнародної економіки, фінансів та інформаційних технологій, Міжрегіональна академія управління персоналом, Україна, e-mail: klimarinchuk@gmail.com.*

*Климчук Марина Николаевна, старший преподаватель кафедры теоретической и прикладной экономики, Институт международной экономики, финансов и информационных технологий, Межрегиональная академия управления персоналом, Украина.*

*Klimchuk Marina, Institute for International Economics, Finance and Information Technology, Interregional Academy of Personnel Management, Ukraine, e-mail: klimarinchuk@gmail.com.*

Синюгіна Н. В.

## АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ГАРМОНІЗАЦІЇ ВНУТРІШНЬОГО КОНТРОЛЮ І ВНУТРІШНЬОГО АУДИТУ

Доведено актуальність розгляду питань, пов'язаних із гармонізацією внутрішнього контролю і внутрішнього аудиту в системі державного внутрішнього фінансового контролю. Розкрито сутність терміну гармонізації шляхом розгляду існуючих думок з цього приводу, уточнено поняття «гармонізація внутрішнього контролю і внутрішнього аудиту», надано та обґрунтовано практичні рекомендації із забезпечення такої гармонізації в сучасних умовах.

**Ключові слова:** внутрішній контроль, внутрішній аудит, державний внутрішній фінансовий контроль

### 1. Вступ

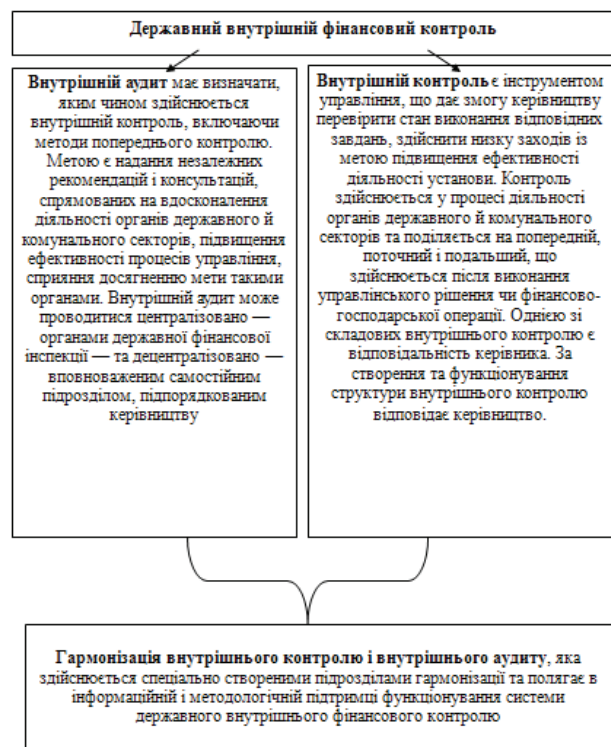
На сьогодні свідомі громадяни України, які хоча б в деякій мірі цікавляться економічним життям держави, спостерігають за процесами докорінної перебудови системи державного фінансового контролю. Така перебудова супроводжується як найщирішими надіями з приводу майбутньої системи, так й перешкодами на шляху такої перебудови. Існуючі перешкоди, перш за все, стосуються науково-методичного забезпечення процесу перебудови, який так стрімко розвивається. Тобто, уповноважені фахівці чітко усвідомлюють навіщо здійснюється реформування діючої системи, нагально представляють майбутню систему, уявляють навіть окремі її форми та ланки, але часто не мають відповіді на питання, як саме робити ті чи інші перетворення, отже не мають науково-методичного забезпечення процесу реформування діючої системи державного фінансового контролю, яке повинно бути представлено певними розробками науковців в цій сфері: ґрунтовними рекомендаціями, розробленими процедурами, методичними підходами тощо [1–3]. Отже, будь-які розробки, присвячені реформуванню системи державного фінансового контролю в Україні на сьогодні є вкрай актуальними і своєчасними. В той же час, як показав огляд літературних джерел, присвячених даній проблематиці, існуючі на сьогодні напрацювання стосуються або окремих питань внутрішнього контролю і найчастіше його організації на промислових підприємствах, або внутрішнього аудиту. Стосовно ж питань гармонізації внутрішнього контролю і внутрішнього аудиту з урахуванням їх особливостей в державному секторі економіки, то такі напрацювання майже відсутні.

### 2. Постановка завдання

В якості об'єкта даного дослідження обрано процес гармонізації внутрішнього контролю і внутрішнього аудиту в системі державного внутрішнього фінансового контролю, що окреслило мету запропонованої статті — уточнення поняття «гармонізація внутрішнього контролю й внутрішнього аудиту» та надання ґрунтовних практичних рекомендацій із забезпечення такої гармонізації.

### 3. Результати дослідження

В основу реформування діючої системи державного фінансового контролю полягло впровадження істотно нової форми такого контролю — державного внутрішнього фінансового контролю. В той же час, основним принципом державного внутрішнього фінансового контролю є розмежування внутрішнього контролю та внутрішнього аудиту і їх гармонізація (рис. 1).



**Рис. 1.** Основний принцип державного внутрішнього фінансового контролю згідно Концепції державного внутрішнього фінансового контролю в Україні

Гармонізація внутрішнього контролю й аудиту забезпечуватиме ефективне функціонування цієї системи в органах державного й комунального секторів.



Цей процес передбачає інформаційну, методологічну підтримку запровадження в діяльність органів державного й комунального секторів системи внутрішнього контролю й аудиту.

Крім того, важливо забезпечити інституційну спроможність центрального підрозділу гармонізації.

На сьогодні постійно ведуться дискусії серед науковців та уповноважених фахівців контролюючих органів щодо заходів забезпечення належного рівня гармонізації внутрішнього контролю та внутрішнього аудиту.

Серед найбільш вагомих пропозицій слід відмітити:

- оновлення веб-сайту ДФІ, запровадження в органах державного й комунального секторів нової моделі внутрішнього контролю;
- формування в органах державного і комунального секторів системи внутрішнього аудиту;
- розробку концептуальних засад здійснення контрольно-ревізійної роботи в системі центральних органів виконавчої влади;
- подальше вдосконалення методології відомчої контрольно-ревізійної роботи;
- надання допомоги в перекваліфікації відомчих контрольно-ревізійних працівників у внутрішніх аудиторів;
- проведення заходів із гармонізації та утворення відповідних підрозділів у складі центрального підрозділу гармонізації — регулювання відомчої контрольно-ревізійної роботи й надання послуг;
- розробку моделі регламенту між центральним і регіональними підрозділами гармонізації та децентралізованими службами внутрішнього аудиту, визначення порядку взаємодії між центральним підрозділом гармонізації й централізованим внутрішнім аудитом;
- створення в територіальних органах Голов ДФІ самостійних структурних підрозділів гармонізації внутрішнього контролю і внутрішнього аудиту;
- навчання й підвищення кваліфікації працівників цих підрозділів, координацію їх діяльності;
- навчання й підвищення кваліфікації працівників центрального підрозділу гармонізації як майбутніх інструкторів із питань внутрішнього контролю і внутрішнього аудиту, забезпечення їх сертифікації як внутрішніх аудиторів;
- започаткування на безоплатних засадах послуг із внутрішнього контролю і внутрішнього аудиту — консультування та практичні внутрішні аудити в органах державного й комунального секторів та багато інших пропозицій.

Але як видно з перерахованих рекомендацій, вони є достатньо доречними та ґрунтовними, але необхідно перш за все надати уточнене визначення поняття «гармонізація внутрішнього контролю та внутрішнього аудиту».

На думку автора, необхідно такі уточнення здійснювати шляхом розгляду безпосередньо поняття гармонізації та взяття за основу концепції про розгляд внутрішнього контролю та внутрішнього аудиту як двох базових складових державного внутрішнього фінансового контролю.

У науковій літературі немає чіткого уявлення щодо змісту поняття «гармонізація», тому звичним стало його отождолення з поняттям «уніфікація». З метою усунення існуючих неоднозначностей при визначенні цих понять необхідно звернутись до лексичного значення терміну «гармонія».

Під ним розуміють «поєднання, злагодженість, взаємну відповідність якостей предметів, явищ, частин цілого» [4, с. 574].

Звідси випливає, що гармонізацією є сукупність дій по досягненню гармонії, балансу та рівноваги, узгодженості, усуненню суперечностей.

Аналогічно трактується термін гармонізація і в російській мові, а саме — як взаємна відповідність предметів, явищ, частин цілого, якостей тощо [5, с. 311]. До того ж найчастіше під гармонізацією розуміють:

- «узгодження загальних підходів, концепцій» [6, с. 75];
- «створення загальних правових принципів і окремих рішень» [7, с. 184];
- один з основних напрямів і форм проведення узгодженого правового розвитку держави.

Отже, гармонізація — це процес узгодженості, взаємовідповідності, збалансованості окремих систем у межах відповідного простору. Необхідною передумовою гармонізації в даному випадку є процес цілеспрямованого зближення та узгодження нормативно-правових актів, що здійснюється шляхом усунення юридичних розбіжностей (через утвердження, насамперед, спільних правових принципів). Гармонізація може бути одно- або багатосторонньою (взаємною). При останній всі учасники на узгодженій основі вживають заходи щодо зближення узгодження, а при односторонній одна сторона адаптується до іншої (інших).

Таким чином, можна надати наступне авторське бачення поняття «гармонізація внутрішнього контролю та внутрішнього аудиту» у такий спосіб: гармонізація внутрішнього контролю та внутрішнього аудиту — це процес взаємної узгодженості, взаємовідповідності, збалансованості системи внутрішнього контролю та внутрішнього аудиту в межах єдиного простору державного внутрішнього фінансового контролю.

Уточнення даного поняття здійснено в частині того, що запропоноване визначення враховує твердження про те, що процес такої гармонізації повинен забезпечувати протікання одностаїно трьох процесів: узгодженості, взаємовідповідності та збалансованості.

Практичними рекомендаціями щодо забезпечення належного стану гармонізації внутрішнього контролю та внутрішнього аудиту можуть стати наступні (рис. 2).

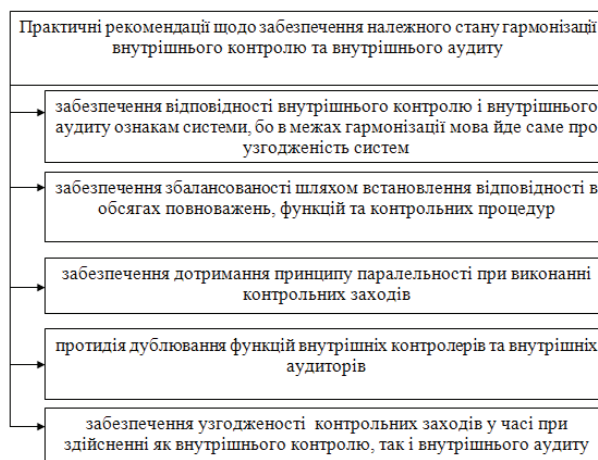


Рис. 2. Практичні рекомендації щодо забезпечення належного стану гармонізації внутрішнього контролю та внутрішнього аудиту в системі державного внутрішнього фінансового контролю України

#### 4. Висновки

Таким чином, науковою новизною даного дослідження є уточнення поняття «гармонізація внутрішнього контролю та внутрішнього аудиту», а також розробка і обґрунтування практичних рекомендацій щодо забезпечення належного стану гармонізації внутрішнього контролю та внутрішнього аудиту в системі державного внутрішнього фінансового контролю України.

При цьому як напрямок подальших досліджень слід вказати необхідність розробки засад функціонування відповідного відділу гармонізації [8–10].

#### Література

1. Мултанівська, Т. В. Теоретичні основи внутрішнього аудиту та його місце в системі управління компанією [Текст] / Т. В. Мултанівська, Т. С. Воїнова // Економіка розвитку. — 2012. — № 3(63). — С. 54–60.
2. Пашкевич, М. С. Розвиток методичних підходів фінансового планування і контролю на підприємстві [Текст] / М. С. Пашкевич // Економіка розвитку. — 2010. — № 2(54). — С. 53–56.
3. Drozd, I. K. Internal audit of enterprises in the public sector [Текст] / I. K. Drozd // Незалежний аудитор. — № 1(111). — С. 6–9.
4. Яременко, В. В. Новий тлумачний словник української мови [Текст] / Укладачі В. В. Яременко, О. М. Сліпущо. — К.: АКОНІТ, 1998. — Т. 1. — 910 с.
5. Словарь русского языка [Текст]. — М.: Рус. язык, 1984. — Т. 1. — 696 с.
6. Тихомиров, Ю. А. Курс сравнительного правоведения [Текст] / Ю. А. Тихомиров. — М.: Норма, 1996. — 427 с.

7. Марченко, М. Н. Сравнительное правоведение. Общая часть [Текст] : учебник для юрид. вузов. — М.: Зерцало, 2001. — 560 с.
8. Сайт Державної фінансової інспекції [Електронний ресурс]. — Режим доступу: \www/ URL: <http://www.dkrs.gov.ua>.
9. Сайт Рахункової палати України [Електронний ресурс]. — Режим доступу: \www/ URL: <http://www.ac-rada.gov.ua/control/main/uk/index>.
10. Сайт Міністерства фінансів України [Електронний ресурс]. — Режим доступу: \www/ URL: <http://www.minfin.gov.ua/>.

#### АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ГАРМОНИЗАЦИИ ВНУТРЕННЕГО КОНТРОЛЯ И ВНУТРЕННЕГО АУДИТА

Доказана актуальность рассмотрения вопросов, связанных с гармонизацией внутреннего контроля и внутреннего аудита в системе государственного внутреннего финансового контроля. Раскрыта сущность срока гармонизации путем рассмотрения существующих мнений по этому поводу, уточнено понятие «гармонизация внутреннего контроля и внутреннего аудита», предоставлены и обоснованы практические рекомендации по обеспечению такой гармонизации в современных условиях.

**Ключевые слова:** внутренний контроль, внутренний аудит, государственный внутренний финансовый контроль.

*Синюгіна Наталія Вікторівна, кандидат економічних наук, доцент, кафедра контролю та аудиту, Харківський національний економічний університет, Україна.*

*Синюгіна Наталья Викторовна, кандидат экономических наук, доцент, кафедра контроля и аудита, Харьковский национальный экономический университет, Украина.*

*Synyugina Natalia, Kharkiv National University of Economics, Ukraine.*

УДК 339.188.4:332.1

Галкін А. С.

## ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОЇ КІЛЬКОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З УРАХУВАННЯМ ПАРАМЕТРІВ МАТЕРІАЛЬНОГО ПОТОКУ

*Проаналізовано питання вибору раціональної кількості і марки транспортних засобів для перевезення вантажів у міжміському сполученні з урахуванням зміни параметрів, а саме температурного режиму. Розглянуто вплив температури навколишнього середовища на вибір типу транспортного засобу. Запропоновані проектні варіанти вибору раціональної кількості і марок транспортних засобів.*

**Ключеві слова:** сезонні зміни температури, параметри логістичного потоку, автомобільний парк, оренда

#### 1. Вступ

При доставці вантажу в системі на протязі довгострокового періоду часу, актуальним є вирішення питання: закупівлі власних транспортних засобів (ТЗ) або ж використовувати найманими ТЗ.

#### 2. Аналіз літератури

При виборі альтернативи зазвичай виходять з певної системи критеріїв, до яких відносяться [1–9]:

- витрати на створення і експлуатацію власних транспортних засобів (оренду, лізинг транспортних засобів);
- витрати на оплату послуг транспортних засобів, транспортно-експедиторських фірм і інших логістичних посередників в транспортуванні;
- швидкість (час) транспортування;
- якість транспортування (надійність доставки, збереження вантажу і тому подібне).

Аналізуючи літературні джерела, такі як Воркут А. І. «Вантажні автомобільні перевезення» [2], Горев А. Э.

«Грузовые автомобильные перевозки», Вельможін А. В. «Грузовые автомобильные перевозки» [3], можна відмітити, що автори приділяють увагу формуванню кількості і марки ТЗ шляхом порівняння і вибору їх за окремими, приватними показниками його роботи: по продуктивності, за собівартістю залежно від конкретних техніко-експлуатаційних показників (номінальної вантажопідйомності, коефіцієнта використання вантажопідйомності, довжини їзди з вантажем, коефіцієнта використання пробігу, технічної швидкості, простоїв під вантажними операціями) [4]. Для вирішення таких завдань вимагається виконувати безліч розрахунків для визначення продуктивності і собівартості перевезень для багатьох типів і моделей ТЗ [4–7]. Інші автори пропонують вибирати ТЗ на основі критерію ефективності ЧПВ (чисту приведену вартість) інвестицій та ефективності вкладання коштів, строку окупності проекту, чистому приведеному доходу [6, 8, 9].

Не достатньо вивчено питання яким чином параметри матеріального потоку, впливають на формування кількості і марки ТЗ і що зважаючи на це є доцільнішим: використання власних ТЗ чи їх найм.

### 3. Мета роботи

Основною метою даної роботи є дослідження формування раціональної кількості і марки ТЗ для перевезення вантажів у міжміському сполученні при умові зміни параметрів матеріального потоку протягом року.

### 4. Основна частина

В літературі запропонована класифікація, параметрів матеріальних потоку [6]:

- номенклатура, асортимент і кількість продукції;
- габаритні характеристики (обсяг, площа, лінійні розміри);
- вагові характеристики (загальна маса, вага брутто, вага нетто);
- фізико-хімічні характеристики вантажу;
- характеристики тари (упаковки);
- умови договорів закупівлі-продажу (передачі у власність, постачання);
- умови транспортування і страхування;
- фінансові (вартісні) характеристики;
- умови виконання інших операцій фізичного розподілу, пов'язаних із переміщенням продукції та ін.

Зміна будь-якого з параметрів матеріального потоку може призвести до зміни технології транспортування, а отже і до зміни виду і технічних параметрів транспортного засобу, яким буде здійснюватися перевезення.

З наведених параметрів матеріального потоку, розглянемо — умови транспортування. Одною з умов транспортування вважається — температурний режим транспортування вантажу. Цей параметр має значний вплив на транспортування вантажів, що швидко псуються.

Вантажі, що швидко псуються — це вантажі, при перевезенні яких потрібен спеціалізований ТЗ, який забезпечує підтримку певного температурного режиму [3, 4, 6].

Важливою умовою при перевезенні вантажів є збереження їх якості та запобігання втрат. При низькій температурі деякі товари стають крихкими, покриваються тріщинами і можуть робитися зовсім непридатними для використання. При високих температурах деякі товари

плавляться, злипаються, а багато харчових продуктів псуються і робляться непридатними для споживання [10].

Щоб забезпечити збереження вантажу і уникнути втрат при транспортуванні вантажів в міжміському сполученні у довгостроковому періоді, необхідно використовувати різний рухомий склад: ізотермічні, тентовані, рефрежераторні напівпричепа та інший.

Розглянемо на прикладі підприємства ТЕП «ТРАНСКОМ» у формі ТОВ, перевезення — консерви рибні. Для їх перевезення температура повинна бути не менше 0 °С та не більша 30 °С для тентового напівпричепа та від 1 до 6 °С для ізотермічного напівпричепа. Перевезення відбуваються з порту міста Севастополя (АР Крим) до складу міста Новомосковськ (Дніпропетровська обл.). Відповідно до діючої технології, доставка консервів відбувається поїздовими відправками вантажів масою до 20 т, що пред'являються до відправки одним вантажовідправником на адресу одного вантажоодержувача по одному товарно-транспортному документу. В зворотному напрямку ТЗ перевозять піддони від рибних консервів.

Враховуючи коливання температури навколишнього середовища, наведеного на рис. 1, можна сказати, що в період з 01.06.10 р. по 29.06.10 р. вантаж можна перевозити за допомогою тентового напівпричепа.

В пік літнього період та на початку осені, а саме з 06.07.10 по 31.08.10 вантаж доцільно перевозити ізотермічним напівприцепом, але як варіант, в цей період можна здійснювати перевезення тентовим напівприцепом за умови нічного перевезення.

В період з 31.08.10 р. по 04.01.11 р. денна температура дещо спадає, але знаходиться в допустимих температурних межах, тому в цьому випадку можна використовувати тентовий напівпричіп.

В наступні тижні, а саме з 04.01.11 р. по 25.01.11 р. температура повітря має тенденцію до значного зниження, що потребує використання спеціалізованого рухомого складу — ізотермічного напівпричепа.



Рис. 1. Попит на транспортні послуги в залежності від температурного режиму по тижням робочого періоду з 01.06.10 р. по 22.02.11 р.

З 25.01.11 по 01.02.11 р.р. температура навколишнього середовища підходить для транспортування вантажу тентовим напівприцепом. Але в подальшому періоді температура значно знижується і перевезення вантажу здійснюється в ізотермічному напівпричепі.

Зважаючи на вище наведене, система повинна мати як мінімум два види транспорту, які необхідні для перевезення вантажу: тентовий та ізотермічний напівпричепа до 20 т, щоб забезпечити своєчасність та якість виконання замовлень.

Сезонні зміни температури навколишнього середовища є дуже мінливими і передбачити їх в повному обсязі неможливо, тому АТП навіть при постійному обсязі матеріального потоку повинно мати простір для варіювання автопарком щоб забезпечити гнучкість та адаптивність його діяльності до зміни температурного режиму перевезення вантажу.

Розглянемо наступні варіанти раціональної кількості і марки транспортних засобів для забезпечення просування матеріалопотоку в міжміському сполученні з урахуванням впливу температурного режиму (рис. 2).

Найм транспортних засобів передбачає оренду ТЗ на визначений час на договірних основах.

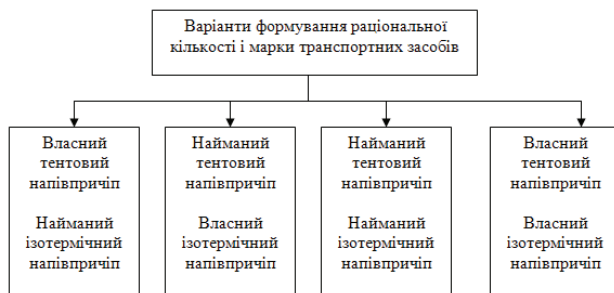


Рис. 2. Варіанти формування раціональної кількості і марки транспортних засобів

Як видно з наведеного вище рис. 2 АТП може мати чотири варіанти для організації свого автомобільного парку. Перший варіант передбачає комбіноване використання власних та найманих ізотермічних напівпричіпів. Другий варіант передбачає сумісне використання найманих тентового та власних ізотермічних напівпричіпів. Третій варіант передбачає перевезення вантажу найманими напівпричіпами: ізотермічними та тентовими. Четвертий варіант є протилежний третьому і передбачає утримання в парку всіх власних транспортних засобів необхідних і достатніх для перевезення.

Організація і утримання власних транспортних засобів потребує великих капіталовкладень, витрат за кредитами або лізингом. В загальному вигляді витрати на власний автопарк можуть бути представлені за наступним залежностями:

$$C_t = K_t + P_t + H_t + U_t, \quad (1)$$

де  $K_t$  — капітальні витрати в періоді  $t$ , грн.;  $P_t$  — виплати за кредитом або лізингом в періоді  $t$ , грн.;  $H_t$  — відрахування на податки в періоді  $t$ , грн.;  $U_t$  — поточні витрати, грн.

Оренда ТЗ передбачає відсутність: 1) капітальних витрат, 2) витрати пов'язані з утриманням ТЗ, 3) лізингових або кредитних платежів, в часовому періоді але збільшує «миттєву» вартість перевезення порівнюючи з використанням власних транспортних засобів. Витрати при використанні найманих ТЗ можуть бути визначені як:

$$C_t = H_t + Z_t, \quad (2)$$

де  $Z_t$  — витрати пов'язані з орендою або наймом в періоді  $t$ , грн.

Вибір раціонального співвідношення власних і найманих транспортних засобів різних марок має бути

економічно обґрунтована в довгостроковому періоді. Критеріями ефективності в такому випадку може виступати показники проектного аналізу: чистий приведений дохід, строк окупності, індекс доходності та інші.

## 5. Висновки

Таким чином, розглянуто підходи до формування раціональної кількості і марки транспортних засобів. На прикладі перевезення в міжміському сполученні продовольчих товарів, які швидко псуються. Було встановлено що при інших не змінних параметрах матеріального потоку зміна температурного режиму, яка є одною з умов транспортування, впливає на: технологічний процес перевезення, вибір типу транспортного засобу (його технічних параметрів) і їх кількості. Представлені альтернативні варіанти формування кількості і марки транспортних засобів з урахуванням сезонної зміни умов транспортування матеріального потоку на основі чистої приведеної вартості.

## Література

1. Зимовец, А. В. Международные транспортные операции [Текст] / А. В. Зимовец. — ТИУиЭ, 2008. — 80 с.
2. Воркут, А. И. Грузовые автомобильные перевозки [Текст] / А. И. Воркут. — К.: Вища шк., 1986. — 447 с.
3. Горев, А. Э. Грузовые автомобильные перевозки [Текст] / А. Э. Горев. — М.: Издательский центр «Академия», 2004. — 288 с.
4. Хлевной, И. И. Грузовые перевозки [Текст] / И. И. Хлевной. — СПб.: СПб ИВЭСЭП, 2006.
5. Семенов, А. И. Логистика. Основы теории [Текст] / А. И. Семенов, В. И. Сергеев. — СПб.: Союз, 2001. — 149 с.
6. Беспалов, Р. М. Транспортная логистика. Новейшие технологии построения эффективной системы доставки [Текст] / Р. С. Беспалов. — Москва: Вершина, 2007. — 384 с.
7. Вельможин, А. В. Грузовые автомобильные перевозки [Текст] / А. В. Вельможин, В. А. Гудков. — Москва, 2006. — 560 с.
8. Воркут, Т. А. Проектный анализ [Текст] / Т. А. Воркут. — К.: Український центр духовної культури, 2000. — 440 с.
9. Воркут, Т. А. Проектирование систем транспортного обслуживания в ланцюгах постачань [Текст] : монографія / Т. А. Воркут. — К.: НТУ, 2002. — 248 с.
10. Наказ Міністерства транспорту України «Про затвердження Правил перевезень вантажів автомобільним транспортом в Україні» № 363 від 14.10.97 р.

## ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО КОЛИЧЕСТВА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ С УЧЕТОМ ПАРАМЕТРОВ МАТЕРИАЛЬНОГО ПОТОКА

Проанализированы вопросы выбора рационального количества и марки транспортных средств для перевозки грузов в междугородном сообщении с учетом изменения параметров, а именно температурного режима. Рассмотрено влияние температуры окружающей среды на выбор типа транспортного средства. Предложены проектные варианты выбора рационального количества и марок транспортных средств.

