



**АКАДЕМІЯ ТЕХНІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ**  
**UKRAINE TECHNICAL SCIENCES ACADEMY**

---

**Міжнародна науково-практична  
конференція**

**ПРИКЛАДНІ НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ  
ДОСЛІДЖЕННЯ**

**APPLIED SCIENTIFIC AND TECHNICAL RESEARCH**

**5 - 7 квітня**

*"Чітось, читайте, і рушаму  
намагайтесь, Ї свого не цурайтесь..."*  
*Т.Шевченко*

**Івано-Франківськ  
2017**





# АКАДЕМІЯ ТЕХНІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ UKRAINE TECHNICAL SCIENCES ACADEMY

---

## ПРИКЛАДНІ НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції  
( 5-7 квітня 2017 р.)

### Партнери конференції:

<http://yleaf.co/>  
<https://www.facebook.com/yellowleaf2015/>

ІТ Компанія  
Yellow Leaf



Туристично-відпочинковий  
комплекс "Явір Агро"  
<http://agro.yavir0-54.com.ua>  
<https://vk.com/public104243915>



Івано-Франківськ  
«Симфонія форте»  
2017

УДК 60  
ББК 30  
П 75

**ПРИКЛАДНІ НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ**  
Матеріали міжнародної науково-практичної конференції

**ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ:**

**Голова оргкомітету:**

Кузь М.В. – доктор технічних наук, доцент, академік Академії технічних наук України, завідувач кафедри інформаційних технологій та програмної інженерії Івано-Франківського університету права імені Короля Данила Галицького.

**Співголова оргкомітету:**

Мельничук С.І. – доктор технічних наук, доцент, академік Академії технічних наук України, професор кафедри інформаційно-телекомунікаційних технологій та систем Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу.

**Члени оргкомітету:**

Яцків В.В. – доктор технічних наук, доцент, академік Академії технічних наук України, доцент кафедри інформаційно-обчислювальних систем і управління Тернопільського національного економічного університету;

Козленко М.І. – кандидат технічних наук, доцент, член-кореспондент Академії технічних наук України, доцент кафедри інформаційних технологій Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ;

Лазарович І.М. – кандидат технічних наук, доцент, член-кореспондент Академії технічних наук України, доцент кафедри інформаційних технологій Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ;

Сорочак О.З. – кандидат технічних наук, доцент, член-кореспондент Академії технічних наук України, доцент кафедри менеджменту організацій Національного університету «Львівська політехніка».

**Прикладні науково-технічні дослідження : матеріали**  
П 75 міжнар. наук.-прак. конф., 5-7 квіт. 2017 р. – Івано-Франківськ :  
Симфонія форте, 2017.  
ISBN 978-966-284-110-7

У збірнику надруковано матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Прикладні науково-технічні дослідження».

Для студентів, аспірантів, викладачів ВНЗ та наукових організацій.

УДК 60  
ББК 30

**ISBN 978-966-284-110-7**

УДК 504:631.459:622.3:553.541

## ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИДОБУВАННЯ СЛАНЦЕВОГО ГАЗУ В УКРАЇНІ

д.п.н. *Мітрясова О.П.*, *Чорноморський національний університет ім. Петра Могили, м. Миколаїв*,

д.т.н. *Погребенник В.Д.*, *Національний університет "Львівська політехніка"*

**Вступ.** Нині для України є надзвичайно актуальним питання енергетичної безпеки та її енергодиверсифікації. Для цього розробляють нові родовища та видобувають нетрадиційні види газу, зокрема, сланцевий газ. Хоча сланцевий газ міститься в невеликих кількостях (0,2-3,2 млрд. м<sup>3</sup>/км<sup>2</sup>), але за рахунок розтину великих площ можна одержувати значну кількість такого газу. Це поки що єдиний економічний спосіб вилучення сланцевого газу на даний час. За даними Американської інформаційної енергетичної агенції, станом на початок 2014 р., поклади сланцевого газу у світі складають 200 трлн. м<sup>3</sup>.

**Метою** роботи є оцінювання екологічних аспектів видобування сланцевого газу в Україні.

**Виклад матеріалу.** Основним джерелом сланцевого газу є негорючі сланці і сапропеліти. Технологія добування таких вуглеводнів знаходиться на стадії розроблення і вдосконалення. Поклади такого газу займають великі площі. Наразі відсутні систематизовані дослідження про просторове розміщення сланцевого газу.

На території України є два основних родовища сланцевого газу: Олеськети Юзівське.

Для видобутку сланцевого газу використовують горизонтальне буріння і гідророзрив пласту. Головна перевага сланцевого газу – близькість до ринків збуту. Через природно низьку концентрацію газу запаси кожної свердловини виснажуються за 12–18 місяців. Ця технологія є порівняно новою, наслідки від її застосування ще недостатньо вивчено, але вже викликають занепокоєння. Для гідророзриву тільки однієї свердловини витрачається до 29 тис. м<sup>3</sup> води. Після використання ця вода ніколи не повернеться до природного кругообігу, оскільки немає економічно обґрунтованої технології очищення її від технологічних домішок, важких металів і радіонуклідів. Забруднення води відбувається через протікання обсадки свердловин, трубопроводів, протікання зі ставків-відстійників, аварійні розливи.

Ризик потрапляння цих хімікатів до ґрунтових вод під час гідророзриву пов'язаний з: розливанням бурового розчину, зворотним потоком, витіканням з відстійників або транспортних засобів під час перевезення; протіканнями або аваріями, спричиненими непрофесійними діями персоналу або пов'язаними із використанням застарілої техніки; протіканнями, спричиненими погано закріпленим стовбуром свердловини (6 % свердловин після гідророзриву виходять з ладу відразу, а 50 % упродовж 15 років); протіканнями, що сталися під землею, через природні або штучні тріщини та ходи. Більша частина рідини для залишається під землею (аж до 80 % закачаного об'єму).

У вересні 2013 р. Конгрес Міжнародного союзу охорони довкілля прийняв резолюцію №118, де закликав країни призупинити видачу ліцензій на видобування газу методом гідророзриву, а також заборонити його застосування поблизу родовищ питної води, у сейсмонезбезпечних районах, у районах з дефіцитом води, поблизу сейсмічних розломів і на природоохоронних територіях.

Враховуючи високий рівень ризику та серйозні негативні наслідки видобування, а також відсутність достатнього законодавчого нормативного регулювання та механізмів захисту довкілля, розроблення сланцевого газу в Україні потребує об'єктивного наукового дослідження, яке не буде ангажовано окремими корпораціями, зацікавленими тільки в одержанні економічних прибутків. Також важливо мати науково обґрунтований довгостроковий план поетапного освоєння природних вуглеводневих, зокрема газових, ресурсів.

**Висновки.** Специфіка технології гідророзриву, особливості розташування родовищ сланцевого газу в Україні дають підстави окреслити ймовірні загрози екологічній безпеці країни: забруднення чистих підземних та поверхневих вод України, зокрема мінеральних, газом та небезпечними хімічними речовинами внаслідок надходження у геологічне середовище великої кількості забруднювачів та їх активного руху уздовж породного масиву під час гідророзриву; використання великої кількості прісної води у маловодному районі (Юзівська ділянка) та заповідних територіях (Олеська ділянка), а також у густонаселених регіонах; деградація великих природних територій, у тому числі лісової зони Карпат, унаслідок спорудження чисельних газових свердловин, трубопроводів та відповідної інфраструктури; викиди парникових газів, що призведуть до змін клімату; виникнення сейсмічних явищ, зокрема зсувів, землетрусів; вилучення з господарського обігу великих площ земельних ресурсів, знищення природних ландшафтів та флори і фауни територій.

УДК 620-91

## БУДІВНИЦТВО ГЕС НА ДНІСТРІ: ЕКОНОМІЧНА ВИГОДА ЧИ ЕКОЛОГІЧНЕ ЛИХО?

*д.т.н. Погребенник В.Д., к.т.н. Шибанова А.М., Ядчишин О.В., Національний  
університет "Львівська політехніка"*

**Вступ.** Дністер – друга за розміром річка в Україні. Згідно з оприлюдненим проектом ПАТ «Укргідроенерго» планує збудувати на Дністрі п'ять руслових (60 МВт кожна) та одну дериваційну (86 МВт) ГЕС [1], які не належатимуть до розряду малих. На каскаді ГЕС сподіваються продукувати 830 млн. кВт·год на рік, оскільки проектом передбачено, що станції працюватимуть лише на 24% від потужності (0,39 ГВт). Зрештою, ГЕС збільшать виробництво електроенергії лише на мізерні 0,5%.

**Метою роботи** є оцінювання економічних переваг та екологічних ризиків ГЕС на Дністрі.

Аналіз економічних вигод показує, що будівництво низьконапірних ГЕС на ділянці верхнього Дністра дасть змогу вирішити проблеми енергодефіциту в цьому регіоні та захисту від паводків, що завдають великої шкоди населенню, економіці та довкіллю. Крім того, у проекті передбачено кошти на облаштування інфраструктури прилеглих територій, а це шість мостів через Дністер, сотні кілометрів шосейних доріг, ремонт шкіл, медичних закладів, приплив нових інвестицій у рекреаційні проекти, торгівлю, культуру тощо. Коли в межах русла річки збудувати водосховища, то докорінно зміняться всі природні процеси – гідрологічні, мезокліматичні, ґрунтоутворчі, біогеохімічні. Змін і порушень зазнають усі компоненти ландшафту [2]. Перш за все, сповільниться течія. Дністер – швидка річка, яка поки що зберігає здатність до самоочищення. На річці вже знаходяться три греблі – дві в Новодністровську, одна – в Дубоссарах. Дністровське водосховище поступово заповнюється намулом, акумулюються розчинені й завислі у воді забруднювальні речовини. Органіка, яка залишається на дні водосховищ, слугуватиме потужним джерелом виділення метану. Водосховища не лише зберігають воду, але й сприяють випаровуванню. Тому буде погіршено якісні фізичні й хімічні параметри води, умови середовища водних організмів, для яких потрібне чисте дно і швидка течія, докорінно порушаться міграція риб і їх нерестилища, знизиться стійкість водної екосистеми і її здатність до регенерації біогеохімічних процесів. Несумісним з будівництвом і спорудженням ГЕС є туристичний та рекреаційний розвиток. Окрім того, йдеться про порушення законів України «Про природно-заповідний фонд», «Про Червону книгу» та «Про тваринний світ». Русло і береги Дністра, що розміщені вище запланованих ГЕС, входять у межі чотирьох національних природних парків – «Галицький» (Івано-Франківщина), «Дністровський каньйон» (Тернопільщина), «Хотинський» (Буковина) та «Подільські Товтри» (Хмельниччина), а розміщені нижче – захоплюють Івано-Франківський регіональний ландшафтний парк «Дністровський каньйон». НПП «Дністровський каньйон» визнано одним із семи природних чудес України. У його межах збереглася прадавня флора і фауна, виходять на поверхню відшарування силурійського і девонського періодів, яким понад 400 млн. років, і вони є об'єктом досліджень для науковців з усього світу. Зникнуть такі червонокнижні види риб, як марена, вирезуб, чоп, стерлядь. Парк не виконуватиме свою природоохоронну функцію. Повністю порушаться режими Городоцько-Добровлянського та частково – Касперівсько-Городоцького іхтіологічних заказників. У зону затоплення потраплять ботанічні сади та заказники. Потрібно врахувати і той чинник, що Дністер є транскордонною річкою, саме тому Міністерство екології Молдови вже висловило своє занепокоєння цим проектом будівництва і звернулось до Кабінету Міністрів України з вимогою врахувати їх інтереси. Адже Дністер – це основне джерело прісної води для них. Молдова вже відчула на собі вплив Новодністровської ГЕС, бо в 2008 та в 2010 рр. сталися повені, а в 2015 та 2016 рр. – посухи.

**Висновки.** Отже, будівництво шести ГЕС на Дністрі буде безпосередньо та опосередковано впливати на усі природні компоненти ландшафту, змінюючи їх. Найбільшої трансформації зазнають ландшафти прибережних зон водосховищ. Реалізація проекту будівництва і експлуатації Дністровських ГЕС матиме низку негативних наслідків, що з часом може призвести навіть до техногенної катастрофи. Необхідно розвивати альтернативні джерела енергії – вітрові, сонячні, геотермальні, адже у світі триває процес ліквідації ГЕС та повернення річок до їх природного стану.

### СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. ПАТ «Укргідроенерго». [Електронний ресурс] // ПАТ «Укргідроенерго». – 4 лютого 2014 року. – Режим доступу: <http://www.uge.gov.ua>
2. Денисик Г. І. Регіональне антропогенне ландшафтознавство. Навчальний посібник / Г. І. Денисик, О. В. Тімець. – Вінниця-Київ, 2010.

УДК 62-92

**ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОБНИЦТВА ТА ВИКОРИСТАННЯ БІОГАЗУ В УКРАЇНІ**

*к.т.н. Шибанова А.М., д.т.н. Погребенник В.Д., Сас А.С., Національний  
університет "Львівська політехніка"*

**Вступ.** Щорічно у світі утворюється величезна кількість органічних відходів побутового, комерційного, промислового та сільськогосподарського походження, які представляють собою вкрай нестабільну і неконтрольовану суміш паперу, картону, харчових відходів, пластмаси, гуми, скла, будівельного сміття, металів та ін. Біогаз – різновид газу, який утворюється під час природного розкладання органічних речовин в результаті анаеробного мікробіологічного процесу [1].

Оскільки біогаз на 2/3 складається з метану – горючого газу, що становить основу природного газу, його енергетична цінність (питома теплота згоряння) становить 60-70% енергетичної цінності природного газу. Виробництво біогазу дає змогу запобігти викидам метану в атмосферу, знизити об'єми застосування хімічних добрив, ліквідувати небезпеку забруднення ґрунтових вод. Метан вносить серйозні корективи стану атмосфери Землі. Формується так звана "лінза" зі всіляких газів і особливо з'єднань вуглецю, яка перешкоджає виходу тепла в космічний простір.

**Метою роботи** є оцінювання перспектив виробництва та використання біогазу в країні.

**Виклад матеріалу.** Виробництво біогазу і подальше його використання для забезпечення тепла і електроенергії є ефективним засобом боротьби з глобальним потеплінням. Біомаса, яка залишається після переробки відходів, може використовуватись в сільському господарстві як добриво. Такі добрива значно краще і ефективніше впливають на ґрунт, на розвиток рослин та на ґрунтові води, на відміну від штучних добрив.

Біогаз отримують або на спеціально організованих установках, або на полігонах ТПВ. Метантенкові і сільськогосподарські біогазові установки не мають принципових відмінностей окрім використовуваного субстрату, оскільки газ утворюється в біореакторах внаслідок зброджування субстрату під впливом мікрофлори за підтримки постійної температури [2]. Обсяг субстрату, його ступінь зброджування, стабільність необхідних показників в реакторі – усе це регулюється людиною.

Слід відзначити, що під час метанового бродіння зберігається до 83% енергії зброджуваної глюкози. Такий високий процент свідчить, що метаногенез є найвигіднішим шляхом трансформування енергії органічних речовин у паливо.

У нашій країні біогаз використовується не так широко, як за кордоном. Найширше використання він одержав у Китаї, та навіть у країнах ЄС. Наразі біопаливо виробляють більше 40 країн світу. Лідерами виробництва в 2016 році були США, Бразилія та Європейський Союз. У 2010 р. вони сконцентрували 85 % світового виробництва біологічного палива. Найбільша частка – 48 %, припадає на Сполучені Штати Америки. Обсяг світового виробництва біопалива за останні 12 років збільшився в сім разів – з 16 млрд. л у 2004 р. до 110 млрд. л у 2016 р. При цьому біопаливо становить лише 2,3 % від загального обсягу використовуваного рідкого (моторного) палива. Вище за середньосвітовий рівень цей показник – у Бразилії (20,1 %), Сполучених Штатах Америки (4,4 %) та Європейському Союзу (4,2 %).

**Висновки.** Україна тільки планує довести виробництво біопалива до рівня 4,5 – 5 млн. тонн. В Україні нараховується 6,5 тис. законних і близько 35 тис. незаконних сміттєзвалищ загальною площею 7% території, а це можна порівняти до площі цілої Данії (понад 43 тисячі км<sup>2</sup>). І з кожним роком ситуація лише погіршується. Нині Україна накопичила 54 млн. м<sup>3</sup> відходів; щороку сміттєві полігони поповнюються приблизно на 15-17 млн. тонн. Екологічну катастрофу можна перевести у прибутковий бізнес, використавши досвід Швеції, де переробляють 99% усіх відходів країни і за допомогою вторинної сировини опалюють будинки, забезпечують їх електроенергією. Лише на Грибовицькому сміттєзвалищі утворюється 10 млн. м<sup>3</sup> метану щорічно. Встановлення біогазової установки дасть змогу виробляти достатньо багато біопалива і частково вирішить проблеми із природним газом. Також розвиток біогазової енергетики вирішить проблеми зайнятості в сільських районах і підвищить реальні доходи населення.

**СПИСОК ПОСИЛАНЬ**

1. Закономірності трансформації полімерних сполук у метан термофільними анаеробними бактеріями / [Карпенко В.І., Ястремская Л.С., Голодок Л.П. та ін.] // Вісник Дніпропетровського Університету. Сер. Біологія. Екологія. – 2006. – № 4/1. – С. 79-84.
2. Курис Ю. В. Систематизация существующих биогазовых установок и пути повышение выработки биоэнергетического топлива в анаэробном реакторе / Ю. В. Курис, А. Ю. Майстренко, С. И. Ткаченко // Промышленная электроэнергетика. – № 6. – 2009. – С. 15-21.



УДК 504.37

**НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ "СТРАТЕГІЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ"***к.т.н Хомко Н.Ю., д.т.н. Погребенник В.Д., Національний університет "Львівська політехніка"*

**Вступ.** Актуальність впровадження стратегії сталого розвитку в Україні обумовлено необхідністю стабілізації техногенного навантаження на довкілля та розв'язання комплексу екологічних проблем в умовах соціально-економічного зростання. Розвиток виробництва і зростання масштабів господарської діяльності, під час яких людина використовує дедалі більшу кількість природних ресурсів, зумовлюють тотальне посилення антропогенного тиску на довкілля та порушення рівноваги в природному середовищі. А це, в свою чергу, призводить до загострення соціально-економічних проблем. Указом Президента України від 12 січня 2015 року № 5/2015 схвалено Стратегію сталого розвитку "Україна-2020", яка визначає мету, вектори руху, дорожню карту, першочергові пріоритети та індикатори належних оборонних, соціально-економічних, організаційних, політико-правових умов становлення та розвитку України.

Дисципліна "Основи сталого розвитку" належить до циклу професійної та практичної підготовки магістрів-екологів і є обов'язковою складовою стандарту вищого навчального закладу. Програму цієї дисципліни складено відповідно до ОПП підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня "магістр" спеціальності 183 "Технології захисту навколишнього середовища".

**Метою роботи** є висвітлення особливостей навчальної програми дисципліни "Стратегія сталого розвитку" зі спеціальності "Технології захисту навколишнього середовища".

Курс має на меті формування базових знань з проблем взаємодії людини і навколишнього середовища, необхідних для прийняття рішень у подальшій професійній діяльності згідно з принципами сталого розвитку. Вивчення цієї навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких компетентностей:

загальних: майбутні фахівці повинні знати: основні закономірності розвитку відкритих стаціонарних систем; індикатори сталого розвитку суспільства; умови і управлінські механізми забезпечення прогресивного або еколого-соціально-економічно збалансованого розвитку;

фахових: майбутні фахівці повинні вміти: здійснювати моніторингові дослідження природних і соціально-економічних систем; обґрунтовувати рішення, пов'язані з розвитком соціально-економічних систем; формувати плани дій для збалансованого розвитку регіонів; впроваджувати рішення, необхідні для забезпечення сталого розвитку в умовах інформаційного суспільства.

Результати навчання даної дисципліни деталізують такі програмні результати навчання: знання основних закономірностей розвитку відкритих стаціонарних систем і забезпечення умов їх стійкого розвитку; знання механізмів управління процесами розвитку, взаємозв'язок між чинниками розвитку, включаючи енерго-інформаційні зв'язки; знання умов забезпечення прогресивного розвитку; вміння застосовувати інструментарій здійснення моніторингу стану і динаміки природних та соціально-економічних систем.