**Ключевые слова:** сезонные изменения температуры, параметры логистического потока, автомобильный парк, аренда.

*Галкін Андрій Сергійович, асистент, кафедра транспортних систем і логістики, Харківський національний університет міського господарства О. М. Бекетова, Україна, e-mail: andrey\_g@mail.ru.*

*Галкин Андрей Сергеевич, ассистент, кафедра транспортных систем и логистики, Харьковский национальный университет городского хозяйства А. Н. Бекетова, Украина.*

*Galkin Andrii, Kharkiv National Academy of Municipal Economy named after O. M. Beketova, Ukraine, e-mail: andrey\_g@mail.ru.*



Кащишин В. М.

## ПЕРЕДУМОВИ ФОРМУВАННЯ ПОТРЕБИ ПІДПРИЄМСТВ В ІНЖИНІРИНГОВИХ ПОСЛУГАХ ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

*Встановлено основні причини, які зумовлюють потребу підприємства в інжинірингових послугах. Побудовано послідовність оцінювання доцільності створення на підприємстві власного підрозділу з виконання інжинірингових робіт. Розроблено метод оцінювання ефективності застосування інжинірингових послуг з метою розроблення та впровадження на підприємстві нової технології виготовлення продукції.*

**Ключові слова:** інжиніринг, інжинірингова послуга, технологія, управлінське рішення, економічна ефективність, грошовий потік.

### 1. Постановка проблеми

В останні роки багато вітчизняних промислових підприємств стикнулися з проблемою значного ускладнення умов їх функціонування, що закономірно відобразилося у погіршенні фінансових результатів господарської діяльності цих підприємств. Загострення конкурентної боротьби, зниження попиту на низку видів промислової продукції на внутрішньому та світовому ринках, збільшення цін на енергетичні ресурси та інші чинники поставили вітчизняні промислові підприємства перед необхідністю розроблення та реалізації заходів з вдосконалення їх техніко-технологічної бази. Таке вдосконалення потребує, передусім, оновлення основних засобів та технологічних процесів на підприємствах, що дозволить підвищити якість продукції та знизити витрати окремих видів ресурсів на її виготовлення.

Проте, реалізація заходів з впровадження у виробництво нових видів техніки та технології досить часто потребує проведення значних обсягів науково-дослідних та проектно-конструкторських робіт, які підприємство зазвичай самостійно здійснити неспроможне. За таких умов воно вимушене користатися послугами спеціалізованих інжинірингових фірм, які здатні виконувати складні науково-дослідні роботи з розроблення та впровадження на підприємстві нових видів техніки та технологій.

Необхідність вкладення значних обсягів інвестиційних ресурсів у впровадження нових технологічних процесів зумовлює потребу підприємства у попередньому ретельному оцінюванні економічної ефективності та обґрунтуванні доцільності такого впровадження. При цьому, завдання такого обґрунтування ускладнюється у випадку, якщо підприємство звертається до послуг інжинірингової фірми, так як це вимагатиме понесення додаткових витрат на оплату її послуг. У зв'язку з цим перед підприємством постає потреба у проведенні науково обґрунтованого оцінювання доцільності придбання інжинірингових послуг, ефективність яких, у свою чергу, залежатиме від ефективності тих технологічних процесів, розроблення та впровадження яких буде здійснено.

Обґрунтування доцільності придбання підприємством інжинірингових послуг з розроблення та впровадження

у його діяльність нових технологій повинно базуватися на відповідних методичних засадах, які б враховували особливості та очікувані результати надання таких послуг. З цією метою необхідно дослідити передумови формування потреби підприємств у даному виді інжинірингових послуг як необхідної умови побудови формалізованих методів оцінювання економічної ефективності їх придбання.

### 2. Аналіз останніх досліджень і публікацій

На теперішній час існує достатньо багато напрямів надання послуг з інжинірингу, перелік яких являє собою основу тлумачення сутності даного виду діяльності. Зокрема, одне з найбільш повних визначень поняття інжинірингу подається у Податковому кодексі України, де під ним розуміється «надання послуг (виконання робіт) із складення технічних завдань, проектних пропозицій, проведення наукових досліджень і техніко-економічних обстежень, виконання інженерно-розвідувальних робіт з будівництва об'єктів, розроблення технічної документації, проектування та конструкторського опрацювання об'єктів техніки і технологій, надання консультації та авторського нагляду під час монтажних та пусконаладжувальних робіт, а також надання консультацій, пов'язаних із такими послугами (роботами)» [1, С. 11]. Таким чином, проектування нових технологічних процесів згідно наведеного тлумачення сутності інжинірингу являє собою один з основних його напрямів. Проте, у сучасній літературі не приділено необхідну увагу створенню методів оцінювання економічної ефективності здійснення даного виду інжинірингових послуг.

Разом з тим, проблемі обґрунтування доцільності впровадження на підприємстві нових прогресивних технологій приділили увагу багато науковців. При цьому багато дослідників, зокрема автори робіт [2, С. 4–7; 3, С. 44–46; 4, С. 71–72; 5, С. 102–103], переконливо доводять важливу роль, яку відіграють нові технології у забезпеченні зростання економічного потенціалу підприємств та пропонують дієві механізми реалізації програм оновлення технологічної бази виробництва.

Стосовно критерію вибору найкращої технології виготовлення продукції, то низка авторів, зокрема у працях [6, С. 19–20; 7, С. 86], обґрунтовують доцільність використання в якості цього показника питомих приведених витрат, який дозволяє одночасно враховувати поточні та одноразові витрати на виготовлення продукції за певним варіантом технологічного процесу. При цьому, деякі науковці пропонують більш узагальнюючі критерії вибору оптимальної технології. Так, автор роботи [8, С. 305–307] обґрунтовує доцільність використання з метою такого вибору показника чистої капіталізованої вартості доходу від експлуатації основних засобів, а у праці [9, С. 42] її автори доводять, що найбільш узагальнюючим критерієм прийняття найкращого рішення щодо вибору технологічного процесу є показник чистої поточної вартості, який враховує не лише поточні техніко-економічні параметри різних варіантів технології, але й їхню зміну в часі.

Таким чином, обґрунтування вибору найкращого варіанту технології виробництва продукції підприємства у кінцевому рахунку повинно базуватися на існуючих на теперішній час показниках та методах вибору найкращого інвестиційного проекту. Однак, при цьому слід враховувати специфіку конкретного проекту, яким у даному випадку виступає розроблення та впровадження нового технологічного процесу. Проте, як справедливо зазначає автор роботи [10, С. 7], на теперішній час таке ураховання, зокрема щодо виокремлення технологічної складової основних засобів підприємства, у повній мірі не здійснюється.

Існуючі методи оцінювання економічної ефективності та обґрунтування доцільності переходу підприємств на нові технології виготовлення продукції недостатньо враховують також і умови їх розроблення і впровадження, зокрема, можливу потребу у залученні з цією метою інжинірингових фірм. Зважаючи на те, що використання інжинірингових послуг може суттєво відобразитися на витратах та результатах реалізації проектів впровадження нових технологій, постає потреба у формуванні методичних засад, які б у повній мірі враховували можливість придбання підприємством цих послуг.

### 3. Формулювання цілей статті

Основними цілями даної роботи є:

- виокремлення та групування видів управлінських рішень, які ухвалюються керівниками підприємства, за можливістю їх самостійного розроблення та впровадження його працівниками;
- визначення основних причин, які зумовлюють потребу підприємства в інжинірингових послугах;
- встановлення загальної послідовності оцінювання доцільності створення на підприємстві власного підрозділу з виконання інжинірингових робіт;
- розроблення методу оцінювання економічної ефективності застосування інжинірингових послуг з метою розроблення та впровадження на підприємстві нової технології виготовлення продукції.

### 4. Виклад основного матеріалу

Одним з основних факторів, який визначає успішність діяльності підприємств, що відображається, насамперед, у належному рівні фінансових результатів їх функціо-

нування, є високий рівень кваліфікації працівників, які здійснюють розроблення, ухвалення та організують реалізацію управлінських рішень. При цьому на промислових підприємствах, що характеризуються середніми та великими розмірами, процес управлінської праці в значній мірі підданий спеціалізації, яка відображається у тому, що кожен управлінський працівник та спеціаліст відповідає за вироблення певних видів таких рішень, що диференціюються, зокрема, за сферою діяльністю підприємства (горизонтальна спеціалізація) та масштабами їх застосування (вертикальна спеціалізація, за якої масштабність рішення відповідає рівню ієрархії управління підприємством, на якому воно розробляється та ухвалюється).

Проте, існують певні види управлінських рішень, які підприємство не може самостійно розробити та (або) реалізувати з достатнім рівнем ефективності. У зв'язку з цим важливе значення набуває поділ управлінських рішень за можливістю їх самостійного вироблення та реалізації працівниками підприємства. За даною ознакою пропонується здійснювати поділ управлінських рішень на такі групи:

- автономні управлінські рішення — це такий вплив управлінської системи та об'єкт управління, розроблення та реалізація якого здійснюється виключно в межах засобів (організаційних, інтелектуальних, технічних тощо), які знаходяться у розпорядженні даної управлінської системи;
- неавтономні управлінські рішення — це такий вплив управлінської системи та об'єкт управління, розроблення та (або) реалізація якого здійснюється з використанням засобів (організаційних, інтелектуальних, технічних тощо), які знаходяться за межами даної управлінської системи або залучаються у неї на певний проміжок часу з метою такого розроблення та (або) реалізації.

Необхідність у ухваленні неавтономних управлінських рішень виникає у випадку, коли їх реалізація є потрібною для забезпечення ефективного функціонування господарюючого суб'єкта, проте, даний суб'єкт не володіє достатніми ресурсами (зокрема, кадрами працівників) для того, щоб самостійно розробити та впровадити результати таких рішень у свою діяльність. Прикладом результату реалізації неавтономного управлінського рішення може бути розроблення нового (покращеного) виду продукції, який підприємство планує виготовляти. Як відомо, не усі промислові підприємства володіють достатніми інноваційними ресурсами (кадрами розробників нововведень, науково-дослідними лабораторіями, тощо) для того, щоб самостійно розробляти нові види продукції. За таких умов функції з розроблення такої продукції може бути передано стороннім організаціям (наприклад, профільним науково-дослідним інститутам), які проводять відповідні НДДКР, виготовляють дослідні взірці нового (покращеного) продукту та здійснюють техніко-економічне обґрунтування доцільності його виробництва та реалізації. Очевидно, що у цьому випадку остаточне ухвалення рішення про початок промислового виготовлення розробленого продукту залишається за керівництвом підприємства, однак, сам процес вироблення цього рішення відбувається за допомогою працівників та відповідної матеріально-технічної бази сторонньої організації.

Загалом, неавтономні управлінські рішення можуть бути згрупованими за більшістю типових ознак класифікації

видів управлінських рішень. Разом з тим, доцільним є доповнення цих ознак з урахуванням специфіки неавтономних рішень, зокрема, ознакою етапу формування результатів відповідного неавтономного рішення, поділивши їх за цією ознакою на три класи, а саме:

- рішення, які розробляються підприємством самостійно, а реалізуються за допомогою сторонніх осіб;
- рішення, які розробляються за допомогою сторонніх осіб, а реалізуються підприємством самостійно;
- рішення, що як розробляються, так і реалізуються за допомогою сторонніх відносно даного підприємства осіб.

Для ілюстрації наведеного способу групування видів неавтономних управлінських рішень на прикладі розроблення та виробництва нового (покращеного) виду продукції зазначимо, що при цьому керівництвом підприємства повинно бути ухвалено, принаймні, два рішення, а саме — про здійснення відповідних НДДКР та про виробництво нового (покращеного) продукту, розробку якого було проведено. Тоді у випадку, коли виконання НДДКР було здійснено сторонньою особою, перше з перелічених рішень буде належати до класу рішень, які розробляються підприємством самостійно, а реалізуються за допомогою сторонніх осіб, тоді як друге рішення буде відноситися до групи рішень, які розробляються за допомогою сторонніх осіб, а реалізуються підприємством самостійно. Якщо ж і у процесі виробництва нового (покращеного) продукту підприємству потрібна буде допомога сторонньої особи, то в цьому випадку управлінське рішення про виготовлення цього продукту буде відноситись до тих рішень, що як розробляються, так і реалізуються за допомогою сторонніх відносно даного підприємства осіб.

Окрім описаного вище, можливе також групування видів неавтономних управлінських рішень за їх змістом шляхом їх поділу на рішення господарського характеру та рішення техніко-технологічного характеру. Щодо другого з перелічених видів управлінських рішень, то доцільним є виокремлення таких їх груп:

- рішення, що передбачають розроблення (виготовлення) нового (покращеного) виду продукції;
- рішення, що передбачають розроблення (впровадження) нової (покращеної) технології виготовлення продукції;
- рішення, що передбачають розроблення (впровадження) нових (покращених) видів засобів праці, у тому числі, зокрема, виконання певних обсягів будівельно-монтажних робіт (якщо підприємство планує розширення);
- комплексні рішення, що передбачають одночасну реалізацію декількох перелічених вище (наприклад, впровадження нової технології, за допомогою якої можливе виготовлення покращеного виду продукції).

Таким чином, необхідність ухвалення неавтономних рішень постає на підприємстві внаслідок таких основних причин:

- 1) виникнення необхідності покращення результатів функціонування підприємства шляхом реалізації певних дій, що потребують ухвалення складних та, як правило, нетипових (індивідуальних) управлінських рішень;
- 2) наявності у керівництва підприємства загального уявлення про характер та зміст тих рішень, які слід здійснити для того, щоб покращити результати функціонування підприємства;

- 3) відсутності на підприємстві достатнього обсягу власних ресурсів (організаційних, інтелектуальних, технічних тощо) для того, щоб розробити та (або) реалізувати необхідні рішення для покращення результатів його функціонування;

- 4) присутності на ринку осіб, що кваліфіковано та у відповідні терміни зможуть надати підприємству послуги щодо розроблення та (або) реалізації відповідних рішень;

- 5) бажання керівництва підприємства залучити таких осіб до процесу вироблення та (або) реалізації цих рішень.

Одним з основних способів отримання підприємством зовнішньої допомоги у розробленні та (або) реалізації неавтономних управлінських рішень у сучасних умовах господарювання є використання з цією метою інжинірингу. У цьому випадку з метою розроблення та (або) реалізації даного типу управлінських рішень підприємство звертається до інжинірингової фірми, яка надає відповідний вид послуг. Однак, якщо перед підприємством досить часто постає необхідність вироблення певного виду неавтономних рішень (наприклад, щодо розроблення нових та (або) покращення існуючих видів продукції), то воно за певних умов може створити власний підрозділ, який би здійснював би таке вироблення (тобто виконував функції внутрішнього інжинірингу). При цьому, загальна послідовність оцінювання доцільності створення на підприємстві власного підрозділу з виконання інжинірингових робіт повинна включати такі основні етапи:

1. Оцінювання швидкості та масштабів технологічних та продуктових змін на підприємстві, прогнозування темпів зростання попиту на його продукцію.
2. Оцінювання частоти настання потреби підприємства в інжинірингових роботах і послугах.
3. Визначення потреби у ресурсному забезпеченні діяльності підрозділу.
4. Встановлення прогнозних оцінок витрат та результатів функціонування підрозділу (зокрема такі оцінки повинні передбачати визначення прогнозних величин одноразових (капітальних) витрат на створення підрозділу, поточних річних витрат на його на функціонування та очікуваних річних доходів від виконання підрозділом робіт на сторону).
5. Оцінювання прогнозної ефективності діяльності підрозділу, що може бути здійснено з використанням такої формули:

$$E_{\text{пн}} = \frac{D_{\text{п}} + C_{\text{ін}} - C_{\text{п}}}{K_{\text{п}}}, \quad (1)$$

де  $E_{\text{пн}}$  — прогнозна річна ефективність діяльності підрозділу внутрішнього інжинірингу, частка одиниці;  $D_{\text{п}}$  — очікувані річні доходи від виконання даним підрозділом робіт на сторону, грн;  $C_{\text{ін}}$  — очікувані річні витрати підприємства на оплату послуг сторонніх інжинірингових фірм, грн;  $C_{\text{п}}$  — очікувані річні витрати підприємства на функціонування підрозділу внутрішнього інжинірингу, грн;  $K_{\text{п}}$  — одноразові (капітальні) витрати на створення даного підрозділу на підприємстві, грн.

За таких умов створення на підприємстві власного підрозділу, який би здійснював інжинірингові роботи, буде доцільним, якщо прогнозна річна ефективність діяльності підрозділу, яка визначається за формулою (1),

буде перевищувати певний наперед обраний підприємством норматив економічної ефективності інвестицій. Важливо також відзначити, що при цьому повинна виконуватися умова доцільності для підприємства звернення до інжинірингових фірм (тобто доцільності понесення витрат  $C_{in}$ ).

Так як одним з основних видів інжинірингових послуг є виконання проектно-конструкторських робіт із розроблення нових та вдосконалення існуючих на підприємстві технологічних процесів, необхідно виявити умови, за яких підприємству доцільно купувати такі види послуг. З цією метою розглянемо випадок, коли існує певний вже розроблений варіант технологічного процесу, який підприємство може ввести в експлуатацію, замінивши при цьому діючу технологію виготовлення подібної продукції.

За таких умов питома річна величина чистого грошового потоку від експлуатації існуючої технології виготовлення продукції може бути обчислена за допомогою такої формули:

$$\text{ЧГП}_i = \Pi_i - C_i - A_i - K_i \times E_n, \quad (2)$$

де  $\text{ЧГП}_i$  — питома річна величина чистого грошового потоку від експлуатації існуючої технології виготовлення продукції, грн;  $\Pi_i$  — ціна одиниці продукції без непрямих податків за існуючою технологією її виготовлення, грн;  $C_i$  — собівартість одиниці продукції за вирахуванням амортизаційних відрахувань за існуючою технологією, грн;  $A_i$  — питомі амортизаційні відрахування на реновацію тих основних засобів, які не підлягають заміні у випадку переходу від однієї технології до іншої, грн;  $K_i$  — питома капіталомісткість продукції за старою технологією у частині тих основних засобів, які не підлягають заміні у випадку переходу від однієї технології до іншої, грн;  $E_n$  — річний норматив прибутковості інвестицій, частка одиниці.

Таким чином, формула (2) базується на поділі загальної величини чистого грошового потоку від експлуатації основних виробничих фондів підприємства на дві частини, а саме: тієї, що відповідає технологічній складовій цих фондів ( $\text{ЧГП}_i$ ), та тієї, що відповідає їх нетехнологічній складовій ( $A_i + K_i \times E_n$ ). При цьому до нетехнологічної складової основних засобів доцільно віднести, насамперед, їх пасивну частину.

Стосовно питомої річної величини чистого грошового потоку від експлуатації нової (вдосконаленої) технології виготовлення продукції, то (у випадку незмінності питомої капіталомісткості продукції у частині нетехнологічної складової основних засобів підприємства) вона може бути обчислена за допомогою такої формули:

$$\text{ЧГП}_n = \Pi_n - C_n - A_i - K_i \times E_n, \quad (3)$$

де  $\text{ЧГП}_n$  — питома річна величина чистого грошового потоку від експлуатації нової технології виготовлення продукції, грн;  $\Pi_n$  — ціна одиниці продукції без непрямих податків за новою технологією її виготовлення, грн;  $C_n$  — собівартість одиниці продукції за вирахуванням амортизаційних відрахувань за новою технологією, грн.

За таких умов питома величина надприбутку від виготовлення продукції за новою (вдосконаленою) технологією її виробництва може бути обчислена за такою формулою:

$$\text{НП}_n = \text{ЧГП}_n - K_n \times E_n = \Pi_n - C_n - A_i - (K_i + K_n) \times E_n, \quad (4)$$

де  $\text{НП}_n$  — питома величина надприбутку від виготовлення продукції за новою (вдосконаленою) технологією її виробництва, грн;  $K_n$  — питома капіталомісткість продукції у частині інвестицій, які потрібно вкласти для переходу від існуючої до нової технології, грн.

Тоді управлінське рішення щодо заміни існуючої технології виготовлення продукції на нову буде залежати від співвідношення між показниками  $\text{ЧГП}_i$  та  $\text{НП}_n$ , а саме:

— якщо  $\text{ЧГП}_i < 0$  та  $\text{ЧГП}_i \geq \text{НП}_n$ , то, не дивлячись на те, що чистий грошовий потік від експлуатації існуючої на підприємстві технології є від'ємним, її заміна на нову технологію є недоцільною;

— якщо  $\text{ЧГП}_i < 0$  та  $\text{ЧГП}_i < \text{НП}_n$ , то заміна існуючої технології на нову є доцільною, хоча при цьому можлива ситуація, за якої чистий грошовий потік від експлуатації нової технології виявиться від'ємним;

— якщо  $\text{ЧГП}_i \geq 0$  та  $\text{ЧГП}_i \geq \text{НП}_n$ , то існуючу технологію на нову замінювати недоцільно;

— якщо  $\text{ЧГП}_i \geq 0$  та  $\text{ЧГП}_i < \text{НП}_n$ , то, не дивлячись на те, що чистий грошовий потік від експлуатації існуючої на підприємстві технології не є від'ємним, її заміна на нову технологію є доцільною.

Прийнявши відповідне рішення щодо заміни або відмови від заміни існуючої технології виготовлення продукції на нову, вважатимемо базовим відповідно новий або існуючий варіант технологічного процесу. Тоді залучення інжинірингової фірми з метою вдосконалення базового варіанту технології виготовлення продукції буде доцільним за умови виконання нерівності:

$$(\Pi_{ni} - C_{ni}) - (\Pi_0 - C_0) - K_d \times E_n > 0, \quad (5)$$

де  $\Pi_{ni}$ ,  $C_0$  — ціна одиниці продукції без непрямих податків відповідно за новою технологією її виготовлення, розроблення якої здійснено інжиніринговою фірмою, та за базовим варіантом технології, грн;  $C_{ni}$ ,  $C_0$  — собівартість одиниці продукції за вирахуванням амортизаційних відрахувань відповідно за новою технологією її виготовлення, розроблення якої здійснено інжиніринговою фірмою, та за базовим варіантом технології, грн;  $K_d$  — питома величина потрібних інвестицій для переходу від базового варіанту технології виготовлення продукції до нового її варіанту, розроблення якої здійснено інжиніринговою фірмою, та за базовим варіантом технології (з урахуванням витрат на оплату інжинірингових послуг), грн.

Необхідно відмітити, що підвищення точності розрахунків за формулою (5) потребує урахування проміжку часу, необхідного на здійснення інжинірингової фірмою послуг з розроблення та впровадження у практику діяльності підприємства нового технологічного процесу.

## 5. Висновки

1. За можливістю самостійного вироблення та реалізації працівниками підприємства управлінських рішень вони можуть бути поділені на автономні та неавтономні. При цьому, неавтономні управлінські рішення слід трактувати як такий вплив управлінської системи та об'єкт управління, розроблення та (або) реалізація якого здійснюється з використанням засобів (організаційних, інтелектуальних, технічних тощо),



які знаходяться за межами даної управлінської системи або залучаються у неї на певний проміжок часу з метою такого розроблення та (або) реалізації.

2. Одним з основних способів отримання підприємством зовнішньої допомоги у розробленні та (або) реалізації неавтономних управлінських рішень у сучасних умовах господарювання є використання з цією метою інжинірингу. Проведене дослідження показало, що у деяких випадках підприємству доцільно створити власний підрозділ, який би виконував інжинірингові роботи. Запропонована у даній роботі послідовність дій дозволяє з належною точністю здійснити оцінювання економічної ефективності створення такого підрозділу.

3. Враховуючи те, що одним з основних видів інжинірингових послуг є виконання проектно-конструкторських робіт із розроблення нових та вдосконалення існуючих на підприємстві технологічних процесів, важливе значення набуває питання встановлення умов, за яких підприємству доцільно купувати такі види послуг. Запропонований у даній роботі метод оцінювання економічної ефективності застосування інжинірингових послуг з метою розроблення та впровадження на підприємстві нової технології виготовлення продукції дозволяє встановити умови, за яких підприємству вигідно замінювати існуючу технологію на нову, у тому числі – використовуючи послуги інжинірингових фірм з метою розроблення та впровадження у виробництво нових технологічних процесів.

4. Подальші дослідження передумов формування потреби промислових підприємств в інжинірингових послугах з розроблення та впровадження нових технологій потребують виявлення можливостей більш повного урахування чинників часу та ризику.

#### Література

1. Податковий кодекс України [Текст]. – Донецьк: ООО «Ист-Лайнс», 2012. – 194 с.
2. Амоша, О. І. Інноваційне оновлення техніко-технологічної бази промислового виробництва на синергетичних засадах: теорія і практика [Текст] / О. І. Амоша, І. П. Булеев, Г. З. Шевцова // Економіка промисловості. – 2007. – № 1(36). – С. 3–9.
3. Ши́ра, Т. Б. Вплив інноваційно-технологічного потенціалу підприємства на конкурентоспроможність інноваційного продукту [Текст] / Т. Б. Ши́ра // Фінанси України. – 2006. – № 1. – С. 43–50.
4. Власенко, О. Оцінка ринкового потенціалу інноваційної технології / О. Власенко [Текст] // Економіст. – 2007. – № 9. – С. 70–74.
5. Редкін, О. В. Упровадження інжинірингу та девелопменту в інноваційно-інвестиційну модель розвитку й організації діяльності сучасних підприємств [Текст] / О. В. Редкін, Д. М. Толкачов // Економіка і регіон. – 2009. – № 4(23). – С. 102–107.
6. Гришко, В. А. Показники та методи оцінювання інноваційного потенціалу машинобудівних підприємств [Текст] / В. А. Гришко // Схід. Аналітично-інформаційний журнал. – № 7(107). – Донецьк: Український культурологічний центр. – 2010. – С. 18–21.
7. Загородній, А. Г. Менеджмент реальних інвестицій [Текст] / А. Г. Загородній, Ю. І. Стадницький. – К.: Т-во «Знання», КОО, 2000. – 209 с.
8. Колещук, О. Я. Обґрунтування критерію прийняття оптимальних рішень щодо оновлення основних засобів машинобудівних підприємств [Текст] / О. Я. Колещук // Науковий вісник НЛТУ України. – 2010. – № 20.1. – С. 302–308.
9. Стадницький, Ю. Економічний вибір оптимальних технологій: мікро- та макроекономічні аспекти [Текст] : монографія / Ю. Стадницький, А. Загородній, О. Капітанець, О. Товкан. – Львів: ЗУКЦ, 2006. – 320 с.
10. Петрушка, Т. О. Оцінювання економічної ефективності ресурсозберігаючого розвитку промислових підприємств [Текст] : автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня канд. екон. наук: 08.00.04 / Т. О. Петрушка. – Львів, 2013. – 25 с.

#### ПРЕДПОСЫЛКИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОТРЕБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ В ИНЖИНИРИНГОВЫХ УСЛУГАХ ВНЕДРЕНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Установлены основные причины, которые обуславливают потребность предприятия в инжиниринговых услугах. Определена последовательность оценивания целесообразности создания на предприятии собственного подразделения по выполнению инжиниринговых работ. Разработан метод оценивания эффективности использования инжиниринговых услуг с целью разработки и внедрения на предприятии новой технологии изготовления продукции.

**Ключевые слова:** инжиниринг, инжиниринговая услуга, технология, управленческое решение, экономическая эффективность, денежный поток.

*Кацшин Василь Мирославович, асистент, кафедра фінансів, Національний університет «Львівська політехніка», Україна, e-mail: kvm-lviv@mail.ru.*

*Кацшин Василий Мирославович, ассистент, кафедра финансов, Национальный университет «Львовская политехника», Украина.*

*Kashchyshyn Vasyl, Lviv Polytechnic National University, Ukraine, e-mail: kvm-lviv@mail.ru.*



## PRODUCTION RESERVES

## OPTIMIZATION OF DESIGN AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF THE ROTARY BODY FOR INTER-ROW CULTIVATION

page 3–7

This article is devoted to research of indicator dependence of inter-row cultivation quality on parameters of improved design rotary working body. Analysis of the results of known theoretical and experimental research has been conducted. Aims and objectives of following research were formulated. Kinematic analysis and derivation of graph-analytic dependencies of throw out of soil under the influence of the rotary working body with a vertical axis of rotation were conducted. The theoretical results are verified by the means of experiments. The regression analysis of the results of experiments allowed to establish optimal parameters of axis angle of the rotor and its angular velocity. Well-grounded parameters provide the minimum content of erosion-prone soil particles and a minor deviation from the horizontal surface profile.

**Keywords:** rotary body, discarding the soil particles, the angle to the vertical axis, the angular velocity, optimization of parameters.

## References

1. Pastukhov, V. I., Brazhenko, S. A. (2011). Patent of Ukraine № 97072 of 26.12.2011, bul. № 24, IPC6 A 01 B 35/16, A01B 39/08, A01B 39/18, A01B 21/06, A01B 33/06. Rotary working body of cultivator.
2. Pastukhov, V. I., Brazhenko, S. A. (2012). Patent of Ukraine № 98581 of 25.05.2012, bul. №10, IPC6 A 01 B 33/06, A01B 35/16, A01B 39/20, A01B 39/08. Method of inter-row cultivation.
3. Adamchuk, V. V. (2012). Theory of centrifugal machines for the working bodies for application of organic fertilizers: monograph. K.: Agrarian Science. 178 p.
4. Zaika, P. (2002). Theory of farm machinery. Machinery for the preparation and application of fertilizers, Volume 1, (part 3). Kharkov: Oho. 352 p.
5. Loveykin, V. S., Chovnyuk, Y. V., Dytyuk, A. I. (2012). Model dispersion of granules of fertilizers after separation from the disc of centrifugal spreader under the lee. News of Kharkov National Technical University of Agriculture: Mechanization of agricultural production, Vol. 124. V. 1, 27–35.
6. Zamoyska, K. (2008). Justification of parameters of the rotary ripper soils: The author's abstract of thesis. Lviv. 21 [1] p.
7. Vetohin, V. I., Panov, I. M., Shmonin, V. A., Yuzbashev, V. A. (2009). The traction-drive and combined tillage machines: theory, computation, results of tests: monograph. K.: Phoenix. 264 p.
8. Brazhenko, S. A. (2012). Justification of kinematic mode of rotary working body with vertical axis rotation. Proceedings of the State scientific institution named L. Pogorily «Technical and technological aspects of the development and testing of new equipment and technology for agriculture of Ukraine», Issue. 16(30), 274–282.
9. GOST 20915-75. Farm machinery. Methods for determination of the test conditions (1975). Available of 19.06.1975. Moscow: State Committee on Standards Council of Ministers of the USSR. 33. (Intergovernmental Standard).
10. SOU 74.3-37-127:2004. Testing of farm machinery. Machinery and implements for cultivating row crops (2006). K.: Ministry of Agrarian Policy of Ukraine. 54 p. (Ministry of Agrarian Policy of Ukraine. Testing methods).

## SINGLE THEORY OF MOVERS ON THE CONTINUOUS FLOWS. SHORT THEORY OF CONCURRENT-ROTATING PROPELLERS

page 8–15

Concurrent-rotating propellers have second rotor wheel with higher productiveness compared to the first one, so the water-gas stream is injected (absorbed) through the channels between the blades of the first rotor wheel, which in this mode does not compress the water-gas flow, and functions as rotating guiding device only, which helps to obtain the sinusoidal characteristics of the axial velocity changes with providing zero acceleration of the water-gas flow at the input edges of the second rotor wheel blades which compresses the flow and produces thrust. Injection (absorption) of the water-gas flow through the channels between the blades of the first rotor wheel also promotes the swirling of the water-gas flow in the area  $B_1-H$  and emergence of additional static pressures gradient, grad  $P_d$ , that pulls the flow into the bundle before and after the section  $B_1-B_1$ , while before the section  $B_1-B_1$  this additional gradient of static pressure facilitates further acceleration, and in a  $B_1-B_2$  section slows down the water-gas flow, providing its sinusoidal characteristics in the  $H-B_2$  section. Thus, the sinusoidal characteristics of the change of the axial velocity of the water-gas flow in the  $H-B_2$  section helps to eliminate the kinematic zone of rigid (elastic) impact in the section  $B_2-B_2$ , which enables to increase the turnover, and therefore the thrust of the second rotor wheel of the concurrent-rotating propellers at 200–300 % compared to the turnover and thrust of the one-row propellers.

**Keywords:** kinematic analysis, concurrent-rotating propellers, blown profile thrust and lifting capacity.

## References

1. Mamedov, B. S. (2008). Patent 35561, Ukraine, МПК B63H 1/14, B63H 1/28, B63H 5/00. Ship engine-mover complex. № U200805116, decl. 21.04.2008, publ. 25.09.2008, Bul. № 18.
2. Mordvinov, B. G. (1988). Small tonnage shipbuilding handbook. Leningrad: Shipbuilding. 576 p.
3. Mamedov, B. S. (2011). Chapter 2. Foundations of single theory of movers on the continuous flows. Blowing profile, as a mover, formulas of thrust, flying (thrust) efficiency, theorem of raising force calculation. National Technical University News, «KhPI». Scientific works collection. Topical issue: New solutions in modern technologies, № 33, 146–153.
4. Mamedov, B. S. (2012). Chapter 9. Foundations of single theory of movers on the continuous flows. Blowing wing aircraft profile, as a mover on the continuous flows, formulas of thrust, flying (thrust) efficiency, theorem of the raising force calculation (short wing aircraft theory). National Technical University News, «KhPI». Scientific works collection. Topical issue: New solutions in modern technologies, № 50(956), 3–17.
5. Kazandgan, P. K., Tihonov, N. D., Jnko, A. K. (1983). Aviation engines theory. M.: Machinebuilding. 223 p.
6. Mamedov, B. S. (2011). Foundations of the common theory of movers on the continuous flows. calculation the formulas of thrust, flying (thrust) coefficient of usefull action of turbojet engines. Eastern-European Journal Of Enterprise Technologies, 4(7(52)), 15–20.
7. Mamedov, B. S. (2012). Chapter 7. Single theory of movers on the continuous flows foundations. Blowing bird wing profile as a mover, formulas of thrust, flying (thrust) efficiency, theorem of the raising force calculation. National Technical University News, «KhPI». Scientific works collection. Topical issue: New solutions in modern technologies, № 44, 11–20.

8. Mamedov, B. S. (2012). Foundations of unit theory of movers on continuous flows. Calculation of formula of thrust of the sail. Eastern-European Journal Of Enterprise Technologies, 5(7(59)), 11–17.
9. Mamedov, B. S. (2013). The using of Ayler's equation for calculation the formulas of thrust and flying (thrust) efficiency on external parameters of gas flow for air-jet engines when  $V_n \geq 0$ . National Technical University News, «KhPI». Scientific works collection. Topical issue: New solutions in modern technologies. № 4(978), 3–15.
10. Mamedov, B. Sh. (2013). Single theory of movers. Calculation the formulas of thrust, flying (thrust) efficiency of rocket engines. Eastern-European Journal Of Enterprise Technologies, 1(7(61)), 67–71.
6. Marinin, V. G., Kovalenko, V. I., Lomino, N. S. (2000). Cavitation, Erosion of Ti coating produced by the vacuum arc method. XIX ISDEV 2000, Xi'an china, 1, 315–317.
7. Kovalenko, V. I. Marinin, V. G. (1998). Obladnannya dlya doslidzhennya erozii pokrittiv pri mikroudarnomu diyanni. Voprosy atomnoj nauki i tehniki. Fizika radiacionnyh povrezhdenij i radiacionnoe materialovedenie, № 5(71), 83–89.
8. Kovalenko, V. I. Marinin, V. G. (2008). Prochnost' poverhnostnyh sloev cirkonievyyh splavov i vacuumno-dugovyh pokrytij pri mikroudarnom vozdeystvii. VANT, № 1, 77–80.
9. Azhazha, V. M., Dub, S. M., Grib, A. N., Merisov, B. A., Haddzhaj, G. Ja., Malyhin, S. V., Pugachev, A. T., Gladkih, L. I. (2006). Sintez, struktura, substruktura, ostatochnye naprjazhenija i otdeľnye fizicheskie svojstva Ti-Zr-Ni-kvazikristallov. Visnyk Harkivskogo nacional'nogo universitetu, № 9, № 739, 103–107.
10. Aksenov, I. I. (2005). Vacuum arc in erosion plasma sources. Kharkov: NSC KIPT, 212.

**CAVITATION RESISTANCE OF VACUUM-ARC COVERINGS DEPOSITED ON SUBSTRATE OF DIFFERENT ORIENTATION**

page 15–18

Here we set forth the results of measuring the cavitation resistance of coverings, rigidly fixed abrasive particles of vacuum-arc coverings, obtained from the erosion plasma of titanic and zirconium cathodes on the substrates with different orientation of their surfaces relative to the surfaces of cathodes. The cavitation area was developed under the end surface of the radiator of the exponential profile, connected to the ultrasonic wave generator. The oscillation amplitude of the concentrator end surface makes up  $30 \pm 2$  micrometers, the oscillation frequency amounts to 20 kilohertz. The erosion of the samples was measured by means of the gravimetric method. The weight loss measurement accuracy is  $\pm 0,015$  mg. The experimental data was used to build kinetic curves of material destruction of the samples. The abrasive wear was measured in accordance with the plane-disc scheme. The coverings were tested by laying them on the plane surface, while the disc was made of materials with rigidly fixed abrasive particles. The rotation speed of the disc surface, contacting with a covering, is 4,38 m/s, and the sample load against the covering equates to 2,2 H. The mass losses of the covering within a certain interim were measured as well. The micro hardness of the samples was measured with the help of the Micro Hardness Tester-3. The research results have shown, that the cavitation resistance, micro hardness, abrasive resistance of titanic, zirconium and Ti-Zr system coverings, depend nonlinearly on the value of the angle between the substrate and the cathode surface. The formation of the Ti-Zr system coverings ensures the expansion of the area with identical covering properties. The area gets smaller by augmenting the vacuum chamber pressure.

**Keywords:** vacuum-arc coverings, titan, zirconium, resistance, cavitation, abrasive wear.

**References**

1. Baranenko, V. I., Yanchenko, Yu. A. (2007). Reshenie problemy snizheniya erozionno-korrozionnogo oborudovaniya i truboprovodov na zarubezhnyx i otechesvennyh AES. Teploenergetika, № 5, 12–19.
2. Borisenok, G. V., Vasilev, L. A., Voroshnin, A. G. and others. (1981). Himiko-termicheskaya obrabotka metallov i splavov. Spravochnik. M.: Metallurgiya, 424.
3. Aksenov, I. I., Belous, V. A., Strelnickij, V. E., Horoshih, V. M. (2012). Vakuumnaya duga: istochniki plazmy, osazhdenie pokrytij, poverhnostnoe modifitsirovanie. K.: Naukova dumka, 728.
4. Marinin, V. G., Kovalenko, V. I., Martinenko, L. I., Solovichenko, Yu. M. (2008). Eroziya vakuumno-dugovyh titanovix pokrittiv pri dii kavitacii. Preprint XFTI 2008-2-Kharkiv: NNC XFTI, 22.
5. Cheng, Y. H., Browne, T., Heckerman, B., Meletis E. I. (2010). Mechanical and tribological properties of nanocomposite Ti: Sin coatings. Surface and Coatings Technology, 204, 2123–2129.

**THE COLOR CHARACTERISTICS OF COMPONENTS OF VEGETABLE SEMI-FINISHED PRODUCT BEFORE FREEZING**

page 19–21

The color of products is an important feature of their trade look and competitiveness. Today, the instrumental methods of researches are recommended to carry out the quality assessment of products, as it allows to mark out different quantitative indexes.

The colorimetric method has helped to distinguish color parameters for the components of vegetable semi-finished products, used for the first and second courses, which are responsible for its formation. These products include table beet, carrot and sweet pepper, depending on the processing modes and methods before their freezing. There was determined the effect of drying and trunk operations on the color index, color tone, colorimetric purity of the main components of vegetable semi-finished products, used for the first and second courses.

It is noted that during the drying process the color tone of investigated samples changes with respect to the standard. However, compared to the effect of trunk process on the color shift, the tone is less significant. Moreover, it was found that the drying process helps to partially restore the color tone of the investigated samples of table beet, sweet pepper.