Інформаційний обсяг дисципліни містить два змістові модулі.

Змістовий модуль 1. Фундаментальні основи розвитку систем. 1.1. Поняття системи і розвитку. 1.2. Першооснови формування систем. 1.3. Пам'ять системи. Енергетичний базис розвитку.

Змістовий модуль 2. Основи екологічно збалансованого управління соціально-економічним розвитком. 2.1. Теоретичні основи екології. 2.2. Закономірності екосистемного регулювання. Біорізноманіття і проблеми його збереження. 2.3. Системна сутність людини і функції природи. 2.4. Сутність природних чинників і антропогенних проблем довкілля. 2.5. Закономірності взаємодії суспільства і природи. 2.6. Поняття про сталий розвиток. 2.7. Передумови формування засад стійкого розвитку. 2.8. Принципи забезпечення сталого розвитку. 2.9. Моніторинг стану і динаміки природних і соціально-економічних систем. 2.10. Екологічна освіта і виховання як компоненти механізму забезпечення сталого розвитку. 2.11. Особливості забезпечення сталого розвитку при переході до інформаційного суспільства. 2.12. Стратегія і тактика реалізації екологічної політики.

На семінарських заняттях дисципліни "Стратегія сталого розвитку" передбачено узагальнення набутих знань та проведення поглибленого опрацювання матеріалу за окремими темами. У навчальному процесі передбачено такі методи контролю результатів навчання студентів: усний індивідуальний, комбінований і фронтальний опити на початку кожного заняття; перевірка індивідуальних завдань, рефератів та контрольних робіт; тестова перевірка і оцінювання знань.

**Висновки.** Подано особливості навчальної програми дисципліни "Стратегія сталого розвитку" у Національному університеті "Львівська політехніка".

УДК 630

**ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ ПРОБЛЕМИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЛІСОВОГО ФОНДУ УКРАЇНИ**

*д.т.н. Погребенник В.Д., к.т.н. Шибанова А.М., Цімерман К.В., к.т.н. Політило Р.В., Національний університет "Львівська політехніка"*

**Вступ.** Колосальні масштаби і темпи знищення лісового фонду України призвели до екологічної катастрофи на заході України. Вирубування лісів негативно впливає на заповідні та рекреаційні зони, руйнуючи як унікальну екосистему, так і туристичний потенціал країни [1]. Деревина зміцнюють не тільки береги річок, але й гори, а їх вирубка, в результаті, призводить до потопів, зсувів та інших стихійних лих в регіоні. Водночас стрімкий занепад вітчизняної деревообробної промисловості завдав не менш катастрофічних наслідків економіці регіону [2,3]. Для виправлення плачевного стану у галузі необхідний комплексний і системний реформаційний підхід. Тільки з часу посткризового відновлення економіки у 2010 р. Україна щороку експортувала 4,5-5,5 млн. т (або 5,4-6,6 млн. м<sup>3</sup>) лісоматеріалів у необробленому стані, не враховуючи незаконної заготівлі та вивезення лісу. У 2015 р. такий експорт приніс українській економіці лише 345 млн. доларів валютних надходжень або 0,9% загальної виручки від експорту. Однак за оцінками експертів, безконтрольна вирубка лісів на заході призвела до зменшення показника лісистості з 16% у 1996 р. до 11% у 2015 р.

**Метою роботи** є висвітлення еколого-економічних проблем збереження лісового фонду країни.

**Виклад матеріалу.** Нині найбільшу площу в лісових насадженнях займають молодняки (45,4%) і середньовікові насадження (37,7%), а недостиглі та стиглі деревостани становлять лише 10,1 і 6,8% відповідно. Зараз експортують переважно необроблену сировину першого сорту (це понад 70% річного обсягу всієї заготовленої деревини). Натомість для внутрішнього переробки здебільшого доступна деревина лише другого і третього сортів – частка такої сировини в загальному обсязі внутрішньої переробки приватними компаніями становить приблизно 80-90%. Тобто ми опинилися в парадоксальній ситуації, коли низькоякісні лісоматеріали йдуть на закриття паливно-енергетичних потреб. Водночас будівельні компанії купують напівфабрикати з деревини, наприклад брус, у країнах ЄС. При цьому не є таємницею, що ці товари виготовлено з українського лісоматеріалу.

У таких умовах парламент вирішив обмежити експорт необробленої деревини. Відповідним законом передбачено запровадження терміном на десять років мораторію на експорт лісоматеріалів у необробленому стані, а також прийняття і здійснення комплексної програми стабілізації та розвитку лісопереробної галузі. Це має супроводжуватися подальшим обмеженням споживання лісоматеріалів внутрішніми підприємствами деревообробки. Мораторій набув чинності 1 листопада 2015 р. для всіх видів деревини, крім сосни, щодо якої обмеження почнуть діяти з 2017 р.

Варто пригадати світовий досвід щодо запровадження подібних заходів. Класичний приклад – Канада, де на законодавчому рівні заборонено експорт необробленої деревини, риби тощо. І саме ці обмеження увійшли до Угоди про вільну торгівлю між Україною та Канадою, яку щойно було укладено. Тобто увесь світ, у тому числі й Україна, такі обмеження сприймають.

Отже, якщо лісовий мораторій щодо обмеженого експорту необробленої деревини набере чинності, представники лісової промисловості в Україні будуть раціональніше розпоряджатися якісними українськими лісоматеріалами.

**Висновки та рекомендації.** Покращити екологічну ситуацію в країні можна за допомогою впровадження сучасних технологій для забезпечення подальшого значного нарощування обсягів випуску продукції лісової промисловості і поглиблення переробки деревини. Для вдосконалення економічного механізму контролю за експортом круглого лісу й напівфабрикатів та зміцнення потенціалу лісового господарства необхідно створити державний фонд лісівництва, до якого має надходити половина різниці між середньою вартістю експортованого круглого лісу і напівфабрикатів на внутрішньому і зовнішньому ринках. Це, з одного боку, спонукатиме товаровиробників експортувати перероблену продукцію, а з іншого – сприятиме накопиченню додаткових коштів для підвищення рівня ведення лісового господарства та збільшення обсягів лісорозведення.

**СПИСОК ПОСИЛАНЬ**

1. Дяченко Я. Державне регулювання лісового господарства в економічній системі відтворення природних ресурсів // Економіка України. – 1997. – № 9. – С. 68-734.
2. Медведєв Ю. Проблеми розвитку лісопромислового комплексу: пріоритети, структура, ефективність // Економіка України. – 1999. – № 1. – С. 13-19.
3. Чернюк Л. Розміщення продуктивних сил України: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / Людмила Чернюк, Дмитро Клиновий. – К.: ЦУЛ, 2002. – 440 с.



## БОЛЕЕ ЧИСТЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЛАНДШАФТОВ

*к.с.-х.н. Бельская Г.В., к.т.н. Басалай И.А., Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Фактором устойчивого развития агропромышленного комплекса (АПК) Республики Беларусь в настоящее время является интеграция всех его структурных звеньев, в котором сельскохозяйственному производству принадлежит ведущая роль. Общая устойчивость развития АПК и социальный климат страны во многом определяются социальными факторами, связанными с развитием инфраструктуры, образования, здравоохранения и сферы обитания сельских жителей.

Подходы экологического менеджмента (более чистые технологии, снижение уровня загрязнения окружающей среды и минимизация образования отходов) актуальны и для сельскохозяйственного производства. Более чистые технологии предполагают контроль применения химических средств защиты растений и минеральных удобрений, использование экологически обоснованной системы обработки почвы, внедрение адаптивных систем растениеводства, в зависимости от почвенно-климатических условий республики [1].

Более чистые технологии в АПК способствуют режиму воспроизводства и сохранения (повышения) плодородия почвы. В условиях современного глобального потепления и изменения гидрологических условий, представляется необходимым разработка и внедрение адаптивной к меняющимся климатическим условиям системы обработки почвы. Это, в первую очередь, касается минимизации использования тяжелой техники для предупреждения и минимизации образования подпужной подошвы (сильно уплотненный слой почвы на глубине 30 см) и максимально возможного сохранения почвенной влаги. Для сохранения почвенной влаги на низко засоренных почвах можно использовать мировой опыт чисельной обработки, т.е. обработки без оборота почвенного пласта. Адаптивные системы земледелия включают контурно-мелиоративную организацию территории на основе ландшафтного землепользования. В конкретном случае, это предполагает возделывание с.-х. культур в зависимости от почвенно-климатических условий, с учетом требований их почвенно-экологического районирования [2]. Это касается ассортимента культур, выращиваемых на легких песчаных и супесчаных почвах южной зоны и переувлажненных почвах северных районов. Здесь важно использовать новые генетико-селекционные достижения.

Адаптивные системы земледелия предусматривают максимально широкое использование органических удобрений, совершенствование организации травосеяния, широкое применение промежуточных посевов, микробиологических препаратов и других стимуляторов почвенного плодородия. Эти мероприятия обеспечивают сохранение и повышение уровня плодородия почв. Это, в свою очередь, способствует сохранению и воспроизводству агро-ландшафтов, созданию экологических ниш и сохранению биологического разнообразия.

При достигнутом уровне интенсификации потенциал продуктивности растениеводства реализован недостаточно эффективно. Причина этого не только в недостаточном вложении материально-технических ресурсов, но и в недостаточном использовании естественно-природных и биологических факторов, что значительно снижает коэффициент отдачи применяемых удобрений, средств защиты растений и других средств интенсификации. Рост химизации, возросшее применение минеральных удобрений и пестицидов ослабили внимание к традиционным элементам систем земледелия, таким как севооборот, рациональная структура посевов, отвечающая почвенно-экологическим условиям, сроки и качество обработки почвы и всех других технологических операций.

Возделывание сельскохозяйственных культур целесообразно только при наличии условий, к которым они приспособлены. Следует установить разумные пределы использования приемов интенсификации земледелия. Соблюдение этих условий будет способствовать сохранению и развитию природных ландшафтов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ильина З.М., Гануш Г.И. Инновации и устойчивость развития продовольственного комплекса // Весці Нацыянальнай Акадэміі навук Беларусі, - 2008. - № 4.
2. Бельская Г.В., Басалай И.А. Ландшафтное землепользование как основа адаптивного земледелия Республики Беларусь // МНЭЖ «Совмещенные посевы полевых культур в севообороте агроландшафта», Кубанский ГАУ, март 2016, 6с.

УДК 504.75.05: 504.45

## СТАН ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ У ПОЛЬЩІ ТА УКРАЇНІ НА ПРИКЛАДІ м. СЛУПСЬК І ЖИДАЧІВСЬКОГО РАЙОНУ

*Гамкало Х.Р., д.т.н. Погребенник В.Д., Національний університет "Львівська політехніка"*

**Вступ.** Проблема якості питної води була і продовжує залишатись надзвичайно актуальною. Більше мільярда людей використовують неякісну воду. Це призводить до виникнення різноманітних захворювань, які можуть мати летальні наслідки. Тому надзвичайно важливо здійснювати контроль за якістю питної води.

**Метою роботи** є оцінювання якості питної води у Польщі та Україні на прикладі м. Слупськ і Жидачівського району.

**Виклад основних результатів.** В Україні склад і властивості питної води повинні відповідати вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 "Тігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною", затверджених Міністерством охорони здоров'я 12.05.2010 р.

У Польщі вимоги до питної води встановлено Розпорядженням Міністра охорони здоров'я від 29 березня 2007 р. "Про якість води, призначеної для споживання людиною".

Джерела питного водопостачання можуть бути як поверхневі (озера, ставки, ріки), так і підземні води. Підземні води мають значні переваги перед поверхневими, тому що менше забруднені і характеризуються стабільнішими хімічними властивостями.

Жителі Слупську використовують воду дуже хорошої якості, яку отримують з глибоководних водозаборів – "Вестерплатте", "Глобино", "Легіонів". Ці води відбирають з четвертинних відкладів водоносного горизонту на глибинах від 50 до 180 м нижче рівня землі. Характерною особливістю цих ґрунтових вод є підвищений вміст заліза, марганцю та каламутності. Ці елементи видаляють очисні споруди, в яких використано прості й безреагентні технології – аерацію та фільтрацію.

Необмежена кількість підземних водних ресурсів, професійний і досвідчений персонал, великий технічний потенціал і впровадження системи управління на основі виявлення і оцінювання ризиків, дають змогу зробити висновок, що вода, доступна для жителів Слупська, є не тільки смачною, але й корисною. Це підтверджує моніторинг якості води, який проводять безперервно на різних етапах виробництва і розподілу дві незалежні лабораторії – акредитована лабораторія фірми "Водоканал Слупськ" і лабораторія районної санітарно-епідеміологічної станції в Слупську.

Джерелом питного водопостачання у Жидачівському районі (Львівська область, Україна) є підземні води. Відповідно до проведеної інвентаризації на території району в усіх населених пунктах обліковано 63 водозабірних свердловини, 28 водонапірних башт, 27 одиниць водопровідних мереж (у м. Жидачів протяжність 59,1 км), 2 резервуари чистої води по 500 м<sup>3</sup> у м. Ходорів. Проте головною проблемою використання підземних вод є наявність великої кількості свердловин, що втратили власників у зв'язку з розформуванням та ліквідацією колективних сільськогосподарських підприємств. Більше половини задіяних водопроводів не відповідають санітарним нормам. Стандарту з бактеріальних показників не відповідають усі проби питної води з джерел централізованого водопостачання та індивідуального водопостачання питної води у більшості населених пунктах.

У м. Жидачів вода в свердловинах вимагає доочищення з огляду на високий вміст заліза – у межах 15-19 мг/дм<sup>3</sup>. Також наявна стійка динаміка зростання таких показників: окиснюваність перманганатна та азоту амонійного, які спричинені органічним забрудненням; перевищення ГДК за вмістом хлоридів, фтору, заліза, сухого залишку та нітратів. Загальна твердість води більше 8 мг.екв./ дм<sup>3</sup>, що перевищує допустимі норми.

Очищення питної води, яке проводять на станціях знезараження на водозаборах МКП «Жидачівводоканал» та ВАТ «Кохавинська ПФ» є недостатнім, про що свідчить відхилення від нормативів у пробах питної води. У районі на більшості адміністративних територій склалася кризова ситуація з питним водопостачанням, зокрема, у багатьох населених пунктах району прісної води недостатньо, сільське населення використовує для господарсько-побутових потреб воду низької якості.

**Висновки.** Оцінено якість питної води у м. Слупськ (Польща) та Жидачівському районі (Україна). Встановлено, що питна вода у Слупську відповідає встановленим нормам. Натомість у Жидачівському районі вода має низьку якість, що зумовлено поганим станом або відсутністю очисних споруд, відсутністю каналізації у більшості сільських населених пунктів району, а також низьким рівнем санітарної культури населення, а це призводить до зростання захворюваності гострими інфекційними шлунково-кишковими захворюваннями.

УДК 504.064.3

**ЕЛЕКТРИЧНИЙ КАТАТЕРМОМЕТР**

*к.т.н. Мартиненко С.А., к.б.н. Медведєва О.В., Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький*

Швидкість руху повітря на робочому місці є одним з істотних параметрів метеорологічних умов. Відомо, що для її виміру застосовують анемометри – чашкові і крильчасті. Чашкові застосовують при вимірах великих швидкостей (до 35 м/сек) і в умовах частих змінних напрямів або турбулентності повітряних потоків. При вимірах швидкостей в межах 0,5-10 м/сек користуються крильчастими анемометрами. Для виміру малих швидкостей <0,5 м/сек використовують кататермометри.

Принцип роботи кататермометра полягає в тому, що заздалегідь нагрітий, він втрачає тепло не лише під дією температури повітря і радіаційної температури, але і під дією руху повітря, пропорційно його швидкості.

Кататермометр являє собою спиртовий термометр, об'єм посудини якого 6 см<sup>3</sup>, а довжина капілярної трубки – 20см. Кататермометр забезпечений шкалою з поділками від 35 до 38°. Середня величина (36,5°) дорівнює температурі людського тіла. Верхній кінець трубки має розширення, яке заповнюється спиртом при нагріванні термометра. Час падіння температури від 38 до 35° даних атмосферних умовах буде в основному визначатися швидкістю руху повітря.

Недоліком вказаного пристрою є низька точність визначення швидкості повітря, пов'язана з помилкою візуального визначення рівня термометричної рідини (спирту) в капілярі, складністю забезпечення синхронного включення і виключення секундоміра при проходженні меніском рідини в капілярі точок відліку на шкалі.

Існує також електричний кататермометр, який складається з тонкої платинової нитки, джерела живлення для її розігрівання, амперметра і вольтметра. Його дія заснована на зміні опору платинової нитки при зміні оточуючої температури. Незручність застосування цього приладу полягає в необхідності щоразового калібрування в залежності від температури повітря, швидкість якого вимірюється.

Нами запропоновано електричний кататермометр, що дозволяє вимірювати швидкість повітря незалежно від його температури та скорочує час отримання результатів вимірювання.

Принцип дії запропонованого пристрою полягає в порівнянні температури платинової нитки, що розташована в захисному корпусі, тобто не охолоджується потоком повітря і другої нитки, розташованій відкрито. У спрощеному вигляді принципова схема електричного кататермометру зображена на рис.1.

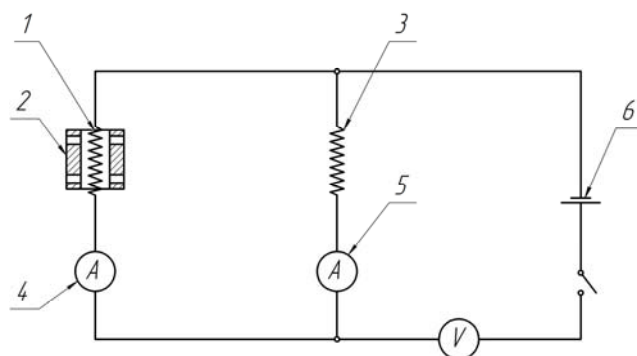


Рис. 1. Електричний кататермометр

При вмиканні джерела живлення 6, тонка платинова нитка 1, яка розташована у циліндрі з отворами на його бічній стінці 2, при обдуванні повітрям, охолоджується менше, ніж відкрита тонка платинова нитка 3. При цьому опір тонкої платинової нитки 1 залишається постійним, а опір відкритої тонкої платинової нитки 3 при обдуванні повітрям збільшується завдяки охолодженню. Це відображається на різниці показів відповідних амперметрів 4 та 5, що дозволяє після відповідного калібрування та складання таблиці визначити швидкість повітря. Розміри платинових ниток (довжина, переріз) розраховуються на підставі загальновідомих залежностей.

Крім можливості виміряти швидкість повітря, запропонований прилад дозволяє виміряти і його напрям. Для цього платинову нитку в циліндрі розташовують в різних напрямках, фіксуючи показники амперметрів. Визначив положення циліндру, при якому розбіжність показників амперметрів мінімальна, встановлюють напрям руху повітря. Це підвищує універсальність приладу.

УДК. 550.831

## ВПЛИВ ПІДЗЕМНИХ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК ЛЬВІВСЬКОГО ВУГІЛЬНОГО БАСЕЙНУ НА ГРАВІТАЦІЙНЕ ПОЛЕ

*к.г.н. Габльовський Б.Б., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

На сучасному етапі геологорозвідувальні роботи на нафту і газ характеризуються ускладненням гірничо-геологічних умов досліджуваних об'єктів, що призводить до підвищення вимог до ефективності геофізичних робіт.

Однією з важливих умов, яка визначає успіх застосування конкретного геофізичного методу в тому числі і гравірозвідки є рівень завад геологічного і негеологічного походження. В гравірозвідці все більш помітними стають завади, викликані діяльністю людини, а саме-підземні гірничі виробки. У зв'язку з тим, що проведення очисних виробок супроводжується відбором значних об'ємів гірських порід та, як наслідок, утворенням значних за розмірами розущільнених зон, виникає необхідність врахування аномальних гравітаційних ефектів від очисних підземних гірничих виробок при проведенні інтерпретації гравіметричних даних.

Відомо [Бик С.І. та ін., 2011], що поклади вугілля ЛВБ – близько 99 вугільних пластів і пропластків потужністю від 0,05 до 2,5 м – спостерігаються в розрізі всього карбону із збільшенням їх кількості від нижніх горизонтів до верхніх. Робочої потужності досягають 30 пластів.