**Keywords:** colorimetric methods, drying, trunk, color index, colorimetric purity, color tone.

**References**

1. Yaluner, E. V. (2006). Strategic planning of the development of services: theoretical and conceptual points. St. Petersburg, Russian Federation: Dialog.
2. Balaeva, A., Predvoditeleva, M. (2007). Service industries in the global economy: development trends. World economy and international relations, 3, 23–29.
3. Guillard, A. (2003). Nutrient based quality control in public catering: need for revision. Journal of Food Engineering, 56, 189–193.
4. Neves, E., Pindado, J., Torre, de la C. (2006). Dividends: new evidence on the catering theory. Documento de Trabajo Nuevas Tendencias en Direccion de Empresas.
5. Drake, S. R., Spayd, S. E., Thompson, I. B. (1981). The influence of blanch and freezing methods on the quality of selected vegetables. J. of Food Quality, 4(4), 271–278.
6. Kozlowski, A. V. (1997). Is it necessary to blanch all vegetables before freezing. Congestion conservation a l'etat congeal it lyophilisation, subst. Biol. Et aim, 227–236.
7. John, L., Bomben, W., Dietrich, J. (1975). Yields and solids loss in steam blanching, cooling and freezing. J. Food Science, 4, 660–664.

8. Buydycheva, O. V., Khrypshin, V. V., Rudakova, L. V., Rudakov, O. B. (2008). Colorimetry — a new method of quality control of food products. *Food industry*, 5, 20–22.
9. Yashin, A. Ya., Chernousova, N. I. (2007). Determination of natural antioxidants in foods and biologically active additives. *Food industry*, 5, 28–31.
10. Carol, W., Richard, T. (1992) Method of inhibiting discoloration of foodstuffs with hydrolysis mixtures of aldonic and sulfites. American Can Co.
11. Bulatov, M. I., Kalinkin I. P. (1965). *Prakticheskoe rukovodstvo po kolorimetricheskim i spektrofotometricheskim metodam analiza*. Moscow: Himija. 230 p.
12. Ivanov, V. M., Kuznetsova, O. V. (2001). Chemical colorimeter: opportunities method, scope and prospects. *Chemistry success*, 70(5), 411–428.

### REDOX FLOW BATTERIES — PERSPECTIVE MEANS OF ELECTROCHEMICAL ENERGY STORAGE

page 22–24

The article comprises the overview of redox flow battery (RFB) technology. The RFBs are best known as perspective means of electrochemical energy storage to supplement such renewable but unfortunately intermittent and poorly predictable sources of energy as wind and/or solar energy. The description of RFB concept as well as its application, advantages and shortcomings in comparison with traditional lithium-based batteries are provided. The current state of research on RFBs is discussed. The list of redox couples and electrode materials used in RFBs and their performance characteristics are presented. The prospects for RFB improvement and further development are suggested and as a result the direction of scientific experiments is outlined.

**Keywords:** energy storage, battery, electrolyte, electrode, catalytic activity, alloy.

#### References

1. Nguyen, T., and Savinell, R. (2010). Flow batteries. *The Electrochemical Society Interface*, 4, 54–56.
2. Bairachnaia, T., Ved, M., Sakhnenko, M. (2013). *Elektroliticheskie splavy volframa: poluchenie i svoystva*. Saarbrücken: LAP Lambert Academic Publishing, 164 pp.
3. Skyllas-Kazacos, M., and Milne, N. (2011). Evaluation of iodide and titanium halide redox couple combinations for common electrolyte redox flow cell systems. *Journal of Applied Electrochemistry*, 41, 1233–1243.
4. Sanz, L., Palma, J., Garcia-Quismondo, E., Anderson, M. (2013). The effect of chloride ion complexation on reversibility and redox potential of the Cu(II)/Cu(I) couple for use in redox flow batteries. *Journal of Power Sources*, 224, 278–284.
5. Ponce de Leon, C., Frias-Ferrer, A., Gonzalez-Garcia, J. et al (2006). Redox flow cells for energy conversion. *Journal of Power Sources*, 160, 716–732.
6. Tsai, H.-M., Yang, S.-Y., Ma, C.-C., Xie, X. (2011). Preparation and electrochemical properties of graphene modified electrodes for all-vanadium redox flow batteries. *Electroanalysis*, 23, 2139–2143.
7. Weber, A. Z., Mench, M. M., Meyers, J. P., Ross, P. N. et al (2011). Redox flow batteries: a review. *Journal of Applied Electrochemistry*, 41, 1137–1164.
8. Cheng, F., Liang, J., Tao, Z., and Chen, J. (2011). Functional materials for rechargeable batteries. *Advanced Materials*, 23, 1695–1715.
9. Skyllas-Kazacos, M., Chakrabarti, M.H., Hajimolana S.A. et al. (2011) Progress in flow battery research and development. *Journal of The Electrochemical Society*, 158, R55–R79.
10. Ved, M. V., and Sakhnenko, M. D. (2010). *Katalitychni i zakhysni pokryttia splavamy i skladnymy oksydami: elektrokhimichniy syntez, prognuzovannia vlastyvostei*. Kharkiv : NTU «KhPI», 272 pp.

### THE STRUCTURE OF SOLID ADSORBENT FOR ALTERNATIVE FUEL COMPOSITION

page 25–27

This article considers the production of new fuel composition using the new structure of adsorbent for the dehydration of ethanol. The main objectives of this study is to develop the adsorbent structure for the new fuel composition, being able to replace conventional gasoline in internal combustion engines, and thus capable of efficient regeneration for unlimited and multiple using; as well as to efficiently absorb water and thus almost not to be subjected to hydrolysis in order not to form the alkali which dissolves in ethanol and causes corrosion of the engine. The effectiveness of the new fuel composition has been tested in experimental internal combustion engine and then the energy efficiency of the new fuel composition has been determined which constitutes 75 % of the energy efficiency of conventional gasoline. The new adsorbent composition has been developed which is capable of regenerating while a slight heating in vacuum to its original state, and efficient dehydration of ethanol. On the basis of water-free ethanol by adding 15 % gasoline a new fuel composition has been created that can successfully replace conventional gasoline and significantly reduce the energy dependence of Ukraine on imports of conventional fuels.

**Keywords:** adsorbent, ethanol, gasoline, fuel composition, bio-ethanol, dehydration.

#### References

1. RBK Ukraina. Available: <http://www.rbc.ua/rus/newsline/show/v-ukraine-potreblenie-nefti-sostavlyayet-20-mln-t-v-god--ekspert-13092011114800>. Last accessed 2013.
2. Central Intelligence Agency. Available: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/rankorder/2241rank.html>. Last accessed 2012.
3. BP Statistical Review of World Energy June 2012. Available: [http://www.bp.com/liveassets/bp\\_internet/globalbp/globalbp\\_uk\\_english/reports\\_and\\_publications/statistical\\_energy\\_review\\_2011/STAGING/local\\_assets/pdf/statistical\\_review\\_of\\_world\\_energy\\_full\\_report\\_2012.pdf](http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/reports_and_publications/statistical_energy_review_2011/STAGING/local_assets/pdf/statistical_review_of_world_energy_full_report_2012.pdf). Last accessed 2012.
4. Gazeta UA. Available: [http://gazeta.ua/ru/articles/business/\\_yanukovich-prikazal-vdvoe-sokratit-potreblenie-gaza-v-ukraine/494509](http://gazeta.ua/ru/articles/business/_yanukovich-prikazal-vdvoe-sokratit-potreblenie-gaza-v-ukraine/494509). Last accessed 2013.
5. Moskovsky Komsomolets. Available: <http://www.mk.ru/economics/news/2013/06/27/875538-mirovyie-tsenyi-na-neft-povyisilis-na-statdannyih-iz-ssha.html>. Last accessed 2013.
6. RBK Ukraina. Available: <http://www.rbc.ua/rus/top/show/bp-zapasy-uglya-v-ukraine-sostavlyayut-33-8-mlrd-t-09062011155700>. Last accessed 2011. *Gornaya Encyclopedia*. Available: [http://news-mining.ru/news/ukraina\\_obladaet\\_ogromnymi\\_zapasami\\_gazovykh\\_gidra/](http://news-mining.ru/news/ukraina_obladaet_ogromnymi_zapasami_gazovykh_gidra/). Last accessed 2013.
7. Avto Centr. Available: <http://www.autocentre.ua/ac/service/new-technologies/spirt-v-kachestve-topliva-avtomobilialkologii-7289.html>. Last accessed 2004.
8. Deutsche Welle in Russian. Available: <http://www.dw.de/в-реп-мании-возник-бензиновый-хаос/a-14885537>. Last accessed 2011.
9. *Avtomobilny zournal*. Available: [http://www.kolesa.ru/news/2010/12/30/finlyandiya\\_perehodit\\_na\\_benzin\\_e10](http://www.kolesa.ru/news/2010/12/30/finlyandiya_perehodit_na_benzin_e10). Last accessed 2010.
10. Pokonova, Ju.V. (2011). *Alternativnye topliva (zameniteli nef-janyh topliv, biogaz)*. 3rd ed. SPb. 122.
11. Za rulem Russian Federation. Available: [http://www.zr.ru/content/news/512244-avtoproizvoditeli\\_i\\_neftaniki\\_zajavili\\_ob\\_opasnosti\\_etanola/](http://www.zr.ru/content/news/512244-avtoproizvoditeli_i_neftaniki_zajavili_ob_opasnosti_etanola/). Last accessed 2013.
13. Goronovskij, I. T., Nazarenko, Ju. P., Nekrjach, E. F. (1987). *Kratkij spravocchnik po himii*. K.: Naukova dumka. 830 p.
14. Pticina, O. A., Kupletskaja, N. V., Timofeeva, V. K., Vasil'eva, N. V., Smolina, T. A. (1979). *Laboratornye raboty po organicheskomu sintezu*. M.: Prosveshhenie. 256 p.



15. Volynskij, N. P., Shevchenko, S. E., Nehaev, A. I. (2009). Absolutirovanie jetilovogo spirta. Zhurnal obshhej himii, T. 79, Vyp. 2, 336–337.
16. Antalogia vyrobnotstva spirty. Available: [http://www.sergey-osetrov.narod.ru/Projects/Bioethanol/Production\\_of\\_the\\_absolute\\_alcohol.htm](http://www.sergey-osetrov.narod.ru/Projects/Bioethanol/Production_of_the_absolute_alcohol.htm). Last accessed 2011.
17. Life-cycle energy and greenhouse gas emission impacts of different corn ethanol plant types: Available: [http://iopscience.iop.org/1748-9326/2/2/024001/pdf/erl7\\_2\\_024001.pdf](http://iopscience.iop.org/1748-9326/2/2/024001/pdf/erl7_2_024001.pdf). Last accessed 2012.

10. ASTM Diffraction data cards and alphabetical and grouped numerical index of X-ray diffraction data. (1977). Philadelphia. 880 p.
11. Petzold, A. (1958). Enamel. Moscow: Metallurgy. 512 p.
12. Shelby, J. E. (2006). Introduction to glass science and technology. M. 208 p.
13. Kazmina, O. V., Belomestrova, E. N., Dietz, A. A. (2012). Chemical technology of glass and glass-ceramics. Tomsk Polytechnic University. Tomsk: Publishing House of Tomsk Polytechnic University. 184 p.
14. Appen, A. A. (1974). Chemistry of glass. L.: Chemistry. 352 p.

**INFLUENCE OF ALKALINE EARTH METAL OXIDES ON THE PROPERTIES OF FLUOR- AND BORON-FREE ENAMELS**

page 28–31

These days, plenty of industries widely utilize various kinds of enamelware, which must comply with State Standards, look attractive, be safe and easy-to-use. However, the production of such ware requires the enamel, containing detrimental and unhealthy impurities of fluorine as well as boron. Yet, the compounds with these elements give enamel numerous positive qualities, including fusibility, viscosity of their melt and luster of the glass coating.

This article sets forth the results of analyzing the influence of alkaline earth oxides (CaO, MgO and SrO) on the fluorine- and boron-free coating enamel properties. It's been ascertained, that the mentioned oxides have positive influence on physicochemical enamel properties (i.e. chemical resistance and the temperature coefficient of linear expansion — TCLE), as well as optical characteristics of experimental enamel coatings.

The developed fluorine- and boron-free enamels can lower expenses for raw materials, preclude the lixiviation of boric oxide from enamel coatings and reduce industrial environment pollution with toxic substances (e. g. alkaline metaborates and fluorine compounds), which are emitted during the enamel melting process.

The new enamels can serve as the basic materials for colored fluorine- and boron-free enamels used for coating everyday household goods.

**Keywords:** enamel, coating, temperature coefficient of linear expansion — TCLE, chemical resistance, luster, bleach.

**References**

1. In: Brahyina, L. L. (2003). Technology enamel and protective coating covered. Kharkov: NTPU «KPI»: Novochoerkassk: YURHTU (NPI). 484 p.
2. Bragina, L. L. (2001). Enamels for new enamelling processes. Proc of 19th Intern. Enamellers Congr. I, Venice. 173–179.
3. Belyj, J. I., Hudomaka, K. V., Minakova, N. A., Kislichnaja, R. I. (2012). Research of glass-formation and properties of glasses in a little titanous areas of system Na<sub>2</sub>O-CaO-TiO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub>. Questions of chemistry and chemical technology, № 5, 162–165.
4. GOST 24405-80. Enamel silicate (Frit). Technical conditions. Enter. 30.09.80. (1980). M: Publishing house of standards. 18 p.
5. DQV-5A. Automatic quartz dilatometer. Technical description and user. (1978). M.: GIS. 35 p.
6. Mahovska, I. A. (2006). Development of compositions of glass and technologies of hot decoration of glassware: Avtoref. dis. kand. tehn. Sciences: 05.17.11. Dnepropetrovsk. 28 p.
7. Comparator color CS-3. Technical description and user manual. BSH 2.850.212.TO. (1990). ZOMZ. 68 p.
8. Gloss photoelectric FB-2. Technical description and user manual. (1984). M: Institute of Polygraphy. 24 p.
9. Dubrovsky, V. A., Macha, M. F., Perveeva, L. A. (1970). Methods for studying technological properties of the glass. Moscow: Nauka. 10 p.

**DISTRIBUTION OF TRANSPORT MOBILITY OF CITY POPULATION BETWEEN INDIVIDUAL AND PUBLIC TRANSPORT**

page 31–34

A number of recent studies shows that the organization and planning of urban public transport lies in accurate calculation or forecasting of the distribution between the individual and public transport.

Previously, it was believed that the potential movement is carried out by transport and on foot. But today it is necessary to define the coefficients of using transport and urban public transport, depending on a set of factors and different percentage of the major population groups.

This article has grouped the major impacts on the transportation mobility, according to foreign and domestic researches and obtained during the survey of urban residents. That would allow to take into account the effects of changes in the social, economic and technical indicators when determining the parameters of the transport system of the cities.

As a result of these investigations, the data array was obtained which contains the transport using coefficients and public transport using coefficients for the researched cities. The revealed set of factors influencing the transport mobility allows overall estimation of the distribution of urban residents traveling either by the individual or public transport.

**Keywords:** mobility, population, public transport, questionnaire, survey, factor, function.

**References**

1. Rao, D. P., Murthy, K. S. (1997). Urban passenger transportation. Inter-India Publications, 416.
2. Banister, D. (2002). Transport Planning. Spon Press, 317.
3. Simpson, J. B. (2003). Urban public transport today. E&FN Spon, 222.
4. Iles, R. (2005). Public Transport in Developing Countries. Elsevier, 478.
5. Efremov, I., Kobozev, V., Yudin, V. (1980). The theory of urban passenger transport. Moscow: Higher School, 535.
6. Dolya, V. (2011). Passenger traffic. Kharkiv: Publisher «Fort», 507.
7. Gudkov, V., Mirotin, L. (1997). Technology, organization and management of passenger road transport. Moscow: Transport, 254.
8. Spirin, I. (2003). Organization and management of passenger road transport. Moscow: Academy, 400.
9. Ignatenko, A. (1998). Organization of bus transportation in cities. Kyiv: UTU, 400.
10. Kim, S. (2011). Assessing mobility in an aging society: Personal and built environment factors associated with older people's subjective transportation deficiency in the US. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 14, 5, 422–429.
11. Frändberg, L., Vilhelmson, B. (2011). More or less travel: personal mobility trends in the Swedish population focusing gender and cohort. Journal of Transport Geography, 19, 6, 1235–1244.
12. Bocarejo S., J. P., Oviedo H., D. R. (2012). Transport accessibility and social inequities: a tool for identification of mobility needs

and evaluation of transport investments. *Journal of Transport Geography*, 24, 142–154.

13. Aftabuzzaman, M., Mazloumi, E. (2011). Achieving sustainable urban transport mobility in post peak oil era. *Transport Policy*, 18, 5, 695–702.
14. Mattson, J. (2012). Travel Behavior and Mobility of Transportation-Disadvantaged Populations: Evidence from the National Household Travel Survey. *Fargo*, 49.

### THE RESEARCHING OF THE FACING STONE CUTTING WITH THE DIAMOND WIRE

page 34–39

The diamond wire cutting is still little-investigated despite the high level of the resource-saving and the popularity. This can be explained by the complication in experimenting with the quarry wire saw machines. There was paned the experiment with the stationary diamond wire machine. The developed method of testing allows repeat the experiment for the different types of the rock with the necessary number of cases. There was found out the dependence between the wrapping angle of the nature stone block with the diamond wire and the power parameters of cutting. Also there were found out the numerical value and the law of variation of the diamond cutting coefficient. It has significance for the theory of the diamond wire cutting. The assumption about dependence between power and force parameters of the dimension stone cutting with the diamond wire was confirmed with the results of the researching. The results have the correcting character for the basic foundation of the diamond wire cutting.

**Keywords:** diamond wire, diamond cutting coefficient, power-force parameters.

### References

1. Pershin, G. D., Gurov, M. U., Chebotarev, G. I. (2006). The wire saws. The justification of the constructional parameters and the operating conditions. Magnitogorsk, Russia: «G.I. Nosov MSTU», 126 p.
2. Pershin, G. D., Karaulov, G. A., Karaulov, N. G. (2003). The mining of the marble blocks with the diamond wire saws. Magnitogorsk, Russia: MSTU, 103 p.
3. Alexandrov, V. A., Mifling, D. M., Melnik, V. A. (1985). The force and power parameters in granite scratching with the single diamond grain. *Extra-hard materials*, Vol. 3, 53–58.
4. Rusakov, K. I., Isichenko, B. I. (1971). The analytical research of the wire saw work. *News of IHE. Mining Journal*, Vol. 9, 95–101.
5. Bat, M. I., Dzhanlidze, G. U., Kelzon, A. S. (1973). The theoretical mechanic in examples and problems. The special chapters of mechanic. Moscow, Russia: Science, 488 p.
6. Borisov, O. M., Lipatov, D. N. (1974). The general electrical engineering. Moscow, Russia: High school, 519 p.
7. Bat, M. I., Dzhanlidze, G. U., Kelzon, A. S. (1973). The theoretical mechanic in examples and problems. The dynamic. Moscow, Russia: Science, 516 p.
8. Bashinskyi, S. I. (2012). Theoretical relations of the natural facing stone cutting with diamond wire. *News of ZSTU*, № 2(61), 159–163.
9. Bashinskyi, S. I. (2012). The researching of the kinetic parameters of the natural stone destroying with the diamond wire: The materials of the 3-d Ukrainian science and technic conference of students, postgraduates and young scientists. Dnipropetrovsk, Ukraine: State IHE «NMU», 6–7.
10. Bashinskyi, S. I. (2010). The geometric modeling of the diamond wire line: the points of 35-th science-practical conference dedicated to the Day of University. *Zhitomir*, 97–98.

## ECONOMY OF ENTERPRISE

### DETERMINATION OF FACTORS ON THE VOLUME OF VIOLATIONS IN A BUDGET INSTITUTION

page 40–43

A model of forecasting factors and factors of influence on the number of violations in a budget institution has been developed. It allows not only to determine the importance of each factor, but also to predict their impact. The factors taken for the model are: the volume of institutions' financing, wages, staff growth, the quantity of workers developed their skills' level. The scientific impact of this research is the ability to justify methodological approach to determine the effect of factors on the volume of violations in a budget institution, the mechanism of the relationship between factors and effective feature-based development of econometric regression models. However, as the direction of future research the need to adapt this developed econometric model for each of the budget institution is to be outlined.

**Keywords:** state financial control, budget institution, impact factors, budget violation.

### References

1. Vinnichenko, N. V., Shevchenko, N. V. (2010). Suchasnij stan rozvitku derzhavnogo vnutrishn'ogo finansovogo kontrolju v Ukraini. Problemi pidvishhennja efektyvnosti infrastrukturi: zbirnik naukovih prac', Vip. 28, 26–29.
2. Ivanova, I. I. (2010). Derzhavnij finansovij kontrol': Paradigm rozvitku: Monografija. K.: Akademvidav, 168.
3. Kulikov, P. M., Ivashhenko, G. A. (2009). Ekonomiko-matematichne modeljuvannja finansovogo stanu pidpriemstva. H.: VD «INZhEK», 152.

4. Njeskorodev, Ju. V. (2012). Metodologichni aspekti rozvitku vnutrishn'ogo kontrolju. K.: Fotos, 403.
5. Skoropad, I. S., Paholok, N. I. (2011). Derzhavnij finansovij kontrol' v Ukraini. Zbirnik nauково-tehnicnih prac'. Lviv: RVV NLTU Ukraini, Vip. 21.07. Available: <http://nbuv.gov.ua>.
6. Shevchenko, N. V. (2010). Reformuvannja sistemi derzhavnogo finansovogo kontrolju v Ukraini: problemi ta perspektivi. *Visnik ukraïns'koi akademii bankiv's'koi spravi*, Vip (29), 34–39.
7. Jurgelevich, S. V. (2002). Sistema derzhavnogo finansovogo kontrolju. *Finansi Ukraini*, Vip. 4, 138–143.
8. Sajt Derzhavnoi finansovoi inspekcih. Available: [www.dkrs.gov.ua](http://www.dkrs.gov.ua).
9. Sajt Rahunkovoi palati Ukraini. Available: <http://www.ac-rada.gov.ua/control/main/uk/index>.
10. Sajt Ministerstva finansiv Ukraini. Available: <http://www.minfin.gov.ua/>.

### SOME ASPECTS OF DETERMINING THE EFFICIENCY OF TAX INCENTIVES FOR INNOVATION

page 43–47

The article considers the need to provide the tax incentives for innovation. The views of various authors on the definition of efficiency are presented. It was determined that during the tax incentives for innovation there are two sides, the state and enterprises which are engaged or will engage in innovative activities. However, the state has two interests, namely the interest of providing innovative activity suffering income losses of budget due to tax benefits and the interest of budget replenishment

than to maintain and improve the society needs, especially social. The formula are proposed to calculate the efficiency for the mentioned concerned parties and their interests accordingly. For each of the three mentioned indexes of the tax incentives efficiency it is proposed the positive change direction and the extent of normative values.

**Keywords:** tax incentives, tax deductions, efficiency, state interests, the interests of taxpayers.

**References**

1. Ivanov, Ju. B., Yes'kov, O. A. (2007). Suchasne opodatkovannja: motivacijnij aspekt. H.: VD «INZhEK». 328 p.
2. Oficijnij sajt Derzhavnogo komitetu statistiki. Available: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
3. Aljeksjejev, I. V., Moroz, A. S., Zheliznjak, R. J. (2011). Ocinka podatkovogo stimuljuvannja innovacijnoi dijalnosti pidprijemstv Ukraini. Formuvannja rinkovoi ekonomiki v Ukraini: Zbirnik naukovih prac' Lvivs'kogo nacional'nogo universitetu im. Ivana Franka, Vip. 23, ch. 1, 3–9.
4. In: Busel, V. T. (2007). Velikij tлумachnij slovník suchasnoi ukrains'koi movi. K.; Irpin': VTF «Perun». 1736 p. p 358.
5. In: Djakiv, R. (2000). Enciklopedija biznesmena, ekonomista, menedzhera. K.: Mizhnarodna ekonomichna fundacija. 703 p.
6. Mochernij, S. V. and others (2000). Ekonomichna enciklopedija. T. 1. K.: Vidavnicij centr «Akademija». 864 p.
7. Marciniak, S., Makro, I. (2001). Mikro Ekonomia – Problemy podstawowe. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa. 595 p.
8. Aks'onov, I. (2004). Jak ociniti dijalnist' radi direktoriv. Kruglij stil, № 5, 27–31.
9. Dzhenster, P., Hassi, D. (2003). Analiz sil'nyhi slabyh storon kompanii: opredelenie strategicheskikh vozmozhnostej. M.: Izdatel'skij dom «Vil'jams». 368 p.
10. Zagorodnij, A. G., Voznjuk, G. L. (2007). Finansovo-ekonomichnij slovník. K.: Znannja. 1072 p.
11. Limans'kij, A. (2003). Organizacijno-ekonomichni mehanizmi pidvishhennja efektyvnosti promislivih pidprijemstv v umovah transformacii ta yevrointegracii (na prikladi promislivih pidprijemstv Pol'shhi ta Ukraini). NAN Ukraini IRD. Lviv, 520 p.
12. Kuz'min, O. Ye., Mel'nik, O. G. (2003). Teoretichni ta prikladni zasadi menedzhmentu. Lviv: Intelekt-Zahid. 352 p., p. 200–201.
13. Oleksiv, I. B., Podol'chak, N. Ju. (2005). Metodi bagatovimirnogo analizu v ocinjuvanni finansovih rizikiv pidprijemstva. Finansi Ukraini, № 1, 96–105.
14. Podol'chak, N. Ju. Ponjattja ta vidi efektyvnosti sistem menedzhmentu mashinobudivnih pidprijemstv. Available: [http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/Vnulp/Menegment/2007\\_606/33.pdf](http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/Vnulp/Menegment/2007_606/33.pdf).
15. Stadnik, V. V., Johna, M. A. (2007). Menedzhment. K.: Akademvidav. 472 p.
16. Chirkov, V. G. (2005). Jefeftometrija: populjarnye ocherki. K.: Feniks. 240 p.
17. Shegda, A. V. (2002). Menedzhment. K.: Znannja, KOO. 583 p.
18. Aljeksjejev, I. V., Moroz, A. S., Zheliznjak, R. J. (2011). Viznachennja etapiv podatkovogo stimuljuvannja innovacijnoi dijalnosti pidprijemstv Ukraini. Naukovij zhurnal. Naukovij visnik Poltav's'kogo nacional'nogo tehničnogo universitetu imeni Jurija Kondratjuka, № 30, 262–265.
19. Vishnevskij, V. P., Vetkin, A. S., Vishnevskaja, E. N. and others. In: Vishnevskogo, V. P. (2006). Nalogooblozhenie: teorii, problemy, reshenija. Doneck: IJeP NAN Ukrainy. 504 p.
20. Ivanova, N. I., Dezhina, G. I., Fedorchenko, A. V. and others. In: Ivanova, N. I. (2009). Nalogovoe stimulirovanie innovacionnyh processov. M.: IMJEMO RAN. 160 p.
21. Majburov, I. A. and others. In: Majburova, I. A., Ivanova, Ju. B. (2010). Nalogovye reformy. Teorija i praktika. M.: JuNITI-DANA. 463.
22. Majburov, I. A. and others. In: Majburova, I. A., Ivanova, Ju. B. (2012). Nalogovye sistemy. Metodologija razvitija. M.: JuNITI-DANA. 463 p.