Потужність вугільних пластів збільшується переважно з ускладненням їхньої будови й відповідає, головним чином, категоріям дуже тонких (до 0,6 м), тонких (0,6–1,2 м) і середніх (1,2–2,0 м). Переважна потужність основних промислових пластів басейну перебуває в межах 0,6–1,0 м. Досить часто зустрічаються пласти потужністю 1,5 м, а в рідких випадках – пласти потужністю більше 2,0 м., які поширені на незначних за площею ділянках. Найбільше значення потужності (2,8 м) характерні для шару  $n_7$  ( $n_7^H$ ), на Тягівському родовищі.

За даними [Федушак М. Ю., Радченко Л. М., 1988] абсолютні відмітки залягання вугільних пластів  $n_7^B$ ,  $n_8$ ,  $n_8^6$  та  $n_9$  знаходяться у межах від -125 м до -950 м.

Виходячи з вищенаведених характеристик створено модельний профіль, розташований вхрест простягання вугільного пласту з відповідними геометричними характеристиками та густинними властивостями.

Для врахування мінімального та максимального гравітаційного ефекту моделювання проведено для двох випадків. У першому випадку геологічний розріз представлено вугільним пластом та вміщуючими породами, а в другому випадку крім вугільного пласта і вміщуючих порід модель доповнена двома вертикальними гірничими виробками – головним та допоміжним шахтними стовбурами. Оскільки закриття шахт, як правило, відбувається шляхом затоплення виробленого простору, то для кожного з вищеперерахованих варіантів моделей прямий гравітаційний ефект розраховувався як у припущенні заповнення виробленого простору повітрям, так і з врахуванням заповнення виробленого простору водою (закриті шахти) [Б.Б. Габльовський та ін., 2013].

Розрахунок гравітаційного ефекту від створених геолого-геофізичних моделей, проведено з використанням комп'ютерної системи рішення прямих і обернених задач гравірозвідки Complex.Gravity [Анікеєв С.Г., 1997] з кроком дискретизації моделі 0,5 м по горизонталі і 0,5 м по вертикалі.

У результаті розрахунку прямих задач гравірозвідки для випадку заповнення виробленого простору спочатку повітрям а потім водою, отримані гравітаційні поля та розраховані різниці криві. Результати розрахунків показали, що для моделей, які не містять вертикальних гірничих виробок величина середньоквадратичного відхилення між гравітаційними полями становить 0,004 мГл при заповненні очисних гірничих виробок водою і 0,013 мГл при заповненні їх повітрям. Максимальні амплітуди відхилень відповідно становлять 0,013 мГл і 0,039 мГл.

Для моделей, які включають вертикальні стовбури максимальна амплітуда відхилення між розрахованими полями сягає значення 2,141 мГл. Значення середньоквадратичного відхилення - 0,239 мГл при заповненні очисних та вертикальних виробок водою і 0,398 мГл при заповненні останніх повітрям.

При проведенні високоточних гравіметричних досліджень масштабу 1:10000, який застосовується при нафтогазопошукових роботах величина повної похибки інтерполяції складає 0,07-0,15 мГл, звідки можна зробити висновок, що затоплені гірничі виробки шахт не будуть фіксуватися в спостереженому гравітаційному полі.

Діючі вугільні шахти не створюватимуть перешкод, якщо дослідження проводити на відстані 680 і більше метрів від стовбурів шахт.



УДК 628.473

## КОМПОСТУВАННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ЯК МЕТОД ОТРИМАННЯ ДОБРИВ

*к.т.н. Березюк О.В., Вінницький національний технічний університет, Березюк Л.Л., Коледж економіки і права Вінницького кооперативного інституту*

Знешкодження твердих побутових відходів (ТПВ) методом компостування є актуальною проблемою, що має важливе значення. Поширеність компостування в таких розвинутих країнах, як Данія та Нідерланди, досягає  $\frac{1}{3}$  від загальної сукупності шляхів поводження з ТПВ [1]. На відміну від анаеробного розкладання ТПВ [2], компостування є технологію переробки ТПВ, що заснована на їхньому природному біорозкладанні в аеробних умовах за участю ґрунтових бактерій, кінцевим продуктом якого є компост, який застосовується в сільському господарстві з метою сприяння оновленню і нарощуванню гумусового горизонту ґрунту, постійного збагачення його поживними речовинами і мікроелементами. В українських індивідуальних будинках та на садових ділянках часто використовується компостування за допомогою компостних ям. Поряд із тим, процес компостування можна централізувати і проводити на спеціальних майданчиках.

В роботах [3-5] детально досліджено динаміку санітарно-бактеріологічного складу ТПВ під час їхнього компостування в різні пори року. В статті [6] запропоновано математичну модель поширеності компостування як методу поводження з ТПВ.

Метою дослідження є визначення перспективності використання добрив, отриманих методом компостування твердих побутових відходів. На рис.1 наведена усереднена вартість компостів, отриманих із різної сировини.

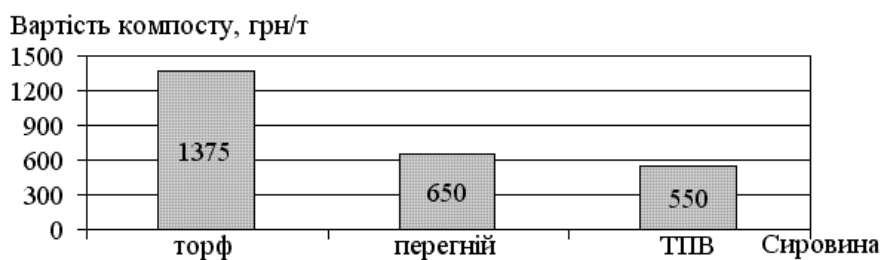


Рис. 1. Вартість компостів, отриманих із різної сировини

Як видно із рис., застосування компосту із ТПВ є економічно доцільним для зниження собівартості сільськогосподарської продукції рослинного походження. Крім того, використання імпортного компосту є занадто дорогим через митні збори та транспортування: у результаті частка компосту в структурі собівартості, наприклад, вирощування шампінйонів, може досягати 65-70%.

Таким чином, метод компостування твердих побутових відходів є перспективним для широкого використання фермерами, садівниками та фірмами з продажу ґрунтів для хатніх рослин.

### СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Орлова Т. А. Экологическая оценка земельных участков, занятых объектами обращения с отходами / Т. А. Орлова // Містобудування та територіальне планування : наук.-техн. збірник. – К. : КНУБА, 2006. – Вип. 25. – С. 167–181.
2. Березюк О. В. Моделирование затрат на анаэробное разложение твердых бытовых отходов / О. В. Березюк, Л. Л. Березюк // Вісник ВПІ. – 2015. – № 3. – С. 57-60.
3. Березюк О. В. Моделирование динамики санитарно-бактериологического состава твердых бытовых отходов под час літнього компостування / О. В. Березюк, С. М. Горбатюк, Л. Л. Березюк // Вісник ВПІ. – 2013. – № 4. – С. 17-20.
4. Моделирование динамики санитарно-бактериологического состава твердых бытовых отходов под час весняного компостування / О. В. Березюк, М. С. Лемешев, Л. Л. Березюк, І. В. Віштак // Вісник ВПІ. – 2015. – № 1. – С. 29-33.
5. Березюк О. В. Порівняння динаміки санітарно-бактеріологічного складу твердих побутових відходів під час компостування / О. В. Березюк, Л. Л. Березюк // Техногенно-екологічна безпека України: стан та перспективи розвитку : V всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. студ., аспір. та молод. вчених, 10-20 лист. 2015 р. : матеріали конф. – Ірпінь : НУДПСУ, 2015. – С. 218-220.
6. Березюк О. В. Моделирование поширеності компостування як методу поводження з твердими побутовими відходами / О. В. Березюк, Л. Л. Березюк // Вісник ВПІ. – 2016. – № 1. – С. 33-38.

УДК 621.039+66.081.3

**МОДЕЛЮВАННЯ ДИФУЗІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД***д.т.н. Петрушка І.М., д.т.н. Мороз О.І., асп. Петрушка К.І., Національний університет "Львівська політехніка"*

Важливу роль при застосуванні сорбційних технологій очищення забруднених рідинних середовищ займають питання моделювання та прогнозування технологічного процесу з врахуванням не тільки фізичних властивостей сорбентів а і кінетики дифузійних процесів, що дозволяє вибрати оптимальні параметри очищення забруднених стічних вод з врахуванням селективної здатності сорбентів.

Дослідження кінетики сорбційних процесів базується на стадіях, які розділені між собою в часі і просторі. Тому розрахунок ефективних коефіцієнтів зовнішньої та внутрішньої дифузії процесу адсорбції забрудників з стічних вод природним сорбентом за допомогою математичної моделі дозволяє прогнозувати селективну здатність та ступінь сорбції окремих забрудників стічних вод. Для визначення лімітуючої стадії процесу сорбції необхідно визначити ефективні коефіцієнти внутрішньої та зовнішньої дифузії в системі «рідина-тверда фаза» з врахуванням коефіцієнтів масовіддачі за величиною числа Біо.

Нами проведені теоретичні розрахунки ефективних коефіцієнтів внутрішньої дифузії з врахуванням коефіцієнта заповнення пор в природних сорбентах та числа Фур'є на прикладі прямих барвників в залежності від гідродинаміки процесу на основі розробленої математичної моделі:

$$D_{\text{вн}} = \frac{\text{tg} \alpha R^2}{\mu_1^2} * \frac{1 - \varepsilon_p}{\varepsilon_p} * \frac{\rho_s q_0}{C_0} \quad (1),$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт заповнення пор адсорбенту;  $\mu$  – корені характеристичного рівняння;

$R$  – радіус частинки, м;  $\rho_s$  – густина твердої пористої фази, кг/м<sup>3</sup>;  $\varepsilon_p$  – пористість частинки.

Розрахунок коефіцієнта зовнішньої дифузії базувався на не класичному підході до вирішення даного питання а на можливості використання теорії локальної ізотропної турбулентності для апаратів з механічними пристроями для твердих частинок, розміри яких перевищують товщину дифузійного пограничного шару. Згідно цієї теорії коефіцієнт масовіддачі  $\beta_p$  дорівнює:

$$\beta_p = 0,267 \cdot (\varepsilon_0 \cdot \nu)^{\frac{1}{4}} \cdot Sc^{\frac{3}{4}}, \quad (2)$$

де  $\varepsilon_0 = \frac{N}{\rho \cdot V}$  – питома енергія дисипації;

$\nu$  – кінематична в'язкість рідини, м<sup>2</sup>/с;

$Sc = \frac{\nu}{D}$  – число Шмідта;

$D$  – коефіцієнт дифузії забрудника в розчині, м<sup>2</sup>/с.

Потужність на перемішування визначали за стандартною залежністю:

$$N = K_N \cdot \rho \cdot n^3 \cdot d_m^5, \quad (3)$$

де  $K_N$  – коефіцієнт перемішування, який залежить від числа Рейнольдса;

$\rho$  – густина рідини кг/м<sup>3</sup>;

$d_m$  – діаметр мішалки, м;

$n$  – кількість обертів мішалки, 1/с.

Коефіцієнт дифузії забрудника в розчині визначали за залежністю Уїлкі і Чанга:

$$D_p = 7,4 \cdot 10^{-8} \frac{T(x \cdot M_{\text{води}})}{\mu \cdot \nu^{0,6}}, \quad (4)$$

де  $T$  – температура, К;  $x$  – початкова концентрація забрудника у воді, г/дм<sup>3</sup>;

$M_{\text{води}}$  – молекулярна маса води;  $\mu$  – динамічний коефіцієнт в'язкості води, Па\*с;

$\nu$  – об'ємна молекулярна маса забрудника, см<sup>3</sup>/моль.

Перевірка адекватності математичної моделі проводилась з використанням рівняння Фроесслінга:

$$Sh = 2 + 0,552 \cdot (Re)^{\frac{1}{2}} \cdot Sc^{\frac{1}{3}} \quad (5)$$

Таким чином встановлені залежності можуть бути рекомендовані для прогнозування дифузійних процесів на дрібнодисперсній фракції сорбенту, що протікає у внутрішньо- та зовнішньодифузійній області.



УДК 004.9:620.92

**ПРО СТВОРЕННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ УКРАЇНИ***д.т.н. Бусигін Б.С., к.т.н. Сергієва К.Л., ДВНЗ "Національний гірничий університет", м. Дніпро*

Розвиток відновлюваної енергетики (ВЕ) у світі, особливо в останні роки, став помітним явищем з щорічним зростанням у десятки відсотків. Інвестиції у джерела ВЕ за кордоном безперервно збільшуються. Нині у ВЕ щорічно вкладається до \$ 300 млрд.

Важливою проблемою реалізації проєктів з ВЕ в Україні, окрім вирішення наукових і технологічних завдань, є оцінка можливості та доцільності використання джерел ВЕ для енергозабезпечення регіонів. У зв'язку з комплексністю зазначеної проблеми для її вирішення найбільш оптимальним є використання ГІС-технологій відповідної тематичної спрямованості. Це дозволить зв'язати воедино галузеві інформаційні ресурси за різними адміністративними суб'єктами України і сприятиме успішній реалізації Енергетичної стратегії України на період до 2030 р., схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України №1071-р. від 24 липня 2013 р. [1].

Основними функціональними складовими геоінформаційної системи ВЕ України (ГІС ВЕ) є засоби вирішення наступних завдань:

- збір первинних матеріалів як основи тематичних і атрибутивних баз даних ВЕ. До їх складу повинна входити, зокрема, наступна інформація: картографічна; тематична з просторовою координатною прив'язкою; атрибутивна – текстові документи, графіки, довідкові матеріали, результати моделювання і розрахунково-теоретичних досліджень. Особлива увага повинна бути приділена наступним типам енергоресурсів: вітровим, сонячним, малих водних потоків, гідротермальним, біомаси;

- обробка та аналіз вхідних даних з використанням апарату Data Mining;
- картографування ресурсів джерел ВЕ та розрахунок ресурсного потенціалу територій;
- візуалізація картографічної продукції з використанням WEB-орієнтованого підходу;
- формулювання критеріїв і винесення рекомендацій до використання ділянок ВЕ для розміщення енергетичних установок.

Для забезпечення можливості реалізації повноцінного варіанта геоінформаційної системи з ВЕ України необхідно врахувати чотири основні складові [2].

Перша – картування відомих джерел ВЕ в Україні, аналіз їх структури, географічного розташування, ефективності використання, економічної доцільності та ін.

Другою складовою є розробка архітектури програмно-апаратних засобів всіх етапів обробки даних, і особливо структури і складу бази даних.

Третя складова містить розробку і реалізацію методів геоінформаційного аналізу комплексу просторових і атрибутивних даних з урахуванням WEB-орієнтованого підходу.

Створення WEB-інтерфейсу надасть можливість особам, що приймають рішення, отримати доступ до інформаційного наповнення баз даних. Картографічна компонента WEB-порталу повинна містити інструменти створення запитів і вибірок, проведення порівняльного аналізу і т.п. Четверта складова – проведення робіт з районування території з точки зору її придатності до використання у відновлюваній енергетиці. Прогнозування ділянок, перспективних на наявність джерел ВЕ.

Створення ГІС ВЕ забезпечить інформаційну підтримку ефективній та якісній реалізації завдань Енергетичної стратегії України – посилення потужностей та економічної ефективності використання джерел ВЕ.

**СПИСОК ПОСИЛАНЬ**

1. Busygin B.S. Geoinformation system on renewable energy in Ukraine: key features and concept of creation / B.S. Busygin, K.L. Sergieieva // VIII Міжнародна науково-практична конференція «Нові технології в геодезії, землевпорядкуванні, лісовпорядкуванні та природокористування». – Ужгород, 6-8 жовтня 2016 р. Матеріали конференції. – С. 125-129.
2. Resch B. GIS-Based Planning and Modeling for Renewable Energy: Challenges and Future Research Avenues / B. Resch, G. Sagl, T. Törnros, A. Bachmaier, J.B. Eggers, S. Herkel, S. Narmsara, H. Gündra // ISPRS International Journal of Geo-Information, 2014. – Vol. 3. – pp. 662-692.

# МОДЕЛЬ КОЛЛЕКТИВНОГО РАЗУМА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ТРАФИКА В СЕТИ РЕАЛИЗОВАННАЯ НА БАЗЕ УЗЛОВ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ

докторант *Бордиян Димитрий*, докторант *Нистирюк Анна*, докторант *Дилевский Сергей*, к.т.н.  
*Абабий Виктор*, к.т.н. *Судачевски Виорика*, *Технический Университет Молдовы, г. Кишинев,*  
*Республика Молдова*

Концепция систем на базе узлов с ограниченными вычислительными ресурсами характерна, в первую очередь, для встроенных вычислительных систем. Как обычно встроенные системы присутствуют практически везде, где есть необходимость выполнять какие-либо простые операции мониторинга или управления. С точки зрения функциональности данные системы выполняют ограниченный набор команд/операций специфические конкретному устройству [1].

В последнее время наблюдается бурное развитие многоагентных интеллектуальных систем на базе устройств с ограниченными вычислительными ресурсами [2], в которых реализована архитектура клиент-сервер, где основная вычислительная нагрузка сконцентрирована на сервере и частично на клиентах. Другой подход к решению данной задачи рассмотрен в работах [3-5], в которых вычислительная мощность распределена на всех агентах, где каждый агент решает только часть сложной задачи. Недостатком данного подхода является отсутствие алгоритма поиска кратчайшего пути от агента генерирующий запрос до агента решающий данный запрос.

Модель коллективного разума (1) для оптимизации трафика в сети реализованная на базе узлов с ограниченными вычислительными ресурсами, базируется на концепции муравьиного алгоритма оптимизации в колонии кооперирующих агентов [6].

$$CCM = \{A, CE, D, A_j, I, P\}. \quad (1)$$

Где в модели (1) имеем: *CCM* (*Collective Computing Model*) – модель коллективного разума;

$A = \{a_i, \forall i = \overline{1, M}\}$  – глобальный алгоритм *CCM*,  $a_i$  это под-алгоритмы, где каждый из них решает

часть глобального алгоритма  $A$ , при условии, что  $\bigcup_{i=1}^M (a_i) = \emptyset$ ;

$CE = \{CE_i, \forall i = \overline{1, M}\}$  (*Computing Elements*) – множество вычислительных узлов с

ограниченными ресурсами, которые формируют вычислительную сеть с топологией Mesh (взаимосвязь между узлами определено матрицей инцидентности  $I$ ). Для каждого вычислительного узла  $CE$  предусмотрено выполнение следующих функций  $CE_i = \{a_i, A_i, D_i, P_i\}, \forall i = \overline{1, M}$ , где:

$A_i = \bigcup_{j=1}^{J_i} (a_j)$  – алгоритмическая сложность узла  $i$ , а  $A_j = \bigcup_{i=1}^M (A_i)$  это общая алгоритмическая сложность

системы,  $D_i$  – набор данных хранимые на  $i$ -м узле,  $P_i = \{p_{i,l}, \forall l = \overline{1, M}\}$  – вектор вероятностей получения ответа от узла  $l$ , где  $p_{i,l} = \frac{1}{T_l}, 1 \leq T_l \leq \infty$ ,  $T_l$  – время ожидания ответа от узла  $l$ , если  $T_l = 1$ , то под-алгоритм  $a_j$  находится на  $i$ -м узле. Если между узлами  $i$  и  $l$  нет связи, то  $p_{i,l} = 0$ .

## ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

1. Marwedel P. Embedded System Design, Springer Verlag, December 2011, 398 с. ISBN: 978-94-007-0256-1.
2. Ángel Soriano, Leonardo Marín, Ángel Valera, Marina Vallés. Multi-Agent Systems Integration in Embedded Systems with Limited Resources to Perform Tasks of Coordination and Cooperation. (Электронный ресурс: [http://wks.gii.upv.es/cobami/files/MV\\_Multi-Agent%20icincopdf](http://wks.gii.upv.es/cobami/files/MV_Multi-Agent%20icincopdf)).
3. Абабий, В.; Судачевски, В.; Подубный, М.; Морошан, Й. Ассоциативная вычислительная сеть для решения сложных задач на базе устройств с ограниченными вычислительными ресурсами. Proceeding of the 3<sup>rd</sup> International Conference «Computational Intelligence — 2015», ComInt-2015, May 12–15, 2015, Cherkasy, Ukraine, pp. 48–49.
4. Абабий, В. В.; Судачевски, В. М.; Подубный, М. В.; Негарэ, Е. А. Многоагентная ассоциативная вычислительная система. // Молодой ученый. — 2015. — №16. — С. 30-36.
5. Абабий, В.; Судачевски, В.; Подубный, М.; Сафонов, Г. Ассоциативная распределенная вычислительная система. Proceedings of the Ninth International Scientific-Practical Conference, IES-2014, 14–17 October, 2014, Vinnytsia, Ukraine, pp. 187–189, ISBN 978–966–641–491–8.
- Dorigo M., Maniezzo V., and Colorni A. The Ant System: Optimization by a Colony of Cooperating Agents, IEEE Trans. Systems, Man Cybernetics, Part B, 1996, vol. 26, no. 1, pp. 29–4

УДК 004.358

## СТВОРЕННЯ ВИСОКОДЕТАЛЬНИХ ГЕОПРИВ'ЯЗАНИХ 3D-МОДЕЛЕЙ ЗА ДОПОМОГОЮ БПЛА

*студ. Сільченко В. Р., Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
"Харківський авіаційний інститут"*

**Постановка проблеми.** На сьогоднішній день фото та відеознімання за допомогою безпілотного літального апарату (БПЛА) знаходить все більше застосування, особливо в таких областях, як аерофотознімання, розвідка, картографування, будівництво та ін. Важливим та актуальним питанням є створення достовірних 3D-моделей, які мають розбіжність у межах кількох сантиметрів від реального об'єкту.

**Мета дослідження:** реалізація та розробка методів, за допомогою яких буде створена високодетальна 3D-модель з малою похибкою від реального об'єкту з використанням малогабаритного безпілотного літального апарату.

**Основний матеріал.** Досліджувана і реконструйована моделі приводяться до полігонального виду, після якого відбувається їх порівняння. Для такого роду порівнянь використовуються різні підходи, які базуються на обчисленні евклідової відстані та Root Mean Square Error (RMSE) [1]. Але така оцінка має наближений характер, оскільки не враховує топологічні особливості порівнюваних полігональних моделей. Для підвищення точності оцінки пропонується використовувати розмірність Хаусдорфа. У даній роботі пропонується розглянути дві полігональні моделі: оригінальну модель  $M$  і отриману в результаті реконструювання модель  $M'$ . Для позначення величини подібності було введено показник  $E$ , значення якого  $E(M, M')$  показує величину відхилення однієї форми від іншої. Топологічний простір  $X$  називається хаусдорфовим, якщо будь-які дві різні точки  $x, y \in X$  володіють непересічними околицями  $U(x), V(x)$ . Нехай дано два набори крапок:  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ ,  $B = \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$ . Тоді хаусдорфова відстань визначається як  $H(A, B) = \max(h(A, B), h(B, A))$ , де  $h(A, B)$  – евклідова норма.

$$h(A, B) = \max_{a \in A} \cdot \min_{b \in B} \|a - b\|. \quad (1)$$

Значення функції несиметричне і називається спрямованою хаусдорфовою відстанню між  $A$  та  $B$ . Ця величина може служити основою для порівняння двох полігональних поверхонь  $S_1$  і  $S_2$ . Запропонований в роботі метод розрахунку метрики базується на побудові векторів нормалей до досліджуваних поверхонь.

Під час виконання польоту на якість зйомки впливають такі фактори як: вібрація, погодні умови, слабка освітленість місцевості, температура та ін., тому виникають шуми зображення. Розрізняють декілька різновидів шумів. Одним з найбільш поширених є білий шум, що виникає в результаті властивостей білого світла, що має практично повний спектр всіх існуючих частот видимого спектру в рівних пропорціях, має місце шум Реллея, що виникає на зображеннях, зроблених на великій відстані.

Для вирішення завдання фільтрації фотопотоку та підвищення точності розрахунків в даній роботі було розглянуто метод усереднення – розрахунок середньозваженого значення векторів нормалей, утворених парами сусідніх трикутників. Перевага даного методу полягає в тому, що його робота не залежить від кількості повторюваних кадрів і чутливості до сильної освітленості простору.

Нехай  $ABC$  – довільний трикутник;  $a, b, c$  – довжини сторін, що лежать проти вершин  $A, B, C$  відповідно;  $M$  – точка перетину бісектрис. Тоді для будь-якої точки  $O$  вірна рівність:

$$\overline{OM} = \frac{a \cdot \overline{OA} + b \cdot \overline{OB} + c \cdot \overline{OC}}{a + b + c}, \quad (2)$$

де точка  $O$  – центр координат.

**Висновки.** В даній роботі реалізовано та розроблено метод, за допомогою якого створюється високодетальна 3D-модель, яка має розбіжність у межах кількох сантиметрів від реального об'єкту.

### СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Cignoni P. Measuring error on simplified surfaces [Текст] /C. Rocchini, R. Scopigno // Proc. Comp. Graphics Forum, 1998. – pp. 167 – 174.

УДК:004.9

## ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ФІНАНСОВОЇ СФЕРИ

*магістрант Нефед А.Р., магістрант Бойко О.А., к.т.н. Хлевна Ю.Л., Київський національний  
університет ім. Т. Шевченка*

Одним із найскладніших суспільних явищ є фінанси. В умовах ринкової економіки однією з найважливіших проблем є забезпечення функціонування фінансової системи, достатнього обсягу матеріальних та нематеріальних ресурсів для розвитку або підтримки вже досягнутого рівня активності підприємства. Реалії сучасного фінансового світу як на мікро-, так і на макrorівнях потребують від гравців на фінансовій арені використання інформаційних технологій, як інструментарію у своїй діяльності.

Останні публікації та дослідження показали, що інформаційні технології успішно стають частиною фінансового світу [1-2].

Загальноновизнаним є те, що головна мета створення будь-якого підприємства - це отримання прибутку. Виходячи з цього, можна стверджувати, що інформаційні технології є інструментом досягнення такої високої цілі, "помічниками" у розвитку та процвітанні підприємства.

Складність фінансових рішень, пов'язана з необхідністю усвідомлення власниками й керівництвом підприємства низки задач, які інформаційні технології спроможні вирішити. Тому, пропонується класифікація існуючих тенденцій на дві групи: глобальні (притаманні усьому світу або більшості існуючих країн) та локальні (відносяться до реалій певних територій, підприємств, країн).

Відповідно до такого поділу виділено такі глобальні тенденції: анонімність клієнта, розповсюдження криптовалют, збільшення обсягу даних, інтернет речей, поява штучного інтелекту, збільшення об'єму особистої та загальносвітової інформації, посилення інформаційної безпеки, вдосконалення моделей кредитування з використанням математичних моделей та алгоритмів.

Важку природу мають локальні тенденції, що повністю залежать від конкретного підприємства фінансової сфери та його діяльності. Відповідно до цього, виокремлено такі тренди сьогодення як: збільшення ролі фахівців з інформаційних технологій на підприємствах, індивідуальний підхід до клієнта, розширення діяльності у вигляді надання унікальних сервісів, а також зміна рівня кредитних відносин, що може відобразитися в створенні індивідуальної моделі процесу прийняття рішення по видачі кредиту.

Можна стверджувати, що досягне процвітання та фінансова установа, що, наприклад, зможе отримувати електронний підпис клієнта за декілька секунд через екран смартфона або та, що зможе розпізнавати шахрайські операції за голосом як ідентифікатором особистості.

Треба зазначити, що глобальні та локальні тенденції щільно пов'язані, та створюють єдину систему взаєморозвитку світу інформаційних технологій та світу фінансів. З однієї сторони, глобальний рівень повністю доповнюється локальним та визначає унікальний шлях розвитку кожної кредитно-фінансової установи. З іншої точки зору, і локальні тенденції, що стосуються окремого підприємства, можуть диктувати свої умови цілому світові.

Отже, інформаційні технології є інструментом для залучення та збереження зовнішнього та внутрішнього капіталу, що було представлено класифікацією існуючих тенденцій на дві головні групи, які охоплюють глобальні та локальні. З проведеного аналізу виявлено, що існує недостатня кількість робіт по розробці моделі процесу прийняття рішення по видачі кредиту в кредитно-фінансових установах, що буде предметом наступних досліджень.

### СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Allen N. Berger, The Economic Effects of Technological Progress: Evidence from the Banking Industry/ Електронний режим доступу: <https://www.federalreserve.gov/pubs/feds/2002/200250/200250pap.pdf>
2. Solomon Tadesse, Financial Development and Technology/ Електронний режим доступу: <http://fic.wharton.upenn.edu/fic/papers/05/0522.pdf>



УДК 004.412:519.237.5

## ПОБУДОВА НЕЛІНІЙНИХ РЕГРЕСІЙНИХ РІВНЯНЬ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ТРУДОМІСТКОСТІ ВИКОНАННЯ ПРОГРАМНИХ ПРОЕКТІВ НА ОСНОВІ НОРМАЛІЗУЮЧИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ

*д.т.н. Приходько С.Б., к.е.н. Приходько Н.В., Смокодуб Т.Г., Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв*

На сьогоднішній день при оцінюванні трудомісткості програмних проектів часто використовуються нелінійні регресійні рівняння трудомісткості виконання таких проектів в залежності від певних метрик програмного забезпечення, наприклад, таких як кількість строк коду або функціональних точок. Побудова зазначених моделей (зокрема СОСОМО II) здійснюється на основі нормалізації емпіричних даних за допомогою десяткового логарифму. Але логарифмічне перетворення не завжди дозволяє добре нормалізувати емпіричні дані, що приводить до зменшення достовірності оцінювання трудомісткості програмних проектів. Покращити ситуацію можна за рахунок застосування інших перетворень, наприклад, перетворення Джонсона [1].

На сьогодні для побудови нелінійних регресійних рівнянь використовуються методи на основі простого перебору, лінеаризуючих та нормалізуючих перетворень. В роботі для побудови нелінійних регресійних рівнянь було обрано метод, що базується на нормалізуючих перетвореннях тому, що, по-перше, він не потребує використання процедури простого перебору, а, по-друге, при його застосуванні не відбувається втрата частини інформації як при лінеаризації. Для побудови нелінійних регресійних рівнянь трудомісткості програмних проектів в залежності від кількості функціональних точок бралися відповідні дані з 145 проектів [2]. Зазначимо, що ці дані мають негаусівський розподіл. Для нормалізації цих даних було обрано перетворення Джонсона сім'ї  $S_U$ , яке на відміну багатьох інших перетворень є біективним. За методом, що наведений в [3], для рівня значимості 0,05 були побудовані довірчі інтервали та інтервали прогнозування трьох нелінійних регресій, які отримані на основі перетворення Джонсона сім'ї  $S_U$ , перетворень у вигляді десяткового та натурального логарифмів. З'ясовано, що ширина інтервалу прогнозування нелінійної регресії, що побудована на основі перетворення Джонсона сім'ї  $S_U$  до 20% менше в порівнянні з відповідними ширинами, які отримані на основі десяткового та натурального логарифмів. Зазначимо, що найбільше зменшення спостерігається при великих значеннях кількості функціональних точок.

Розроблено програму *sci-мовою* для оцінювання трудомісткості програмних проектів за удосконаленим нелінійним регресійним рівнянням для системи моделювання Scilab на основі методу моделювання відповідної залежної змінної [4].

**Висновки.** В роботі удосконалено нелінійне регресійне рівняння трудомісткості виконання програмних проектів в залежності від кількості функціональних точок за рахунок використання нормалізуючого перетворення Джонсона сім'ї  $S_U$ , що дозволяє підвищити достовірність оцінювання тривалості програмних проектів в порівнянні з відповідними моделями, які побудовані на основі перетворень у вигляді десяткового та натурального логарифмів. В подальшому планується здійснити побудову нелінійних регресійних рівнянь трудомісткості виконання програмних проектів в залежності від окремих елементів функціональних точок, тобто входів (Inputs), виходів (Outputs), логічних мастер-файлів (Logical Master Files), інтерфейсних файлів (Interface Files) та запитів (Inquiries).

### СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Приходько, С.Б. Розробка нелінійної регресійної моделі тривалості програмних проектів на основі нормалізуючого перетворення Джонсона / С. Б. Приходько, А. В. Пухалевич // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – Харків, 2012. – № 4 (56) – С.90-93. – ISSN: 1814-4225
2. Kitchenham, B. An empirical study of maintenance and development estimation accuracy / B. Kitchenham, S.L. Pfleeger, B. McColl, S. Eagan // The Journal of Systems and Software. – 2002. – 64. – p.57–77.
3. Prykhodko S.B. Developing the software defect prediction models using regression analysis based on normalizing transformations / S. B. Prykhodko // Сучасні проблеми тестування прикладного програмного забезпечення: збірник тез доповідей науково-практичного семінару, Полтава, 25-26 травня 2016 р. – Полтава, 2016. – С.6-7.
4. Prykhodko S.B. Modeling a dependent variable of non-linear regression on the basis of normalizing transformations / S. B. Prykhodko, N. V. Prykhodko, K. S. Pugachenko // Контроль і управління в складних системах (КУСС-2016). XIII Міжнародна конференція. Тези доповідей. Вінниця, 3-6 жовтня 2016 року. – Вінниця: ВНТУ. ПП «ТД «Едельвейс», 2016. – С.13-15.



UDC 656.2:004.75: 004.89

## THE INTRODUCTION OF INFORMATION TECHNOLOGY AND DECISION-MAKING SYSTEMS ON RAILWAYS

*PhD. Golovko O.V., Butenko T.V., NTU "Kharkiv Polytechnic Institute"*

During the last decades in rail transport Ukraine offered various technologies improve the process of transportation. So in [1] the author proposed to use Internet technology to organize multi-threaded communication between different computing resources operational and control subsystems technological and economic model polygon railways management. Additionally, the article [2] proposed the idea of a unified network of subsystems and services between telecommunications technology providing transportation services management process. The author even suggested principles of network technology that called - RailWayNet. After a few dozen months [3] the authors offered information models convert electrical signals existing systems of railway automation and remote control in individual frames information messages of the system streams receiving technological interpretation railways transportation process. It is on the basis of these information models operate modern train control system. At international conferences [4] have reported designs of a built-in diagnostic infrastructure for fault-tolerant telecommunication systems.

**Formulation of the problem.** Have become the generalizing problem was the approach and model planning of resource allocation in Grid systems in general [5] and in distributed information management systems of railway transport in particular while using intelligent approaches to computing resources and, consequently, optimize distributed information and management systems and the entire rail transport .

**Description of the results.** According to literary sources revealed that in today's world, computers are increasingly replacing people, not only in physical labor, but also in intellectual work. Decision-making systems, based on fuzzy logic, become more and more popular nowadays. The main advantages of this system are: the opportunity to make decisions with the lack of information; decision-making if it's not possible to express it using fuzzy logic; the system's possibility to change on it's own while working maximum likelihood estimation. While the railway to ensure safety using the maximum likelihood estimation decision-making system should undergo statistical accumulation phase solutions.

The decision-making systems have a higher probability of failure than systems based on principle of the maximum likelihood estimation, that's why appear further restrictions on the use of the systems in the various subsystems of the railway industry. The study found that the use of artificial intelligence is not appropriate to apply or extremely limited in the subsystems that can directly affect the safety or allow significant risks of material losses. Namely eliminate the use of statistical methods intellectual decision-making teams in the elements responsible for security . Limited use is acceptable in cases of intellectual choice of alternative embodiments each of which provide safe, reliable "strict" algorithm. In the end even it's - rather large field of using artificial intelligence based on fuzzy logic in optimization problems distributed computing resources and other tasks that do not affect safety. But the use of artificial intelligence is probably improve the described in [6] sub eksponentsial methods recalculation for a certain time all sets of variables on which boolean function is returns to "true", ie to solve the problem of full feasibility.

**Conclusion.** In information technology optimization problems of rail transport rather wide space can occupy artificial intelligence techniques especially in telecommunications package optimization .

### REFERENCES

- 1 Бутенко В.М. Интернет на залізницях України // Інформаційно-управляючі системи на залізничному транспорті. – 1997. – №1. – С.47 – 49.
- 2 Бутенко В.М. Адресація та захист інформації в мережі RailWayNet // Інформаційно-управляючі системи на залізничному транспорті. – 1997. – №3. – С.24 – 26.
- 3 Бутенко В.М., Мойсеєнко В. И., Кузьменко Д. М. Компьютерная система управления движением поездов// Залізнич. трансп. України № 5 – 6/2000. К.: – С. 80 – 82.
- 4 Design of a built-in diagnostic infrastructure for fault-tolerant telecommunication systems / M. Miroshnik, G. Zagarij, L. Derbunovich // Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій, комп'ютерної інженерії TCSET'2012 : матеріали XI Міжнародної конференції, присвяченої 60-річчю заснування радіотехнічного факультету у Львівській політехніці, 21-24 лютого 2012, Львів, Славське, Україна / Національний університет "Львівська політехніка". – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2012. – С. 384. – Bibliography: 3 titles.
- 5 Листровой С.В., Минухин С.В. Подход и модель планирования распределения ресурсов в Grid // Международный н-т журнал «Проблемы управления и информатика» - 2012. - №5. - С. 65-82.
- 6 S.V. Listrovoy, V.M. Butenko Algorithm of Sub Exponential Complexity for the SAT // International Journal of Computer and Information Technology (ISSN: 2279 – 0764) Vol. 02– Issue 05, September 2013

УДК 004.056.5:003.26

**МЕТОД ЗАХИСТУ КОМП'ЮТЕРНИХ ПРОГРАМ***асист. Андрущенко Д. М., к.ф.-м.н. Козіна Г.Л., Запорізький національний технічний університет*

Найбільш перспективним методом захисту багатьох комп'ютерних програм є метод авторизації через Інтернет. Він передбачає початкову активацію продукту на обчислювальній машині користувача, а також авторизацію користувача на сервері розробників при кожному запуску програми. Однак, у вільному доступі опис таких алгоритмів практично не наводяться. Крім того, відомо багато способів захисту авторських прав цифрової інформації, призначених для створення технологічних перешкод порушення авторських і суміжних прав при використанні цифрових об'єктів. Але більшість з них не передбачає можливості визначення правопорушника авторських прав при виявленні факту появи контрафактної копії. В даній роботі запропоновано протокол передачі даних для захисту програмного забезпечення, який заснований на використанні механізму електронного цифрового підпису. Авторизація користувача при кожному запуску програми дозволяє стежити за використанням програми, виявляти порушення ліцензій, позбавляти ліцензій недобросовісних користувачів та гнучко змінювати ліцензійну політику. На основі запропонованого протоколу розроблена програма на мові С#, яка дозволяє розробнику нового програмного продукту, що потребує захисту від несанкціонованого використання, вбудовувати модуль захисту шляхом авторизації через Інтернет. Використання запропонованого методу і програми дозволяє знизити ризики несанкціонованого поширення цифрових продуктів, а в разі, якщо це сталося, дозволяє правласнику виявити порушника і захистити своє право в судовому чи адміністративному порядку.

УДК 004.89: 004.912

**МЕТОД АВТОМАТИЧНОГО ВИЗНАЧЕННЯ АДРЕСАТА ПОВІДОМЛЕННЯ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯМ ЙМОВІРНОСНО-РЕФЛЕКТОРНОГО ПІДХОДУ***Кубявка М. Б., к.т.н. Кубявка Л.Б., Київський національний університет ім. Т.Шевченка*

Інформаційне забезпечення процесу прийняття рішень охоплює надходження, рух, обробку, зберігання та передачу масиву інформації в рамках визначених управлінських цілей та завдань, вивчення управлінської проблеми, розгляду варіантів її вирішення, прийняття та доведення управлінського рішення до виконавців, контролю виконання управлінського рішення. Беручи за основу світовий досвід щодо управління впливами, авторами було використано ймовірносно-рефлекторний підхід та розроблено рефлекторний метод автоматичного реагування на зміст повідомлення, який забезпечує адресно-орієнтовне інформування контрагентів взаємодії, тобто здійснює управління їх інформованістю. Умовою створення даного методу став розгляд питання управління інформацією не з позицій максимального інформування контрагентів впливу, а з позицій потрібної інформаційної дії на них та який полягає в адресації тієї чи іншої інформації конкретним споживачам.

Аксіомою підходу, що пропонується є визнання факту, що будь який інформаційний вплив призводить до збільшення чи зменшення ймовірності необхідної реакції у деяких класів користувачів

$$p_k(R_i) \neq p_k(R_i / A_j),$$

де  $p_k(R_i)$  – безумовна ймовірність реакції (поведінки)  $R_i$  у класу контрагентів взаємодії  $Q_k$ ;

$p_k(R_i/A_j)$  – ймовірність реакції  $R_i$  у представників класу контрагентів взаємодії  $Q_k$  після впливу  $A_j$ .

Тоді, на відміну від ходу рішення задачі по визначенню впливу на противника, необхідно підібрати для кожного повідомлення такі класи контрагентів, на які вплив буде максимальний

$$Q_k = \max_k \{r(p_k(R_i / A_j), p_k(R_i))\}$$

де  $(r(p_k(R_i / A_j), p_k(R_i)))$  – функція, що визначає різницю між ймовірністю реакції  $R_i$  для класу

контрагентів  $Q_k$  без впливу, і якщо реалізовано вплив  $A_j$ ;

$Q_k$  – обраний клас контрагентів взаємодії для реалізації впливу.

Якщо деяке повідомлення інформативне і значно підвищує ймовірність деякої реакції, то це означає, що і фрагменти повідомлення (окремі речення, слова, комбінації букв) є носіями впливу на противника. І при появі таких фрагментів ймовірність реакції змінюється. Звичайно не так сильно, як від усього повідомлення. Але достатньо, щоб бути зафіксованою експертними методами чи методами математичної статистики. Для отримання цієї інформації пропонується експертний метод.

1. Експерту надається текст повідомлення і перелік класів контрагентів із їхніми властивостями.

2. Експерт оцінює інформацію і надає для таких повідомлень найбільш ймовірних адресатів (адресаті, у яких на його думку найбільш зміниться ймовірність потрібної реакції).

3. Накопичується статистика по експертним оцінкам, в т.ч. завдяки залученню багатьох експертів.

4. На основі отриманої статистики розраховуються адресати для нових повідомлень.

Для вирішення задачі 4 необхідна розробка методу, в якому на основі експертної оцінки відправки повідомлень адресатам визначаються адресати для нових повідомлень. Існуючі методи вирішення цієї задачі досить складні. Вимагають застосування інструментів лінгвістичного аналізу. Які для повідомлень різного спрямування використати практично неможливо, або їх створення буде занадто дорогим. Адже зазвичай лінгвістичні системи створюються під окремі класи текстів.

Однієї із різновидів інтелектуальних систем є рефлекторні інтелектуальні системи, які є не чим іншим, як програмними або технічними системами, що формують реакції на несилові впливи, в основі функціонування яких знаходиться рефлекторний алгоритм, який працює за принципом формування реакції-відповіді (рефлексу) на набір вхідних даних (зовнішній вплив). Але цей підхід поки що ніким не використовувався для визначення адресатів повідомлення. Тому для вирішення поставленої задачі запропоновано використати ймовірно-рефлекторний підхід. В основі рефлексів полягає наступний тезис: якщо це вже було, і деяка реакція була позитивно підкріплена, то необхідно зробити теж саме. Такий підхід забезпечує вибір найбільш імовірної реакції на безліч вхідних впливів, при відомих ймовірностях вибору реакції на кожний вхідний вплив, а також на деякі комбінації вхідних впливів.

UDC 62.503.55

### **PROTECTION WAYS OF SAVING INFORMATION IN CLOUD SERVICES**

*PhD. Iryna Yenina, Central-Ukrainian national technical university, c. Kropyvnytskyi*

Cloud storage - a model of online storage where data is stored on numerous servers on the network that are available for use for the clients by third party. The usage patterns consist traditional: SaaS ( lease of applications), PaaS ( development of applications), IaaS (lease of IT infrastructure), BPaaS (the services on solving business problems), DaaS (the virtual operating table top), SecaaS (lease of information security), BaaS (backup as a service), DRaaS (decisions on catastrophic resistance), CCaaS (the virtual contact center) [1]. Currently, the user is allowed to choose between different storage services of data. Under the terms, the user is given for free 15Hb memory to store their data. The user can also have some free shares under the terms which can provide additional space. There are many services such as Dropbox, Xmapa@mail.ru, Mega, Yandex Disk, OAmazon Web Services, ADrive, Bitcasa, Yunpan 360, 4shared, SugarSync, Box.net, iDrive, OpenDrive, Syncplicity, MediaFire, Cubby.com and others [2]. By analyzing the statistics data loss from cloud storage, you can highlight a list of tips which will help to increase data security. Neglect of safety rules for password selection is one of the reasons that leads to seizure data access by hackers. This is usually a phone number, an email address or username (depending on the service). After the attacker will break the profile at low security, he can go without interference to another service by simple substitution of the same password. In order to accurately preserve the data, you need to store them on different cloud services and use different passwords for access to them. Some services will allow you to access all information from one place. Specify a non-public type of Internet connection, as well as check the links by which the transition occurs and encrypt data. But all these tips will only reduce the risk and they cannot completely prevent their loss [3]. If you take into account hacker attacks, then the most common types of attacks are directed to Phishing and "Watering Holes", when hackers put programs in the site code. As a result of such actions, the user can transfer the virus to the entire enterprise network by passing to the site. When phishing, attackers can write an email to a legitimate employee on the name of his work colleague, where to ask for personal information and receive a response with truthful data. A very large number of users of Internet services do not have minimal knowledge of security on the network, namely, that the services do not send letters with requests to inform in return personal information in response. Static security mechanisms, such as access control systems and authentication systems cannot provide effective protection in many cases. Therefore, dynamic methods are needed to quickly identify and prevent security violations [3]. Many methods have been developed to fight phishing, for example, browsers that warn about the threat of phishing, enhanced authorization procedures, spam filters, monitoring services, and legal measures. Currently, the safe storage of data in the clouds is a very important issue, so the development of protection methods is extremely relevant.

### **REFERENCES**

1. Что такое облака? Мифы о них в головах IT-шников: мнения, стереотипы и жизнь в облаках [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://habrahabr.ru/company/simnetworks/blog/308266/>
2. Как защитить данные в облаке от кражи [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.lookatme.ru/mag/how-to/security/208511-cloud-security>
3. Yenina I.I. Review of the ways to protect computer networks from attacks on security / Yenina I.I., Parhomenko Y.M., Bosko V.V. // Збір.наук.праць / Сист.упр.,навігації та зв'язку. ПНТУ – 2016. –1(37).

УДК 621.045.6

## ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СИСТЕМАХ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

*д.т.н. Толюпа С.В., Київський національний університет ім. Т. Шевченка*

Аналіз функціонування систем захисту інформації показав, що на даному етапі розвитку інформаційної безпеки забезпечити їх ефективну роботу досить проблематично, а враховуючи складність структури систем, її багатовимірність та багаторівневу структуру, вкрай складно. Для вирішення цієї наукової проблеми пропонується застосування інтелектуальних технологій. На сьогоднішній день інтелектуальним технологіям приділяється велика увага.

В останні роки істотно підвищився інтерес до дослідження застосування прикладних інтелектуальних технологій, їхній розробці й впровадженню в промислову й непромислову сфери. Зараз уже можна говорити про становлення нового наукового напрямку – теорії інтелектуального управління складними розподіленими системами безпеки. У наші дні управління на основі аналізу зовнішніх ситуацій (подій) залишається однією із ключових ідей інтелектуального управління. Іншою базовою ідеєю послужило використання засобів сучасної інформаційної технології обробки знань при пошуку управлінських рішень і формуванні відповідних впливів управління.

У системах управління, що володіють інтелектуальністю в цілому, властивість інтелектуальності проявляється в таких аспектах, як управління в умовах невизначеності, самонавчання й адаптації. Це складні системи з багаторівневою ієрархічною структурою, здатні до формування рішень, які адекватні до ситуації, що склалася. Розроблені на цей момент відповідні моделі й методи висновку в умовах невизначеності інформації можуть знайти застосування на самих верхніх рівнях формування рішень в ієрархії інтелектуальних систем управління [1].

Очевидно, що при наявності різного роду невизначеностей високий рівень автономності, адаптивності й надійності систем управління повинен забезпечуватися за рахунок підвищення їхніх інтелектуальних можливостей, заснованих на обробці спеціальних знань. Становлення концепції інтелектуальних систем управління обумовлює цілий ряд принципових питань. Перше з них пов'язане із чітким визначенням знань, не тільки як форми машинного подання інформації, але і як інструмента для організації принципів управління. При цьому найважливішим аспектом є аналіз можливостей і особливостей застосування тих або інших інформаційних технологій для обробки знань у завданнях інтелектуального управління.

Аналіз використання знань дозволяє сформулювати деяку точку зору про найважливішу відмінну рису знань, як про властивість відображення класифікаційної системи супідрядних понять, що узагальнює закономірності, що діють у якій-небудь предметній області. Тоді визначення знань забезпечує можливість винесення однозначної оцінки про приналежність до розряду інтелектуальних принаймні чотирьох різних інформаційних технологій: технології експертних систем, систем інформаційної підтримки прийняття рішень, технології нечіткої логіки, технології нейромережових структур, технології асоціативної пам'яті.

Так, головною відмінною рисою технології систем інформаційної підтримки прийняття рішень є можливість роботи з формами явного подання знань, включаючи продукційні правила, предикати, семантичні мережі й фреймоподібні структури. Яскраво виражена структурованість цих форм обумовлює застосування формалізованих логічних методів для аналізу й уточнення знань, а також висновок заключення по сукупності вихідних даних [2].

Порівняльний аналіз різних інтелектуальних технологій дозволяє виділити ряд загальних для них властивостей, головна з яких пов'язана з використанням класифікації тих або інших понять як засіб для встановлення зв'язків між окремими явищами розглянутої предметної області. Ця особливість має ключове значення для розробки принципів організації інтелектуального управління на основі застосування сучасних технологій обробки знань. Застосування інтелектуальних технологій дозволить підвищити ефективність управління інформаційною безпекою та надійно захистити інформаційні ресурси.

### СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Макаров И.М. Интеллектуальные системы автоматического управления. – М.: Физматлит, 2005. – 573 с.
2. Толюпа С.В., Павлов І.М. Аналіз підходів моделювання процесів прийняття рішень при проектуванні систем захисту інформації. // Науково-технічний журнал “Сучасний захист інформації”. – 2014. - №2. – С. 96-104.



# ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕКОНФИГУРИРУЕМЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НА БАЗЕ МЕМБРАННЫХ МОДЕЛЕЙ

асп. *Негарэ Евгений*, к.т.н. *Абабий Виктор*, к.т.н. *Судачевски Виорика*, *Технический Университет Молдовы, г. Кишинев, Республика Молдова*

Помимо преимуществ, такие как эффективность и производительность реконфигурируемых вычислительных систем, можно найти и некоторые недостатки, связанные со сложностью процесса моделирования и проектирования [1,2]. В работах [3,4] авторами рассматриваются способы моделирования и проектирования реконфигурируемых вычислительных систем на базе аппаратных сетей Петри, где абстрактная модель вычислительной системы представляется в виде модели сети Петри, которая в результате компиляции преобразовывается в HDL код для конфигурации ПЛИС.

В результате анализа источников информации были выявлены интересные свойства ДНК-компьютеров (*Membrane Computing*) [5,6,7], которые позволяют проектирование параллельных вычислительных систем с динамической архитектурой.

Предположим, что в  $N$ -мерном пространстве  $S$ , где  $S \in R^N$ , задана система  $C$  поведение которой определено мембранной вычислительной системой (*MBC*)  $M = \{m_1, m_2, \dots, m_k\}$ , где  $m_k, \forall k = \overline{1, K}$  элементарные мембраны [5]. Для каждой элементарной мембраны задан оператор  $o_k, k = \overline{1, K}$ , который преобразовывает поток входных данных  $m_k^{in}$  в поток выходных данных  $m_k^{out}$ :  $m_k^{in} \xrightarrow{o_k} m_k^{out}$ . Множество всех операторов  $O = \{o_k, k = \overline{1, K}\}$  выполняются параллельно и формируют математическую

модель управления системой  $C$  в пространстве  $S$ . Для динамики *MBC*  $M$  определены следующие топологические преобразования, которые приводят к изменению операторов  $O$  и их взаимодействие:

$$\text{- гибель мембраны } mi: m_i[o_i]_{m_i} = \emptyset; \quad (1)$$

$$\text{- поглощение мембраны } mi \text{ мембраной } mj: m_i[o_i]_{m_i} = m_j[o_j]_{m_j}; \quad (2)$$

$$\text{- размножение мембраны } mi: m_{k+l}[o_i]_{m_{k+l}} = m_i[o_i]_{m_i}; \quad (3)$$

$$\text{- конкатенация мембран } mi \text{ и } mj: m_i[o_i]_{m_i} = m_i[o_i \cup o_j]_{m_i}; \quad (4)$$

$$\text{- рождение новой мембраны } mK+l: NEV(m_{k+l}[o_{k+l}]_{m_{k+l}}). \quad (5)$$

В исходном состоянии *MBC*  $M$  будет иметь следующую топологию  $M_0 = (m_0[m_1[o_1]_{m_1} m_2[o_2]_{m_2} \dots m_k[o_k]_{m_k}]_{m_0})$ . В процессе эволюции системы  $C$  и преобразовании топологии *MBC*  $M$ , при воздействии моделями (1)-(5), можно получить оптимальные алгоритмы для решения задачи управления системой  $C$ .

При проектировании реконфигурируемой вычислительной системы множество элементарных мембран  $M = \{m_1, m_2, \dots, m_k\}$  необходимо поменять на вычислительные архитектуры (процессоры или микроконтроллеры), а операторы  $O = \{o_k, k = \overline{1, K}\}$  на программные коды (целесообразнее использовать скрипты или сценарии).

## ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

1. Палагин А.С., Опанасенко В.Н., Лисовый А.Н. Проектирование реконфигурируемых систем на ПЛИС. Технология и конструирование в электронной аппаратуре, 2007, № 3, стр. 15-20.
2. Быковский С.В., Горбачев Я.Г., Ключев А.О., Пенской А.В., Платунов А.Е. Сопряжённое проектирование встраиваемых систем (Hardware/Software Co-Design). Часть 1. Учебное пособие. – СПб.: Университет ИТМО, 2016. – 108 с.
3. Sudacevschi V., Ababii V. Modelling and Synthesis of Real-Time Control Systems Based on Hardware Timed Petri Nets. Buletinul Institutului Politehnic din Iași, Publicat de Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași, Secția „Electrotehnică. Energetică. Electronică”, Tomul LIX (LXIII), Fasc. 4, 2013, pp. 161-172.
4. Sudacevschi V., Ababii V., Podubnii M. A Synthesis Method for Reconfigurable Embedded Processors. 13th International Conference on DEVELOPMENT AND APPLICATION SYSTEMS, Suceava, Romania, May 19-21, 2016, IEEE Catalog Number: CFP1665Y-DVD, pp. 184-188, ISBN: 978-1-5090-1992-2.
5. Gh. Paun, Membrane Computing. An Introduction, Springer, 2002.
6. G. Ciobanu, Gh. Paun, M.J. Pérez-Jiménez, eds., Applications of Membrane Computing, Springer, 2006.
7. Паун, Г. ДНК-компьютер. Новая парадигма вычислений. / Паун Г., Розенберг Г., Саломеа А.; под ред. М.В. Волкова. – Москва: Мир, 2003 - 528 с.



## CYBERSECURITY AND WEB DESIGN

*V. Novak, Connective Technologies LTD, c. London, United Kingdom of Great Britain;*

*M. Novak, IT Brains s.r.o., Prague, Czech Republic*

Connective Technologies Ltd, the UK based company, specialising in providing managed Information Technology services, teamed up with IT Brains s.r.o in Czech Republic to research trends in spear-phishing technics based on information collected from companies' websites.

In order to attract potential customers and to promote friendly image the number of small and medium businesses design their websites with sections dedicated to the information about the key employees. These sections contain detailed information about the key personnel as well as their contact details, including email addresses.

While exploring website's vulnerability is still common and allows attacker to compromise security of the website and, in some cases, access backend database information, with most of small businesses this information poses little commercial interest and has small financial gain.

On the other hand, by collecting information from company's website attacker can generate spear-phishing emails to the key employees pretending to be from the top management and consequently benefit from the fraud. We see number of cases where attackers relay on "human factor" as a weak point in companies' cyber defence mechanism. There are number of factors used to make the extraction of information more effective:

- time factor;

The time of the email can be crucial. If email is send during out of office hours it is likely to draw more suspicion. Contrary, if email arrives during business hours it make the request for information "more legitimate" in victim's eyes. Furthermore, by sending the email close to end of business day, the attacker can pressure the recipient to provide required information without leaving them enough time to authenticate the request.

- content factor:

By keeping the request short and simple, it decreases chances for the attacker to be exposed.

- mobile communication factor:

Internal emails usually contain corporate signature, which may be difficult or takes more time to obtain, while emails sent from mobile devices in most cases are signed with the default mobile device signature, making it less likely to attract unnecessary attention. If this correlates with the time when the person, which attacker is trying to impersonate, is out of office, then it adds "authenticity" to the email as well makes recipient worried about unnecessary disturbing their boss while he/she is away.

The most effective attacks take into account all the above factors.

The cybercriminal studies information on the website and starts the attack by sending generic advertisement emails from monitored mailbox to the listed email address(es) of director(s). At the particular time the attacker gets "out of office" response from targeted mailbox. Subsequently, based on the information harvested from company's website, the attacker generates email masked with director's email address to the head of finance or senior finance manager to check the daily transfer limit for the company's bank account.

The arrival of the email is timed close to the end of business day and is signed with the correct director's name, position and contact phone number. It also contains default mobile device signature. If the recipient does not pay attention to the fact that reply email address does not match director's company email address, then they are likely to fall victim to the attack and provide required information. The second email containing previous communication and making it even more "authentic" will request to transfer the amount below the daily limit to the attacker bank account. It will also contain a note specifying that the deal has been signed with the new supplier who requires urgent payment/deposit, with the invoice from the corresponding amount to be submitted on director's returns.

The fraud is only likely to surface when finance personnel request invoice form the director for the transaction. By that time the bank is not able to stop the transaction and attacker gets away with large financial gain.

**Conclusion.** It is very important to consider exposure to cyber-attacks during website design. By limiting information about key personnel on the website companies can protect their financial assets and make spear-phishing attacks which explore "human factor" vulnerability preventable.

УДК 004.94

**ОБГРУНТУВАННЯ МОДЕЛІ ПРОФЕСІЙНО ВАЖЛИВИХ ЯКОСТЕЙ СТУДЕНТА  
БАКАЛАВРА ТЕХНІЧНОГО ВНЗ ДЛЯ ВІДБОРУ В МАГІСТРАТУРУ**

*к.т.н. Артеменко О.В., Льотна академія національного авіаційного університету, м.Кропивницький;  
д.т.н. Беляєв Ю.Б., Київський національний університет харчових технологій*

Сучасна система вищої технічної освіти у вищих навчальних закладах (ВНЗ) України покликана створювати відповідні умови для підготовки компетентного фахівця, орієнтованого на постійний професійний розвиток, самовдосконалення, що забезпечить у подальшому високий рівень конкурентоспроможності, професійної мобільності, продуктивності професійної діяльності і, як наслідок, кар'єрне зростання та самореалізацію. Крім успішного оволодіння необхідною базою знань і вмінь відповідно до специфіки обраної спеціальності (бакалаврат), важливим також є володіння максимально вираженими професійно необхідними якостями та практичними навичками, що є передумовою ефективного здійснення професійних функцій на будь-якому етапі професійного становлення особистості. У зв'язку з цим виникає актуальна потреба у розширенні системного вивчення цілісності майбутнього фахівця на рівні зрілості (студент бакалавр), коли його індивідуальні, особистісні та суб'єктно - діяльнісні характеристики розглядаються в єдності всіх взаємозв'язків. Формування вищенаведених якостей майбутнього фахівця технічного ВНЗ відбувається під час навчання в магістратурі за напрямком обраної спеціалізації. Тому відбір студента бакалавра за його професійно важливими якостями (ПВЯ) на етапі вступу в магістратуру за напрямком спеціалізації є дуже важливим і на часі.

Мета роботи: розробка і обґрунтування моделі професійно важливих якостей студента бакалавра технічного ВНЗ для відбору в магістратуру.