23. Mel'nik, P. V., Tarangul, L. L., Varnalij, Z. S. and others. In: Varnalija, Z.S. (2008). Podatkova politika Ukraini: stan, problemi ta perspektivi. K.: Znannja Ukraini. 675 p.
24. Ivanov, Ju. B., Tishhenko, O. M., Grachov O. V. and others. In: Ivanova, Ju. B. (2012). Podatkove reguljuvannja social'nogo rozvitku: svitovij dosvid ta tendencii v Ukraini. H.: FOP Aleksandrova K. M.; VD «INZhEK». 496 p.
25. Ivanov, Ju. B., Tishhenko, O. M., Daviskiba, K. V. and others. In: Ivanova, Ju. B. (2009). Reguljativnij potencial podatkovoi sistemi Ukraini. Harkiv: Vid. KNEU. 336 p.
26. In: Majburova, I. A., Ivanova, Ju. B., Krisovatogo, A. I. (2011). Reformirovanie nalogovyh sistem. Teorija, metodologija i praktika: monografija. K.: Kondor. 352 p.
27. Jaroshenko, F. O., Mel'nik, P. V., Mjarkovs'kij, A. I. and others. In: Azarova, M. Ja. (2011). Reformuvannja podatkovoi sistemi Ukraini: teorija, metodologija, praktika. K.: Ministerstvo finansiv Ukraini. 656 p.
28. Jurij, S. I., Krisovatyj, A. I., Majburov, I. A., Koshhuk, T. V. (2011). Turbulentnost' nalogovyh reform. K.: Znannja. 382 p.

**METHODS OF FACTOR EFFECTS DIAGNOSIS IN THE BUSINESS PROCESSES OF ALTERNATIVE ENERGY ENTERPRISES**

page 48–50

The economic realities of the dominant ways of society development determine the ontogenesis of alternative energy companies, the successful activity of which depends on the effective management of business processes, with the indicator being modern methodological approaches to their diagnosis. Today, there are a lot of publications concerning this problem, but the diagnosis of factor effects underexplored.

The article presents theoretical and methodological approach to the evaluation of factor effect the first ever worked out in the context of management efficiency of the business processes at the alternative energy companies, which allows to identify the dominant internal and external components that affect the efficiency of the production and economic system.

This methodological approach is developed on the basis of the method of pair comparisons of multidimensional scale of T. Saaty. As a result, a matrix of pair comparisons was formulated and the primary number of factors of external and internal environment was interpreted, which allowed the administration of alternative energy companies to identify the dominant components of the effects in order to identify variables that ensure efficient operation of industrial and economic system in today's economic realities and make effective managerial decisions of the enterprise alternative energy.

**Keywords:** factor effects diagnosis, alternative energy company, «green» economy, business process.

**References**

1. Andreychuk, I. (2003). Evaluating the effectiveness of the company in terms of renewable and non renewable energy resources. Economics and organization of production, 15, 79–82.
2. Geletukha, G., & Zhyelyezna, T. (2010). Current state and prospects of development of bioenergy in Ukraine. Industrial heat, 4, 94–100.
3. Kaletnyk, G. (2008). Socio-economic importance of the biofuels market in Ukraine. Economy APC, 6, 128–132.
4. Klimchuk, M. (2012). The development of the solid biofuel in Ukraine. Formation of market relations in Ukraine: Scientific Papers, 2(129), 143–147.
5. Saaty, T., & Kearns, K. (1991). Analytical planning. Organization systems. Radio and Communications, 224.
6. Tarnavskyy, B. (2013). Paradoxes of green energy. Available: <http://minprom.ua/articles/122803>.

7. Energy for the future: renewable sources of energy. White paper for a community strategy and action plan. (1997). Bruxelles. 53 p.
8. Gulla, J. & Lindland O. (1994.) Modelling Cooperative Work for Workflow Management, CaiSE'94, Utrecht, The Netherlands, 6, 200–203.
9. Havey, M. (2005). Essential Business Process Modeling. Boston: O'Reilly Media, Inc., 350 p.
10. Fenton, M. (2006). A business process or business method. International Journal of Production Economics, Issue 4, 45–48.

### THE CURRENT ISSUES OF INTERNAL CONTROL AND INTERNAL AUDIT HARMONIZATION

page 51–53

The relevance of topics related to a harmonization of internal control and internal audit system of internal financial control is being proved. It is high lightened the essence of harmonization period by reviewing existing thoughts on this object, a concept of 'harmonization of internal control and internal audit', and provided reasonably practical recommendations to ensure such harmonization in the modern world. The scientific impact of this research is to clarify the concept of «harmonization of internal control and internal audit» as well as the development of practical recommendations to ensure proper harmonization of internal control and internal audit in the system of public internal financial control in Ukraine.

**Keywords:** internal control, internal audit, financial internal control.

#### References

1. Multaniv'ska, T. V., Voinova, T. S. (2012). Teoretichni osnovi vnutrishn'ogo auditu ta jogo misce v sistemi upravlinnja kompanijeju. Ekonomika rozvitku, Vip. 3(63), 54–60.
2. Pashkevich, M. S. (2010). Rozvitok metodichnih pidhodiv finansovogo planuvannja i kontrolju na pidprijemstvi. Ekonomika rozvitku, Vip. 2(54), 53–56.
3. Drozd, I. K. Internal audit of enterprises in the public sector. Nezalezhnij auditor, Vip. 1(111), 6–9.
4. Jaremenko, V. V., Slipushko, O. M. (1998). Novij tlumachnij slovník ukraíns'koi movi. K.: AKONIT, T. 1, 910.
5. Slovar' russkogo jazyka. (1984). M.: Rus. jazyk, T. 1, 696.
6. Tihomirov, Ju. A. (1996). Kurs sravnitel'nogo pravovedenija. M.: Norma, 427.
7. Marchenko, M. N. (2001). Sravnitel'noe pravovedenie. Obshhaja chast'. M.: Zercalo, 560.
8. Sajt Derzhavnoi finansovoi inspekcih. Available: [www.dkrs.gov.ua](http://www.dkrs.gov.ua).
9. Sajt Rahunkovoi palati Ukraini Available: <http://www.ac-rada.gov.ua/control/main/uk/index>.
10. Sajt Ministerstva finansiv Ukraini. Available: <http://www.min-fin.gov.ua/>.

### THE CHOICE OF RATIONAL NUMBER OF TRANSPORT VEHICLES IN VIEW OF THE MATERIAL FLOW PARAMETERS

page 53–55

The author stresses that in today's market conditions when determining the number and brand of transport vehicles it is necessary to consider the parameters of material flows.

Changing the material flow parameters throughout the year raises questions of the choice of the brand and the number of transport vehicles and the appropriateness of using their own and hired transport vehicles.

Changing of any parameter of material flow can lead to a change of transportation technology, and hence a change of the type and technical parameters of the vehicle for transportation.

Out of the presented parameters of the material flow the conditions of transportation are considered. One of the transportation conditions is temperature control of cargo transportation. This parameter has a significant impact on the transportation of perishable goods.

Seasonal ambient temperature is very unstable and impossible to forecast in full; therefore, the transport company, even at a constant volume of material flow should be able to make variations in order to provide the flexibility and adaptability of its activities until the changes in temperature conditions of transportation.

The approaches to the formation of a rational number and brand of transport vehicles were considered. On the example of intercity transportation of perishable foods it was found that with constant material flow parameters the change in temperature, which is one of the conditions of transportation, affects: the transportation technological process, choice of the type of the transport vehicle (its technical parameters) and their number.

**Keywords:** seasonal changes of temperature, the parameters of the logistic flow, transport (car) park, hire.

#### References

1. Zimovets, A. V. (2008). International transport operations. TIUiE, 80 p.
2. Vorkut, A. I. (1986). Gruzovye avtomobilnye perevozki. Ed. 2. Kyiv: Vishcha shk., 447 p.
3. Gorev, A. E. (2004). Gruzovy transport by road. Moscow: Publishing Center «Academy», 288 p.
4. Khlevnoy, I. I. (2006). Gruzovye perevozki. St. Petersburg.: St. Petersburg IVESEP, 83 p.
5. Semenenko, A. Sergeev, V. (2001). Logistics. Fundamentals of the theory – St. Petersburg.: The Union., 149 p.
6. Bespalov, R. M. (2007). Transport Logistics. The latest technology to build an effective delivery system. Moscow: Top, 384 p.
7. Velmozhin, A. V., Gudkov, V. A. (2006). Gruzovye avtomobilnye perevozki. Moskva, 560 p.
8. Vorkuta, T. A. (2000). Project analiz. Kyiv: Ukrainsky duhovnoi center of culture, 440 p.
9. Vorkut, T. A. (2002). Proektuvannya system transportno-go obslugovuvannya v lantsyugakh postachan. Monografiya. Kyiv, 248 p.
10. Mandate Ministerstva Transport of Ukraine «On the Rules zatverdzhennya transported vantazhiv avtomobilnim transport in Ukraini» № 363, 14.10.1997.

### PREREQUISITES FOR FORMATION OF NEEDS OF ENTERPRISES FOR ENGINEERING SERVICES IN THE IMPLEMENTATION OF NEW TECHNOLOGIES

page 56–60

Increased competition, decreased demand for a number of industrial products in the domestic and global markets, increasing energy prices and other factors encourage domestic industries to develop and implement measures to improve their technical and technological base. However, the implementation of measures for introduction of new types of equipment and technologies often requires large amounts of research and design work that the company usually cannot to carry out themselves. One of the main ways for an enterprise to get external assistance in the development and (or) implementation of non-autonomous administrative decisions on the development and introduction of new technologies in modern business environment is the use of engineering. Existing methods for assessing the economic efficiency and justification for transition to new technologies of production do not sufficiently take into account the conditions of their development and implementation, including the possible need for involving engineering firms. The study showed that in some cases a company is better to create its own department



that would perform engineering works. The proposed measures allow to implement with due accuracy the evaluation of economic efficiency of such department, and the proposed method of evaluating the economic efficiency of engineering services for the development and implementation of new technologies of manufacturing allows you to set the conditions under which it is profitable to replace existing technology by the new, including the engineering services for the development and implementation of new technological processes.

**Keywords:** engineering, engineering services, technology, administrative decisions, economic efficiency, cash flow.

#### References

1. Podatkovyj kodeks Ukraïny (2012). Specvypusk gazety «Argumenty nedely». Doneck: OOO «Yst-Lajns», 194 p.
2. Amosha, O. I., Buljejev, I. P., Shevcova, G. Z. (2007). Innovacijne onovlennja tehniko-tehnologichnoi' bazy promyslovogo vyrobnictva na synergetychnyh zasadah: teorija i praktyka. *Ekonomika promyslovosti*, № 1(36), 3–9.
3. Shyra, T. B. (2006). Vplyv innovacijno-tehnologichnogo potencialu pidpryjemstva na konkurentospromozhnist' innovacijnogo produktu. *Finansy Ukraïny*, № 1, 43–50.
4. Vlasenko, O. (2007). Ocinka rynkovogo potencialu innovacijnoi' tehnologii', *Ekonomist*, № 9, 70–74.
5. Redkin, O. V., Tolkachov, D. M. (2009). Uprovadzhennja inzhyniryngu ta developmentu v innovacijno-investycijnu model' rozvytku j organizacii' dijal'nosti suchasnyh pidpryjemstv *Ekonomika i region*, № 4(23), 102–107.
6. Gryshko, V. A. (2010). Pokaznyky ta metody ocinjuvannja innovacijnogo potencialu mashynobudivnyh pidpryjemstv, *Shid. Analitychno-informacijnyj zhurnal*, № 7(107). Doneck: Ukraïns'kyj kul'turologichnyj centr, 18–21.
7. Zagorodnij, A. G., Stadnyč'kyj, Ju. I. (2000). *Menedzhment real'nyh investycij*. K.: T-vo «Znannja», KOO, 209 p.
8. Koleshhuk, O. Ja. (2010). Obg'runtuvannja kryteriju pryjnjattja optimal'nyh rishen' shhodo onovlennja osnovnyh zasobiv mashynobudivnyh pidpryjemstv. *Naukovyj visnyk NLTU Ukraïny*, № 20.1, 302–308.
9. Stadnyč'kyj, Ju., Zagorodnij, A., Kapitanec', O., Tovkan, O. (2006). *Ekonomichnyj vybir optimal'nyh tehnologij: mikro- ta makroekonomichni aspekty*. Lviv: ZUKC, 320 p.
10. Petrushka, T. O. (2013). Ocinjuvannja ekonomichnoi' efektyvnosti resursozberigajuchogo rozvytku promyslovyh pidpryjemstv: avtoreferat dysertacii' na zdobuttja naukovoogo stupenja kand. ekon. nauk: 08.00.04. Lviv, 25 p.