Кожний вид професійної діяльності висуває майбутньому фахівцю свої вимоги. Студент бакалавр технічного ВНЗ повинен: знати стан і перспективи розвитку техніки і технології в своїй галузі та в суміжних галузях; володіти сучасними методами оцінки праці, сучасними методами проектування; мати ясну уяву про предмет наукової методології, задачі даної галузі, методи прогнозування і розвитку техніки; бути знайомим з основами організації виробництва, праці і управління, з економікою галузі; вміти розбиратися в питаннях охорони праці і техніки безпеки, управляти оргтехнікою і вимірною технікою.

На основі проведеного експертного опитування (анкетування фахівців в галузі технічної освіти та роботодавців підприємств технічного напрямку) та обробки нормативної документації нами були виділені найбільш значущі ПВЯ для студента бакалавра ВНЗ, як майбутнього фахівця. Аналізуючи отримані результати та провівши їх ранжування нами було з'ясовано, що студент бакалавр який бажає вступити в магістратуру повинен мати наступні професійно важливі якості (на думку експертів): математичні здібності; гарну просторову уяву; винахідливість; творчий підхід до вирішення технічних проблем; цілеспрямованість; прагнення до постійного здобуття нових знань; почуття відповідальності за результати праці; організаторські здібності.

Оскільки модель (формальний опис реальної системи) може бути задана аналітично, графічно та таблицями. То проаналізувавши їх на придатність і зручність для відображення ПВЯ студента бакалавра технічного ВНЗ для відбору в магістратуру нами було обрано її графічне представлення, а саме графічну діаграму в системі полярних координат, оскільки це наочний спосіб подання об'єктів і процесів у вигляді графічних зображень. Вона представляє значення кожної категорії уздовж окремої осі, що починається в центрі діаграми і закінчується на зовнішньому кільці. Кожна категорія діаграми в системі полярних координат має власну вісь координат та власний опис. На такій діаграмі порядок відображення значень змінити не можна. Таким чином, діаграма в системі полярних координат виступає в нашому випадку методом візуалізації результатів експертного опитування (відображає базовий рівень ПВЯ) і результатів тестування студента бакалавра технічного ВНЗ (відображає рівень розвитку ПВЯ студента). Для побудови базової моделі ПВЯ студента бакалавра технічного ВНЗ для відбору в магістратуру нами були проведені експериментальні дослідження які дали можливість уточнити та визначити значимість кожної якості для майбутнього фахівця.

Отримана діаграма в системі полярних координат дозволяє нам: наочно і комплексно показати базовий рівень розвитку ПВЯ студента бакалавра і рівень розвитку ПВЯ необхідний для вступу в магістратуру; наочно порівняти та виявити ті ПВЯ студентів бакалаврів, які слабо розвинені; на підставі отриманих результатів, проводити корегування професійного навчання студента бакалавра на молодших курсах; здійснювати індивідуальний підхід при організації навчального процесу. На основі отриманої моделі розроблена автоматизована система ПВЯ студента бакалавра технічного ВНЗ для відбору в магістратуру, яка дозволяє автоматизувати процес на всіх його етапах.

УДК 528.94

**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ФОРМУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ  
"ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА РОЗТОЧЧЯ"**

*д.т.н. Мокрий В.І., д.т.н. Мороз О.І., д.т.н. Петрушка І.М., НУ "Львівська політехніка";  
к.с.-г.н. Гречаник Р.М., Шемелинець І.Л., Департамент екології та природних ресурсів  
Львівської ОДА*

Актуальність розроблення геоінформаційної системи (ГІС) «Екологічна безпека Розточчя», на основі моніторингових даних, обумовлена необхідністю підвищення рівня та якості інформаційно-маркетингової стратегії розвитку прикордонних з Євросоюзом територій Розточчя. Конкретним споживачем екологічної інформації проектованої ГІС є транскордонний українсько-польський біосферний резерват (БР) «Розточчя», площею понад 74 тис.га. Розточчя, як транскордонна природна фізико-географічна формація, є визначальним об'єктом інтеграції національної екомережі до Всеєвропейської, шляхом створення міждержавних природоохоронних територій.

Аналіз досліджень з проблем моніторингу Розточчя свідчить про недостатність застосування інформаційно-аналітичних методів і технологій. Поглиблені і детальні, але фрагментарні та розрізнені ландшафтознавчі дослідження не інтегровані в систему просторово-часових георозподілених баз даних результатів екологічного моніторингу.

Мета і завдання полягає в отриманні, обробці і зберіганні еколого-економічної інформації, встановленні взаємозв'язку семантичних даних про геологічні, гідрологічні, лісові, водно-болотні та техногенні об'єкти Розточчя на основі ГІС-технологій.

Методи дослідження ґрунтуються на геоінформаційних технологіях, програмних комплексах та інструментарію аналізу близькості геопросторових об'єктів. Синтез еколого-картографічних моделей реалізовано ГІС-технологіями MapInfo Professional.

Виклад основного матеріалу і обґрунтування отриманих результатів дослідження стосуються комплексного використання сучасних методів, інформаційно-аналітичних технологій та інструментальних засобів моніторингу ґрунтових, лісорослинних та гідргеологічних умов Розточчя. Інвентаризація природних ресурсів, на основі даних комплексного моніторингу, формує базовий інформаційний рівень для оцінки стану і динаміки змін екосистем внаслідок впровадження природоохоронного режиму, господарської і рекреаційної діяльності, організації моніторингу рослинного покриву, розвитку подальших флористичних, геоботанічних і екологічних досліджень.

Результати виконаних досліджень, відпрацьовані алгоритми, методи і технології екологічного моніторингу, представлені у вигляді тематичних ГІС-моделей. Геоінформаційними інструментами, синтезовано еколого-картографічні моделі гідрологічної мережі, дорожньої мережі, антропогенізації ґрунтів Розточчя. Геоінформаційними технологіями, шляхом поєднання тематичних шарів і методів буферизації, районування, злиття і розбивки об'єктів, просторової й атрибутивної класифікації створено еколого-картографічну модель антропогенних факторів екологічної безпеки – дорожньої мережі і населених пунктів, з ієрархічною структурою легенди. Розроблено інформаційно-аналітичні технології моніторингу лісових екосистем, природно-техногенних ландшафтів, поверхневих вод для інформаційної підтримки рішень з питань охорони та екологічної безпеки Розточчя.

Проектована ГІС синтезується у форматі глобальної мережі, яка сприяє формуванню геопросторової бази даних та тематичного розподілу інформації, стосовно охорони і раціонального використання заповідних і господарських територіальних комплексів. Вихідними даними для проекту використано шейп-файли лісів, річок, озер, природоохоронних об'єктів, населених пунктів, доріг, адміністративно-територіальних одиниць масштабу 1:200000, для яких створені векторні шари по темі території дослідження. Для створення цифрової карти регіону встановлено меж БР «Розточчя», розташування населених пунктів, створення графа автодоріг, елементів ландшафту (найвищі точки) та відображення геоморфологічних та ландшафтних районів Розточчя. В узагальненому вигляді проектована ГІС складається з двох баз даних: картографічної (графічної) та семантичної (аналітичної, атрибутивної), а також підсистем маніпулювання цими даними.

Таким чином, розроблення ГІС «Екологічна безпека Розточчя» дає можливість оптимізації функціонального зонування української і польської частин БР «Розточчя», його заповідної, буферної та транзитних зон (зон антропогенних ландшафтів). Відпрацьований підхід забезпечує виконання міжнародних стандартів мережевого доступу до розподілених відомчих та інтегрованих баз даних, комплексного використання екологічної інформації, забезпечення екологічної безпеки Розточчя.

УДК 004.05

**ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ ВІДХИЛЕННЯМИ В ПРОЕКТАХ ВПРОВАДЖЕННЯ  
АВТОМАТИЗОВАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ***асп. Медушевський С.В., Черкаський національний університет ім. Богдана Хмельницького*

Безперервне зростання вимог до якості автоматизованих інформаційних систем (АІС) стимулює створення і активне застосування міжнародних стандартів і регламентованих технологій, на етапах їх життєвого циклу, починаючи з ініціювання проекту.

Швидке збільшення складності і розмірів сучасних комплексів програм при одночасному підвищенні відповідальності виконуваних функцій різко підвищило вимоги з боку користувачів до їх якості, надійності функціонування та безпеки застосування. Невід'ємною складовою процесу забезпечення якості АІС є побудова моделі управління відхиленнями. Коректно розроблена система управління відхиленнями в проектах автоматизації повинна своєчасно виявляти не тільки самі відхилення або їх наслідки, а вміти усувати причини їх виникнення. Управління відхиленнями призначене для максимально швидкого відновлення нормальної експлуатації системи та мінімізації несприятливого впливу на проект в разі виникнення відхилення. Процес управління відхиленнями повинен забезпечити своєчасне розпізнавання, оцінювання, рішення і закриття оперативних подій, які не є частиною стандартної операції (наприклад, питання, проблеми і помилки).

Основним завданням підходу до управління відхиленнями є формування стратегії контролю якості автоматизованої інформаційної системи. Необхідно визначити всі точки контролю якості на етапах проектування, розробки, інтеграції та передачі в експлуатацію. І враховуючи умови появи відхилень, характер самих відхилень і ймовірність їх виникнення необхідно розробити детальний план тестування на відповідних стадіях валідації. Використовуючи метод ранжирування і фільтрації ризиків, або безпосередньо метод FMEA, на даному етапі доцільно ранжувати відхилення за ступенем критичності. Частота тестування буде прямо залежати від передбачуваної ймовірності виникнення відхилень та виконаного оцінювання ризиків на визначених стадіях валідації в залежності від категорії системи (категорія системи визначається за рекомендаціями керівництва GAMP-5). Для кожного заданого тестового сценарію необхідно задати критерії прийнятності, не попадання в межі яких має сигналізувати про виникнення відхилення.

Наступним кроком необхідно створити алгоритм реагування на відхилення. Інструменти управління ризиками, дозволяють вибрати найбільш ефективні коригувальні та запобіжні дії (SARA).

Визначивши реальні причини виникнення відхилень - дозволяє розробити програму дій, спрямовану на зниження ймовірності виникнення таких подій і/або на посилений контроль відхилення. Основна завдання на цьому етапі - це розробити такий план SARA, який при найменших витратах призведе до значного зменшення ризиків.

На наступному етапі необхідно розробити сценарій верифікації системи моніторингу всіх можливих відхилень. Такий сценарій повинен бути спрямований на умисне ініціювання критичних/навантажувальних ситуацій в роботі АІС які можуть призвести до появи відхилень. Верифікація покаже, на якому етапі можна помітити розвиток негативної ситуації, як швидко система почне сигналізувати про небезпеку виникнення відхилення і чи зможе адміністратор системи утримати ситуацію в межах встановлених рівнів. Чим швидше система виявить розвиток відхилення, тим коректніше її архітектура.

Заключний етап - це оцінка результативності системи управління відхиленнями в процесі експлуатації системи, за допомогою розроблених інструментів на попередніх етапах.

За своєю суттю даний етап - це зіставлення результатів тестування по стадіям інсталяції, функціонування, експлуатації, параметрів автоматизованих процесів, контролю якості готової продукції та відгуків безпосередніх користувачів.

Таким чином, вивчення практики управління відхиленнями в проектах автоматизації виробництва і практичного досвіду систем управління проектами в цілому дозволяє зробити висновок про те що дана стратегія представляє собою механізм, який дозволяє забезпечити ефективне управління і координацію робіт по проектам автоматизації на основі єдиної методологічної бази з високим ступенем забезпечення якості АІС. Таким чином, модель відхилень описує послідовність дій при виникненні певного типу відхилень. Використання моделей відхилень дозволяє стандартизувати процес управління відхиленнями і прискорити його.

Пріоритет відхилення визначається виходячи з двох понять - терміновості і впливу. Вплив щодо відхилення найчастіше визначається на основі кількості користувачів. Тим не менш, цей показник не завжди є об'єктивним. У деяких випадках вплив інциденту навіть на одного користувача може мати значний негативний вплив на процес (и) компанії в цілому.



УДК 004.942

# МОДЕЛЬ АНАЛІЗУ ДИНАМІКИ ПРИБУТКУ ГЕНЕРУЮЧИХ КОМПАНІЙ В УМОВАХ ЗМІНИ ЦІН НА ЕНЕРГОНОСІЇ

к.т.н. **Борукаєв З.Х.**, *ІПМЕ ім. Г.Є.Пухова НАН України*; к.т.н. **Остапченко К.Б.**,  
к.т.н. **Лісовиченко О.І.**, *НТУ України "КПІ ім. І. Сікорського"*

До числа основних завдань організаційного управління генеруючими компаніями на Оптовому ринку електроенергії (ОРЕ) належить задача аналізу динаміки і управління отриманням гарантованого прибутку за рахунок формування оптимальних цінових заявок блоків електростанцій. Важливість рішення цієї задачі пов'язано з необхідністю своєчасного і адекватного обліку, часом досить різних, коливань цін на енергоносії, а також великого впливу на формування прибутку генеруючих компаній керуючих впливів Адміністратора торгової системи ОРЕ (АТС) та регулятора ринку. Метою цих керуючих впливів є забезпечення рівних можливостей в отриманні прибутку генеруючими компаніями та постачальниками електроенергії за рахунок вирішення задач розрахунку і обґрунтування рівноважної прогнозованої оптової ціни купівлі електроенергії в умовах зміни цін на енергоносії.

Аналіз зв'язку даних динаміки енергоринку, проведений в роботі [1], дозволили прийти до висновку, що в моделі слід розглядати питання, які стосуються тільки динаміки прибутку компаній ТЕС і ТЕЦ, що працюють в умовах діючої на даний час в Україні моделі ринку електроенергії "Єдиного покупця і продавця". Тому, запропоновано використати для розробки моделі конкурентних процесів в економічній системі «виробник–єдиний покупець» систему звичайних диференціальних рівнянь, що поєднує логістичне рівняння Ферхюльста - для виробника продукції, і рівняння з системи рівнянь Вольтерра моделі «хижак–жертва» - для покупця продукції.

В нашому випадку економічна система буде складатися з  $n$  виробників електроенергії – компаній ТЕС і ТЕЦ, та єдиного покупця – АТС. Таким чином, приходимо до узагальненої динамічної моделі аналізу динаміки прибутку генеруючих компаній [2]:

$$\begin{cases} \frac{dP_j(t)}{dt} = P_j(t)(a_j(t) - b_j(t)P_j(t)), j = \overline{1, n} \\ \frac{dY(t)}{dt} = Y(t)(-c(t) + \sum_{j=1}^n e_j(t)P_j(t)) \end{cases},$$

де  $P_j(t)$  – максимально досяжний прибуток  $j$ -ої компанії;

$a_j(t) > 0$  – питома швидкість зростання прибутку  $j$ -ої компанії на заданому проміжку часу;

$b_j(t) > 0$  – відносний приріст витрат на одиницю прибутку, що відображає конкуренцію між виробниками, викликану обмеженими запасами енергоносіїв та ростом цін на них;

$Y(t)$  – прибуток єдиного покупця;

$c(t) > 0$  – питома швидкість зростання прибутку єдиного покупця;

$e_j(t) > 0$  – частка питомої швидкості зростання прибутку, відібраного у  $j$ -ої компанії в

залежності від її частки в загальному балансі відпущеної електроенергії.

Для перевірки вірогідності результатів чисельного моделювання вирішення задачі було здійснено чисельним методом Рунге–Кутта та отримано результат, що підтверджує можливість застосування запропонованої моделі аналізу динаміки прибутку генеруючих компаній та єдиного покупця для фактично наявної кількості виробників – учасників ринку, які використовують різні види енергоносіїв.

## СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Борукаєв, З.Х. Анализ взаимосвязи данных динамики энергорынка с изменениями цен на рынках энергоносителей/ З.Х. Борукаєв, К.Б. Остапченко, О.И. Лисовиченко //Міжвідомчий науково-технічний збірник «Адаптивні системи автоматичного управління».- 2015.- №1(26).- С.46-64.
2. Борукаєв, З.Х. Моделирование динамики прибыли генерирующих компаний в условиях изменения цен на энергоносители/ З.Х. Борукаєв, К.Б. Остапченко, О.И. Лисовиченко //Науково-виробничий журнал Міністерства палива та енергетики України «Енергетика та електрифікація».- 2015.- №10(386).- С.31-35.



УДК 004.04

## АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТУ ЯКОСТІ ФАРМАЦЕВТИЧНОГО ПІДПРИЄМСТВА

*к.т.н. Портянко Т.М., Черкаський державний технологічний університет*

В даний час питання підвищення якості відіграють величезну роль в житті сучасного суспільства. Створення інноваційних технологій і обладнання, отримання вискоєфективних лікарських препаратів нового покоління, забезпечення населення ефективними та безпечними лікарськими засобами стабільно високого рівня якості, - все це знаходиться у фокусі пильної уваги всієї світової спільноти. Поліпшення якості - одне з найважливіших умов підвищення рівня життя людини. При створенні і виробництві продукції конкурентоспроможної на внутрішньому і зовнішньому ринку якість виступає найважливішим складовим елементом її конкурентоспроможності. Безперервне поліпшення - головний фактор прогресу.

Впровадження сучасних ефективних принципів і методів менеджменту, його переорієнтація, перш за все на якість продукції, що випускається - це запорука досягнення ринкового успіху, стабільності і процвітання бізнесу. Щоб забезпечити якість продукції і процес безперервних поліпшень, компанії вибудовують системи менеджменту якості (СМК) на своїх підприємствах. Це і вимоги регламентованих органів і здоровий глузд.

Для ефективного функціонування будь-яка компанія повинна визначити процеси та управляти ними належним чином. Підвищуючи якість процесів і як результат - якість продукції. Необхідно зусилля щодо поліпшення якості направляти на пошук сприятливих можливостей, а не очікувати того, що сама проблема дозволить виявити можливість поліпшення. СМК на кожному підприємстві унікальна, проте є щось спільне, що об'єднує всі СМК на всіх підприємствах. Те що об'єднує всі ці СМК, крім звичайно того що вони будуються на основі вимог стандартів ISO, GMP та їх метою є підвищення стабільності роботи за рахунок високого (запланованого) рівня якості - це те що вони, за рідкісним винятком працюють в ручному, паперовому режимі.

Без сучасних, електронних технологій звичайно не обходиться, дуже часто використовується класична зв'язка Excel + Word. Для комунікацій - електронна пошта, телефон, звичайно ксерокс і ніхто не відміняв - особисте спілкування. Звичайно ж процеси можуть досягати поставлених цілей і відповідати вимогам, але навіть добре налагоджені «ручні» процеси не можна позбавити від недоліків - низьку продуктивність і людських помилок. Багато компаній впроваджують системи автоматизації типу: ERP, MRP і т.д. Вирішуються завдання - управління запасами, управління документообігом (як правило організаційно-розпорядча документація), бухгалтерський облік і т.д. Чи можна назвати таку автоматизацію - створенням "Автоматизованої Системи Менеджменту Якості Підприємства"(АСМК)? Що таке АСМК і як її побудувати? Для побудова АСМК на підприємстві можна взяти за основу одну з безлічі систем автоматизації представлених на ринку. Краще що б спочатку в платформі були враховані вимоги ISO (наприклад, процесний підхід), GMP (наприклад, такі як - простежуваність, особливості зберігання та архівування даних, електронний підпис і т.п.).

У зв'язку з вищевикладеним буде актуально знайомство з АСМК компанії ТОВ «Компанія «Юнібіт-Сервіс». В результаті 10-річного досвіду автоматизації СМК фармацевтичних виробничих підприємств ТОВ «Компанія «Юнібіт - Сервіс» розробила власну програмну платформу «ЮНІБІТ - ПРОЦЕС», засновану на процесах. Так званий workflow. Таким чином Система видає завдання виконавцям послідовно в міру виконання операцій процесу і контролює їх своєчасне виконання та коректне документування в режимі реального часу. А це, в свою чергу, дозволяє максимально усунути вплив людського фактора на процеси виробництва та якості і значно, в середньому на 20-30%, збільшити ефективність і продуктивність роботи персоналу. В процесі впровадження такої системи відбувається повна відмова від паперово - ручного способу планування, виконання, документування процесів. Розробники врахували вимоги стандартів ISO, GMP, рекомендації стандарту GAMP - 5. З впровадженням АСМК проходить автоматизація всіх процесів СМЯ компанії в рамках єдиної автоматизованої системи. З урахуванням особливостей і процесів СМЯ Замовника приймаються кастомізовані рішення.

Проекти впровадження та експлуатації АСМК є високо ризиковими. Причиною виникнення ризиків є невизначеності, що існують в кожному Проекті. Відповідь на ризики - виконання процедури валідації комп'ютеризованої системи, згідно вимог відповідних стандартів і на основі практичного досвіду. Вигоди створення і використання АСМК ТОВ «Компанія «Юнібіт-Сервіс» вже знають деякі фармацевтичні компанії України та Грузії.

УДК 004.75

# АДАПТИВНИЙ МЕТОД КОНТРОЛЮ ПОМИЛОК В БЕЗПРОВІДНИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖАХ

д.т.н. **Яцків В.В.**, **Цаволик Т.Г.**, **Стасюк І.І.**, *Тернопільський національний економічний університет*

Системи моніторингу на основі технології безпроводних сенсорних мереж (БСМ) знаходять широке застосування в різних сферах діяльності людини [1]. Крім найбільш поширених систем технічного та екологічного моніторингу, останнім часом все більше дослідників звертають увагу на розробку людино орієнтованих систем, тобто систем направлених на підвищення рівня безпеки та забезпечення комфорту проживання людини [1]. Так як БСМ працюють на частоті 2,4 ГГц, та враховуючи інтенсивне використання в міському просторі інших безпроводних технологій (Wi-Fi, Bluetooth та ін.) актуальною є задача забезпечення надійної роботи систем моніторингу побудованих на основі стандарту IEEE 802.15.4. Також при розробці протоколів передачі даних БСМ необхідно врахувати затрати енергії, так як більшість застосувань БСМ використовують автономні джерела живлення.

В [2] показано, що використання спільних частотних каналів Wi-Fi і ZigBee приводить до різкого збільшення кількості втрачених пакетів в ZigBee мережах. Для забезпечення заданої надійності передачі даних в БСМ розроблено і використовуються наступні схеми контролю помилок: ARQ, FEC, HARQ [2, 3]. З наведених схем, найбільш ефективною, з позиції мінімальних енергозатрат та пропускної здатності є схема HARQ [3]. Однак використання даної схеми передбачає зміну алгоритму завадостійкого кодування (вибір при необхідності більш потужного корегуючого коду), що приводить до неефективного використання обчислювальних ресурсів безпроводних модулів.

В даній роботі пропонується адаптивна схема контролю помилок в БСМ на основі модулярних корегуючих кодів. Особливістю даних кодів є можливість адаптивно змінювати корегуючі можливості коду без зміни алгоритму кодування.

В модулярних корегуючих кодах значення перевірного символу обчислюється за формулою [4]:

$$x_{n+1} = |(v_1 \cdot x_1 + v_2 \cdot x_2 + \dots + v_i \cdot x_i + \dots + v_n \cdot x_n)|_P, \quad (1)$$

де  $v_i$  – взаємно прості коефіцієнти з  $P$ ,  $x_i$  – значення інформаційного символу.

Обчислення одного перевірного символу дозволяє виправляти помилки в двох інформаційних символах. Для того, щоб виправити помилки в чотирьох інформаційних символах обчислюємо додатковий перевірочний символ  $x_{n+2}$  з новими взаємно простими коефіцієнтами  $w_i$ .

Значення наступного перевірного символу обчислюється за формулою:

$$x_{n+2} = |(w_1 \cdot x_1 + w_2 \cdot x_2 + \dots + w_i \cdot x_i + \dots + w_n \cdot x_n)|_P, \quad (2)$$

Отже, використання модулярних корегуючих кодів дозволяє реалізувати адаптивну схему контролю помилок в БСМ. Суть даної схеми полягає в тому, що пакет даних відправляється з додаванням одного перевірного символу, який дозволяє виправляти помилку в двох інформаційних символах, якщо помилку виправити не вдалося то приймач відправляє відповідний запит. Отримавши запит, передавач передає не цілий пакет даних а тільки наступний перевірочний символ. Отримавши другий перевірочний символ декодер може виправити помилки в чотирьох інформаційних символах. Відповідно, відбувається підвищення надійності передачі даних при зменшенні затрат енергії.

Реалізація адаптивної схеми контролю помилок забезпечує зменшення затрат енергії та ефективне використання пропускної здатності каналів зв'язку порівняно з відомими схемами.

## СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Ian F Akyildiz, Mehmet Can Vuran. Wireless Sensor Networks. John Wiley & Sons Ltd., 2010, 493 p.
2. Howard S. L., Schlegel C., Iniewski K. Error control coding in low-power wireless sensor networks: When is ECC energy-efficient? // EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking. – 2006. – Т. 2006. – №. 2. – Р. 29.
3. Vuran M. C., Akyildiz I. F. Error control in wireless sensor networks: a cross layer analysis. IEEE/ACM Transactions on Networking, 17(4). – 2009. – P.1186–1199.
4. Yatskiv V. Multiple Error Detection and Correction Based on Modular Arithmetic Correcting Codes / V. Yatskiv, T. Tsavolyk, Hu Zhengbing // Proceedings of the 8-th 2015 IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems, IDAACS'2015, Warszawa, Poland, 2015, Volume 2. – P. 850-854

УДК 674:658.011.54/56

# **ФОРМАЛІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ ЛІНІЙ ЗІ СТОХАСТИЧНОЮ ТРИВАЛІСТЮ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ**

*к.т.н. Іванишин Т.В., Національний лісотехнічний університет України, м. Львів*

Проектування чи оптимізація будь-якої деревообробної автоматизованої лінії (АЛ) є складною задачею з точки зору її формалізації, оскільки якісні показники роботи будь-якої машинної системи залежать від неперервної зміни тривалості верстатних операцій, зумовленої впливом на неї значної кількості випадкових збурювальних факторів [1-2]. До таких факторів можна віднести стохастичну мінливість розмірно-якісних характеристик та фізико-хімічних властивостей оброблювальних заготовок, професійність операторів, технічний стан інструментів і устаткування тощо [1].

Застосування аналітичного апарату систем масового обслуговування для математичного опису процесу роботи АЛ сьогодні є обмеженим, оскільки механічне оброблення заготовок на дільницях лінії не можна вважати найпростішим (марковським) процесом [1]. Проведені багаточисельні експериментальні дослідження показали, що потік інтервалів випуску продукції в багатоверстатних системах різної структури має не показниковий, а ерланговий розподіл ймовірностей і описується функцією [1-2]:

$$F(t) = p\{\tau < t\} = 1 - e^{-K_{\mu}t} \sum_{i=0}^{K-1} \frac{(K_{\mu}t)^i}{i!},$$

де  $p\{\tau < t\}$  – ймовірність того, що тривалість технологічної операції  $\tau$  буде меншою за деяке її значення  $t$ ;

$\mu$  – інтенсивність (продуктивність)  $i$ -ої технологічної операції:  $\mu = 1/\bar{t}$ ;

$K$  – параметр розподілу Ерланга (параметр стабільності технологічних операцій), який дорівнює відношенню квадрата середнього значення тривалості технологічної операції  $\bar{t}$  до величини її дисперсії  $S^2(t)$ :  $K = \bar{t}^2 / S^2(t)$ .

Статистичне оброблення отриманих результатів експериментів та аналіз статистичних закономірностей розподілу відхилень параметра  $t$ , інтенсивності  $\mu$  потоків оброблення й дисперсії  $S^2(t)$  тривалості операцій, що мають визначальне значення під час моделювання роботи автоматизованих ліній в умовах стохастичної невизначеності їх параметрів, дали змогу побудувати імітаційні моделі різнотипних АЛ та синтезувати імперичні математичні моделі для розрахунку якісних показників верстатів і ліній у цілому, зокрема: коефіцієнтів використання робочого часу, накладених втрат робочого часу, продуктивностей та витрат на випуск продукції [1-2].

Отримані математичні моделі стали основою розроблених методів кількісного та якісного оцінювання роботи АЛ з урахуванням деструктивного впливу ймовірнісних збурювальних факторів, що є подальшим розвитком наукових основ оптимального проектування автоматизованих ліній та оптимізації їх структур і параметрів [1, 3-4].

## СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Елементи теорії автоматичних ліній / Д. Л. Дудюк, Л. Д. Загвойська, В. М. Максимів, Л. М. Сорока. – Київ-Львів, 1998. – 190 с. – ISBN 5-7763-2642-7.
2. Імітаційне моделювання гнучких автоматизованих ліній у лісовиробничому комплексі: [монографія] / [Д. Л. Дудюк, В. М. Максимів, Т. В. Іванишин та ін.]. – К.: фірма “Віпол”, 1996. – 140 с. – ISBN 5-7763-2415-7.
3. Іванишин Т. В. Формализация критерия оптимизации систем машин из стохастическими интервалами обработки заготовок / Т. В. Иванишин // Актуальные проблемы лесного комплекса: сб. науч. труд. по итогам междунар. науч.-техн. конф. – Брянск: БГИТА, 2008. – Вып. № 21. – С. 240–242. – ISBN 5-98573-016-6.
4. Іванишин Т. В. Формализация качественных показателей работы двухстаночных автоматизированных линий с жестким агрегатированием оборудования / Т. В. Иванишин // Наука и мир: Международный научный журнал. – № 3 (7), Том 1. – Волгоград: Изд. «Научное обозрение», 2014. С. 174-176. - ISSN 2308-4804.

УДК 004.05

# МЕТОДОЛОГІЯ ОЦІНКИ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

*д.т.н. Кузь М.В., Андрейко В.М., Івано-Франківський університет права  
ім. Короля Данила Галицького*

Методичні документи, що поширюються на засоби вимірювальної техніки, не вимагають здійснення статичного тестування програмних засобів, на відміну від цього, при оцінці якісних показників програмних продуктів таке тестування здійснюється [1].

Тому проведено виокремлення якісних показників програмного забезпечення для оцінки впливу цих показників на метрологічні характеристики даних засобів вимірювань [2]. З асортименту показників вибрані тільки ті оціночні елементи, для яких можна визначити числові значення впливу на вимірювані параметри і, в результаті цього, оцінити вплив на похибку засобів вимірювальної техніки [3]. Розроблена методика визначення показників якості, яка полягає в наступному. Числові значення показників якості визначаються за формулою:

$$q_e = \begin{cases} 1 - \frac{|f_1(o_e) - f_2(o_e)|}{f_2(o_e)}, & \text{при } 1 \leq e \leq 4 \\ 1 - \frac{f_3(o_e)}{f_4(o_e)}, & \text{при } 5 \leq e \leq 8 \\ \begin{cases} 1, & \text{якщо } f_5(o_e) \leq f_6(o_e) \\ 1 - \frac{f_6(o_e)}{f_5(o_e)}, & \text{якщо } f_5(o_e) > f_6(o_e) \end{cases}, & \text{при } 9 \leq e \leq 11 \\ \begin{cases} 1, & \text{якщо } S_2 \leq S_1 \\ 1 - \frac{|f_7(o_e) - f_8(o_e)|}{f_8(o_e)}, & \text{якщо } S_2 > S_1 \end{cases}, & \text{при } e = 12 \end{cases}, \quad (1)$$

де  $q_e$  – показник якості програми;

$e$  – порядковий номер показника якості та відповідного оціночного елемента;

$o$  – оціночний елемент;

$f_1(o_e), f_2(o_e), f_3(o_e), f_4(o_e), f_5(o_e), f_6(o_e)$  – функціональні залежності якісних показників;

для  $e = 1$ ,  $q_1 = 1$  якщо алгоритм роботи програми передбачає здійснення оцінки вхідних даних на наявність промахів, у протилежному випадку  $f_1(o_1) = |o_{1\max}|$ ,  $f_2(o_1) = \overline{o_1}$ , де  $o_1$  – вимірювана фізична величина, набір значень якої є вхідними даними, що обробляються програмним забезпеченням; для  $e = 2$  при використанні середньостатистичних або приблизних значень параметрів, які не вимірюються  $f_1(o_2) \approx \overline{o_2}$ ,  $f_2(o_2) = o_2$ , де  $o_2$  – вимірювана фізична величина, у протилежному випадку  $q_2 = 1$ ; для  $e = 3$  при визначенні відхилення внесеної в програму і отриманої за результатами калібрування градуювальних характеристик датчиків фізичних величин, що входять до складу засобів вимірювальної техніки,  $f_1(o_3) = o_{3П}$ ,  $f_2(o_3) = o_{3М}$ , де  $o_{3П}$ ,  $o_{3М}$  – значення фізичної величини, визначеної за формулою градуювальної характеристики датчика, внесеної до програми та визначеної за результатами калібрування на кожній досліджуваній точці градуювальної характеристики, відповідно. Із обчислених значень вибирають найменше значення, тобто  $q_3 = (q_3)_{\max}$ ; для  $e = 4$  при визначенні впливу суперечності у виконанні алгоритму роботи програми на метрологічні характеристики засобів вимірювальної техніки,  $f_1(o_4) = o_{4П}$ ,  $f_2(o_4) = o_{4С}$ , де  $o_{4П}$ ,  $o_{4С}$  – значення фізичної величини, обчисленої за алгоритмом описаним в програмних чи методичних документах, та значення фізичної величини отримане нею внаслідок впливу суперечності (наприклад, переприсвоєння), відповідно; для  $e = 5$  при визначенні показника стійкості до спотворюючих дій  $f_3(o_5) = D$ ,  $f_4(o_5) = K$ , де  $D$  – кількість експериментів, в яких спотворююча дія приводила до відмови,  $K$  – кількість експериментів, в яких імітувалися спотворюючі дії; для  $e = 6$  при оцінці ймовірності безвідмовної роботи  $f_3(o_6) = Z$ ,  $f_4(o_6) = N$ , де  $Z$  – кількість зареєстрованих відмов,

$N$  – кількість експериментів; для  $e=7$  при оцінці достатності отриманої інформації для продовження роботи  $f_3(o_7)=l$ ,  $f_4(o_7)=n$ , де  $n$  – необхідна (достатня) кількість значень фізичної величини,  $l$  – фактична кількість отриманих значень; для  $e=8$  при оцінці впливу кількості знаків після коми в результатах обчислень, які видаються програмою, на метрологічні характеристики засобів вимірювальної техніки  $f_3(o_8)=10^{-f}$ ,  $f_4(o_8)=o_8$ , де  $o_8$  – числове значення результату обчислень,  $f$  – наявний в результаті знак після коми; для  $e=9$  при оцінці тривалості перетворення вхідного набору даних у вихідний  $f_5(o_9)=T_{pi}$ ,  $f_6(o_9)=T_{pi}^{доп}$ , де  $T_{pi}^{доп}$  – допустимий час перетворення  $i$ -го вхідного набору даних,  $T_{pi}$  – фактична тривалість перетворення  $i$ -го вхідного набору даних; для  $e=10$  при оцінці часу виконання програми  $f_5(o_{10})=T_v$ ,  $f_6(o_{10})=T_v^{доп}$ , де  $T_v^{доп}$  – допустимий час виконання програми,  $T_v$  – фактична тривалість виконання програми; для  $e=11$  при оцінці часу реакції і відповідей програми  $f_5(o_{11})=T_p$ ,  $f_6(o_{11})=T_p^{доп}$ , де  $T_p^{доп}$  – допустимий час реакції і відповідей програми,  $T_p$  – фактична тривалість реакції і відповідей програми; для  $e=12$  при оцінці результатів обчислень програмою у випадку використання числових методів, що відрізняються від описаних в програмній документації, з використанням критеріїв оптимальності [4]  $f_7(o_{12})=p_{апр2i}$ ,  $f_8(o_{12})=p_{експi}$ , де  $p_{апр2}$  – значення фізичної величини обчислені за методом, відтвореним в програмі,  $p_{експ}$  – експериментальні значення,  $S_1$ ,  $S_2$  – середні квадратичні відхилення обчислених значень фізичної величини за методом, описаним в програмній документації та за методом, відтвореним в програмі, відповідно, які визначаються за формулами:

$$S_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta_{1i}^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (p_{апр1i} - p_{експi})^2}{n(n-1)}}, \quad (2)$$

$$S_2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta_{2i}^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (p_{апр2i} - p_{експi})^2}{n(n-1)}}, \quad (3)$$

де  $p_{апр1}$  – значення фізичної величини обчислені за методом, описаним в програмній документації;

$n$  – кількість точок вимірювання.

Кінцева оцінка якості програмного забезпечення визначається узагальненим показником якості за методикою, наведеною в [5].

#### СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Оценка качества программных средств. Общие положения: ГОСТ 28195-89. – [Чинний від 1990-07-01]. – М.: Издательство стандартов, 1990. – 48 с. – (Міждержавний стандарт).
2. Кузь М.В. Метрологічне забезпечення вимірювань об'єму та об'ємної витрати природного газу в експлуатації: Монографія / М.В. Кузь. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2014. – 252 с.
3. Кузь М.В. Методика визначення метрологічних показників програмних засобів у сфері обліку газу на базі якісних показників / М.В. Кузь, В.М. Андрейко // Інформаційні проблеми комп'ютерних систем, юриспруденції, енергетики, економіки, моделювання та управління (ПНМК-2012): міжнар. проблемно-наук. міжгалузева конф., 07-10 червня 2012 р., Бучач: зб. наук. праць – 2012 – С. 307-312.
4. Марценюк Є.О. Особливості побудови критеріїв оптимальності параметрів в задачах ідентифікації математичних моделей в умовах стохастичної та інтервальної невизначеності / О.Є. Марценюк // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2015. – №2. – С. 108-111.
5. Кузь М.В. Методологія формування узагальненого критерію якості програмного забезпечення в умовах невизначеності / М.В. Кузь, Я.Т. Соловко, В.М. Андрейко. // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2015. – №5. – С. 104-107.



UDC 681.3.07

**A VISION-BASED COMPRESSION***PhD. Zybin Serhii, asp. Kis Gennadiy, State University of Telecommunications, c. Kyiv*

Nowadays there are two major trends in mass-consuming multimedia that influence telecommunication development.

The first tendency is a quality elevation of modern multimedia content. Resolution of photo matrices and frame rates are improved yearly by main HW vendors. So, recent camera standard of 4K (3840x2160) and 8K (7680x4320) UHDTV requires >100MB per a video frame. With frame rate growth (60 fps and more) it leads to increasing requirement of communication channels capacity.

Another trend is a widening of Internet access availability caused by mobile devices and global telecommunication market growth. Sharing any multimedia including TV and personal data is highly appreciated by customers. Rapid developing of cloud services can be observed; nobody stores data locally now.

Internet-based media devices have been added to the stack of home devices. Internet Protocol Television (IPTV) services offer cable TV-like services over home Internet connections. Every day customers are listening to and viewing the Internet, looking TV, video conferencing, sharing video in social networks. And all these tasks require multimedia streaming.

Upcoming 3D TV and 360 TV standards require significantly larger volume of data to transmit. For example, if higher-resolution video or stereoscopic video were introduced, stereoscopy is achieved through 120 fps video synchronized with shuttered glasses, with 60 fps delivered to each eye the communication service should provide this capability without essential investment.

Additionally, modern electronic devices typically consume a great deal of power, which means they are expensive over time and wasteful of energy resource.

One of the traditional approaches of big data storage and transmission is a data compression. Compression is a process of data redundancy elimination or reducing started with pioneering research of Shannon information theory. State-of-the-art JPEG2000 and MPEG-4 AVC/H.264 are two such examples of coding efficiency. Video compression standard is capable to reduce memory requirements in ten times; a typical MPEG-4 loss compression video has a compression factor between 20 and 200.

Mainly, proposed approach follows to idea introduced in [1]. Authors developed image compression techniques by identifying and utilizing visual features within images to achieve higher coding efficiency.

Inpainting can recover homogenous regions in a natural-looking manner, even when certain kinds of limited structure are present. However, conventional image inpainting is not effective at regenerating significant visual structure (e.g., structural edges), especially if they are unique or have special, exact placement in the image. These structural edges are conventionally relegated to conventional compression—so that they will reliably reappear in the regenerated image.

Nonetheless, structural data, especially edges, have a perceptual significance that is greater than the numerical value of their energy contribution to the entire image. Thus, the coding efficiency and the video quality of image coding techniques could be improved if the structural information might be properly exploited. What is needed is way to efficiently capture and organize structural information extracted from a source image so that an inpainter in a decoder can restore relatively large structural regions of the image with guidance that occupies very little data space/minimal bit stream bandwidth to transmit from encoder to decoder.

**REFERENCES**

1. Xiaoyan Sun, Feng Wu, Shipeng Li, Dong Liu patent US 8396312 B2 Vision-based compression 2013.

## СИСТЕМИ ФІКСАЦІЇ РУХУ МІРНОГО ЕЛЕМЕНТУ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ВИТРАТИ ГАЗУ

*асп. Мануляк І.З., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

Функціонально реалізація первинних перетворювачів, зокрема витрати газу, ґрунтується на перетворенні переміщень механічного мірного елементу в електричний сигнал, що в більшості випадків реалізується на основі сигналів імпульсного типу, які представляють вимірювальну величину в унітарному базисі [1]. Розвиток сучасних комп'ютерних інформаційно-вимірювальних систем з розподіленими контрольованими параметрами потребує більш надійних способів представлення даних при організації каналів передачі вимірювальної інформації. Сигнали унітарного базису є малоефективними, оскільки таке кодування не забезпечує належного захисту в каналах обміну даними, що потребує аналізу типових схем перетворення та можливості їх вдосконалення.

Типові реалізації первинних перетворювачів ґрунтуються на використанні елементів, які рухаються (обертальний, поступальний рух), що дозволяє розділити потік газу на дискретні об'єми, які представляються вимірювальними імпульсними сигналами [2]. Для фіксації обертальних рухів у перетворювачах використовують сенсори магнітоіндуктивні, оптичні, типу сухий контакт – геркони, давачі Холла, які дозволяють представити сигнал як послідовність імпульсів. Перевагами такого підходу є простота реалізації та зручність опрацювання згаданих сигналів. Проте використання простих рішень зумовлює ряд обмежень щодо форми і частотних характеристик вимірювальних сигналів, а також недоліками використання згаданих сенсорів є формування зайвих сигналів при малих швидкостях переміщення вимірюваного середовища та вплив завад промислового рівня у випадку реалізації інформаційно-вимірювальних каналів більшої відстані.

Типові реалізації первинних перетворювачів з механічним мірним елементом і сигнали, які формуються представлені на рисунку 1 [3]. Як можна побачити, використано різні технічні рішення для забезпечення достовірної інформації. Проте більшість пристроїв формування інформаційно-вимірювальних сигналів, що експлуатуються, не призначені для функціонування за наявності впливу різних промислових завад, а заміна первинних перетворювачів є недоцільною і неефективною. З метою часткового вирішення згаданої проблеми використовують схемотехнічні рішення на базі нелінійних елементів, які додатково накладають обмеження на частотні характеристики сигналів.



Отже, функціонування згаданих первинних перетворювачів в складі інформаційно-вимірювальних каналів систем обліку та споживання енергоносіїв характеризується наявністю спотворень сигналу, зумовленої нерівномірністю руху мірного елементу, а також наявністю експлуатаційних завад каналу передачі даних. Крім того, до спільних недоліків слід віднести значну інертність мірного елементу, яка зумовлена використанням матеріалів з густиною на кілька порядків більшою за густину вимірюваного середовища, що приводить до втрати точності та надійності.

### СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Волинський О. Систематизація характеристик теоретико-числових базисів та їх застосування для побудови високопродуктивних спецпроцесорів / О. Волинський, В. Пуял // Вісник ТНТУ. – 2011. – Том 16. – № 3. – С.183-189. – (приладобудування та інформаційно-вимірювальні технології).
2. Кремлевский П.П. Расходомеры и счетчики количества веществ: Справочник: Кн. 2 / Под общ. ред. Е. А. Шорникова. – 5-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Политехника, 2004. – 412 с.: ил.
3. Пристрої розподілу витрати та обліку газу. [Електронний ресурс]. Режим доступу до журналу: [http://uk.shram.kiev.ua/megafaza/gas\\_otmotat.shtml](http://uk.shram.kiev.ua/megafaza/gas_otmotat.shtml).

УДК 681.518

**ВИКОРИСТАННЯ ОЦІНОК ІНФОРМАЦІЙНОЇ ЕНТРОПІЇ В ШАБЛОНОВИХ МЕТОДАХ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ ПРЕДСТАВЛЕНИХ МОНОХРОМНИМИ ЗОБРАЖЕННЯМИ***д.т.н. Мельничук С.І., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

Технології опрацювання зображень при розпізнаванні об'єктів, зокрема знаково-символьних, широко застосовуються в автоматичних, автоматизованих та інформаційно-вимірювальних системах, системах телеконтролю, телефікації тощо. Однією з актуальних задач залишається реалізація систем автоматичного розпізнавання різноманітних маркувань та написів на контейнерах, вагонетках, залізничних вагонах, а також аналізу символічної інформації для ведення контролю та обліку тарованих матеріалів, тарованих енергоносіїв. В багатьох випадках вирішення задач ідентифікації ускладнено обмеженими обчислювальними ресурсами, що притаманно розподіленим системам, що зводить проблему до використання обчислювальних методів. Традиційно шаблонні методи реалізуються на основі амплітудних характеристик зображення об'єкту, зокрема інтегральний, потенційних функцій, кореляційний тощо, проте амплітудні характеристик містять лише частину інформації. В такій ситуації, при опрацюванні послідовності непохідних елементів, яка представляє розпізнаваний об'єкт, для порівняння доцільно використати значення однієї або декількох сумісно імовірнісних характеристик фрагментів зображення обчислених за еталонними шаблонами.

Значення імовірнісної характеристики стаціонарних процесів, що обчислюються за елементами шаблонних фрагментів зображення прямує до постійної величини, яка залежить від характеристик зображення та наявних спотворень. В ході опрацювання таких фрагментів відбувається зміна результуючого значення відповідної імовірнісної характеристики, що використовується як ознака форми об'єкту. Таким чином ідентифікацію об'єктів можна реалізувати шляхом оцінювання значення імовірнісних характеристик фрагментів зображення обчислених за еталонними, попередньо сформованими, шаблонами образів, що забезпечує покращення достовірності а також кількісних та якісних характеристик цифрових систем розпізнавання.

Основна ідея запропонованого підходу полягає у тому, що при ідентифікації (розпізнаванні) об'єкту, за його зображенням 1, використовують цифрові значення (код) кольору відповідних точок (пікселів), отриманих при оцифровуванні. Для кожного образу створюється окремий еталонний шаблон. При опрацюванні (див рис.1) шаблон 2 визначає фрагмент зображення 3, за яким обчислюється оцінка ентропії, значення якої в подальшому використовується в якості ознаки форми.

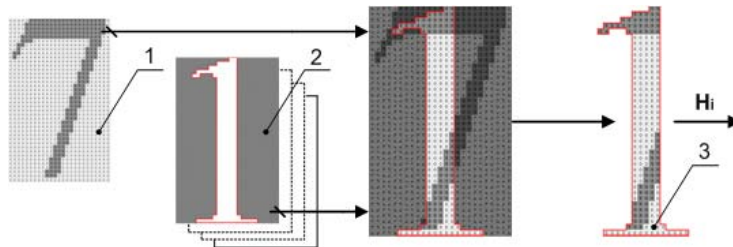


Рисунок 1 – Схема розрахунку оцінки ентропії за еталонним шаблоном: 1 – зображення об'єкту (цифри), який необхідно ідентифікувати; 2 – еталонні шаблони образів; 3 – фрагмент зображення за елементами якого розраховується оцінка ентропії  $N_i$ ;

При вирішенні задач ідентифікації одного об'єкту, наближення оцінки ентропії до нульового значення визначає ступінь його відповідності до задіяного еталонного шаблону образу об'єкту.

У випадку множинної ідентифікації об'єктів використовують набір еталонних шаблонів, за яким розраховується набір оцінок ентропії мінімальне значення серед яких, визначає приналежність отриманого зображення до відповідного образу об'єкту.

Запропонований спосіб забезпечує спрощення алгоритмічної та програмної реалізації, можливості використання в малопродуктивних обчислювальних системах а також зменшення чутливості до рівномірного спотворення зображень, що зумовлена впливом навколишнього середовища при оцифровуванні.

**СПИСОК ПОСИЛАНЬ**

1. Патент 103281 Україна, МПК(2006) G06K 9/64. Спосіб ідентифікації об'єктів за імовірнісними характеристиками фрагментів їх зображень / Мельничук С.І. (Україна). – заявка № а 2012 12161; заявл. 23.10.2012, опубл. 25.09.2013, Бюл. № 18.
2. Е.А. Бутаков, В.И. Островський, И.Л. Фадеев Обработка изображений на ЭВМ - М.: Радио и связь, 1987. – С. 240

УДК 004.9

**ІННОВАЦІЙНІ АКМЕ- ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ: КІБЕРАКМЕОЛОГІЧНА НЕЙРОПЕДАГОГІКА***д.т.н. Антонов В.М., НТУ України "КПІ ім. І. Сікорського"*

Головна мета кібернетично-акмеологічної акме- нейропедагогіки - застосування комп'ютерних інноваційних технологій для автоматизації проблем нейропедагогіки з метою виявлення ефективних та оптимальних методик, алгоритмів, програм розвитку, виховання, удосконалення та самовдосконалення акме- людини. Авторська методика якісної освіти та виховання базується на технології під назвою кіберакмеологічна нейропедагогіка, яка дозволяє реалізувати перелічені проблеми на основі розробленої фахівцями Української Академії Акмеології – Кібернетично Акмеологічної Медико-Біологічної Експертно-Аналітичної Гомеостазної Системи. Система аналізує зовнішні і внутрішні параметри, що характеризують стан Людини і робить наголос на «лікарняних засобах», які первинно закладені у організм кожної людини, так званому «Коді акме- Здоров'я Людини». Система «будує» індивідуальний паспорт Здоров'я, Патології, Аномалії Людини і видає їй рекомендації, технології, методики, програми, алгоритми щодо того, як стати акме- Здоровою, як підтримувати своє акме- Здоров'я, що треба робити, якщо людина хворіє.

І це робиться на основі концепції – що не існує двох однаково хворих Людей. У всіх своя система життєзабезпечення, патофізіологія, стан клітин і як наслідок - клінічне лікування – різне, тобто всі люди різні і за віком, і статтю, станом своїх біо- систем, забрудненістю організму, способом життя, менталітетом, характером, темпераментом, енергетикою (таких чинників, що досліджує Комп'ютерна Акме Система – більше 4 500).

По суті організм Людини – це її приватне інтимне «господарство». Фахівців Акмеологів та КіберАкмеологів цікавить увесь багатофункціональний організм Людини і її гемо динамічна функція - системно, комплексно та гармонійно. Те ж саме трапляється з вихованням та навчанням людини. Тобто необхідно враховувати її 4 500 характеристик (відмінностей, особливостей), які впливають на Генотип та Фенотип особи.

Автором також досліджуються акме- перцептивні здібності (perceptual abilities) педагога та навчаємого. Педагогічні здібності реалізуються на перцептивно - рефлексивному і проєктивному рівнях. Педагогічні здібності характеризують розумові та емоційно-вольові якості особистості, які є взаємопов'язаними й утворюють єдине ціле. Вони передбачають високий рівень розвитку загальних (спостережливості, мислення, уяви) та спеціальних здібностей. Талановиті акме- педагоги захоплюються музикою, літературою, театром. Конкретні їх здібності включаються в педагогічну діяльність, підпорядковуються їй за наявності педагогічної спрямованості. За певних умов спеціальні педагогічні здібності можуть допомагати, нейтралізувати педагогічну діяльність або заважати їй. Систему педагогічних здібностей утворюють такі: дидактичні, академічні, гностичні, конструктивні, перцептивні, мовні, комунікативні, експресивні, організаторські - сугестивні, прогностичні педагогічна рефлексія, педагогічна спостережливості.

Ефективна діяльність акме- вчителя на уроці забезпечується його вмінням контролювати рівень знань учнів (отримувати інформацію про їх запити та успіхи у навчанні); усно і письмово викладати школярам навчальний матеріал; раціонально використовувати час, готувати і використовувати навчальні засоби, технічні і комп'ютерні засоби; вести діалог з учнями, здійснювати взаємодію з ними (насичувати спілкування з ними позитивними емоціями і почуттями); використовувати різні методи навчання.

**СПИСОК ПОСИЛАНЬ**

1. Кибер- акмеология образования в Украине: концептуальный аспект // Перспективные тренды развития науки: образование и воспитание, спорт: монография: автор.кол. Антонов В.Н., Гилев Г.А., Занина Л.В. и др. - Одеса: КУПРИЕНКО СВ. - 2016. - 182 с. (С. 74 - 94).
2. Научные ответы на вызовы современности: образование и вооспитание, спорт. В 2 книгах. К. 1: монография / авт.кол.: Антонов В.Н., Косолапов А.А., Мищенко Л.В. и др. -Одесса: КУПРИЕНКО СВ, 2016. - 159 с. Антонов В.М. Інноваційні підходи до розвитку освіти та виховання: моральна індивідуально-типова та гендерно-етасологічна концепція // Монографія Антонов В.М., Косолапов А.А., Мищенко Л.В. и др. С. 56 - 83. Входит в РИНЦ SCIENCE INDEX.
3. Антонов В.М. Нейропедагогіка: Кібернетично-акмеологічні аспекти // Міжнар. Конф. «Досягнення науки в 2015 році». - Київ. - 19 грудня 2015 р. К.: Центр наукових публікацій. -2015 -116 с. - С.18 - 22.



UDC 519.863

**DYNAMIC OBJECTS EMERGENCY STATE MONITORING BY LOW COST SENSORS***Doct. Viktor Shevchenko, PhD. Oleksiy Bychkov, Taras Shevchenko National University of Kyiv;**Alina Shevchenko, Main military medical clinical center "MMCH"*

Services for online emergency monitoring of people who find themselves in hazardous situations need now. It may be saviors in the area of emergency or ordinary people who have health problems or got into criminal hazardous situation. It may be children, who need of control by a parent or adult assistance in difficult situations. Mostly they have small economic opportunities. Therefore, the task of their safety should be addressed through affordable mobile devices. These devices must:

1. Provide an alarm using a simple and fast procedure.
2. Identify emergency automatically based on the current data monitoring.

3. Operative receiving more additional information about the type of emergency situation on the basis of standard sensors. The main efforts were applied to analytical processing of imperfect data and improve their informativeness. Analysis of previous publication showed that formulated problem is not trivial. The contradiction: on the one hand devices should be relatively cheap, on the other, must provide sufficient analytical information for operational analysis of the remote object, the environment and the ability for predicting. The moving route and state continuous monitoring problem is topical for these and many other situations.

The first part of the research use the most used standard means of distance monitoring and means of different type information combining. That is, on the one hand significantly narrowed the range of available analytical data. But on the other hand, reduced costs and research directed towards analytical processing of primary information regardless of whether the raw data give a direct answer to the analysts' questions. With standard mobile devices authors received information about the dynamic characteristics of the object of observation. The accumulation of data was performed remotely on a central server ERP - system with additional auxiliary servers. Data collection was performed both on-line and in off-line mode with the limitations on the relevance of time (lifetime) of information on the state of the object. Before loading into the data warehouse the processing was carried out using algorithmic language ABAP as part of SAP - system. The devices used were really limited capacity. Therefore, the accumulation of data was carried out only with a certain step at the time. This complicates the identification of high-frequency components of the dynamics of the object.

Script features identified on the basis of spatial-temporal indicators (tied to geographic coordinates), and summarized in the relevant maps scenarios. Each scenario has its typical behavior of spatial and temporal characteristics that are not suitable for the analysis. Therefore, based on these aggregate indicators are constructed: numeric and graphic. Researchers take into account information on predicted behaviors facility. These data allow us to preliminary conclusions about the origin and approach of emergencies related to the object of observation.

Geographic coordinates converted to linear measurements that count relatively basic reference point. Analysis moments of random variables allow formalize the results and to express them numerically. It is also necessary to analyze derivatives of coordinates changing. At first define full acceleration. After that define orientation of device in space by comparing axis's and full accelerations. Then we compare accelerations with standards. Standards have also been used in previous stages and research. The data elaborated before comparing with the standards. Were computed statistical moments and sliding average method was used. It is possible to find characteristic signs of dangerous situations and other basic script behavior. Dangerous situations and scenarios form the basic overall picture of the situation. This is particularly important in cases where a state of emergency has not come yet, but there are all the signs of its approach. Timely identification of approaching danger allow timely to implement proactive action. The losses significantly reduced.

Studies have shown that intense overcome and out of critical condition have very characteristic features. This is important because the stage out of critical condition, a person is difficult to adequately assess the situation. Sometimes people mistakenly take steps towards new disasters, sometimes more severe than those which could be avoided. Analysis of spectral characteristics primary and secondary (processed) data on the dynamic behavior of the facility showed high promise. Spectral analysis simplifies the process of creating and using libraries of standard events. Note that a direct answer to questions about the state of object identification, spectrum cannot provide. The solution lies in combining spectral data and data from other methods of analysis.



УДК 620.198

**БАГАТОШАРОВІ ІНТЕРМЕТАЛІДНІ ЖАРОСТІЙКІ  
ПОКРИТТЯ НА СТАЛІ 08X16H11M3**

*к.т.н. Степанишин В.І., д.т.н. Голубець В.М., к.т.н. Гончар І.М., ДВНЗ "Національний  
лісотехнічний університет України", м. Львів*

Надійність та високі експлуатаційні характеристики більшості деталей машин і механізмів суттєво залежать від стану їх поверхні та її фізико-механічних властивостей. Ефективним методом підвищення корозійної стійкості металів і сплавів в умовах одночасної дії високих температур і агресивних середовищ є дифузійне насичення їх поверхні елементами, що здатні утворювати захисні поверхневі шари.

У пропонованій роботі досліджено процеси формування на поверхні сталі 08X16H11M3 дифузійних алюмінідних і нікель-алюмінієвих покриттів.

Покриття отримували рідкофазним способом. Алітирування проводили шляхом ізотермічної витримки зразків при температурі 1000°C в розплаві натрій-алюміній.

В результаті алітирування сформувалося покриття, суцільне по всій поверхні зразків товщиною 150...200 мкм і пористе в поверхневому шарі. Металографічним аналізом виявлено щонайменше 4 структурні шари з різним ступенем травлення. За даними фазового і дюрOMETричного аналізів алюміній в покритті знаходиться переважно у виді інтерметалідів  $\text{Ni}_2\text{Al}_5$ ,  $\text{NiAl}$ ,  $\text{NiAl}_3$ ,  $\text{FeAl}$ ,  $\text{FeAl}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{Al}_5$ ,  $\text{FeAl}_2$ . Крім цього виявлено карбіди типу  $\text{Me}_{23}\text{C}_6$ . Алюмініди хрому в покритті не виявлені. Середнє значення мікротвердості покриття становить  $\approx 6$  ГПа, що відповідає табличним значенням мікротвердості сполук  $\text{FeAl}$  і  $\text{NiAl}_3$ , тобто вказані фази є домінуючими.

Дифузійне насичення зразків нікелем проводили в розплаві  $\text{Li} - 10 \text{ мас.}\% \text{ Ni}$  при температурі 900°C впродовж 10 годин. Після того, зразки дифузійно насичували зі сплаву  $\text{Na} - 5 \text{ мас.}\% \text{ Al}$ . В результаті отримували багатокомпонентне покриття товщиною  $\approx 70$  мкм рівномірне і суцільне по всій поверхні.

З допомогою металографічного дюрOMETричного і мікрорентгеноспектрального аналізів встановлено, що покриття складається з чотирьох структурних шарів з різним фазовим складом і мікротвердістю. Шар покриття на границі з матрицею товщиною до 15 мкм з мікротвердістю 7,5...8 ГПа відповідає фазовому складу  $\text{NiAl}_3$ ,  $\text{NiAl}$ ,  $\text{FeAl}$ . Цей шар складається переважно із стовбчастих зерен орієнтованих у напрямку матриця-поверхня.

Наступний шар товщиною 20-25 мкм складається з більш крупних зерен неправильної форми з мікротвердістю 9,5...11 ГПа. В ньому присутні значна кількість інтерметалідів з більш високою концентрацією алюмінію:  $\text{FeAl}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{Al}_5$ ,  $\text{FeAl}_2$ ,  $\text{Ni}_2\text{Al}_5$ ,  $\text{Ni}_2\text{Al}_3$ . Максимальна мікротвердість (до 13 ГПа) наступного тонкого (10...15 мкм) шару обумовлена наявністю в покритті фаз втілення: карбідів і нітридів, зокрема, нітридів алюмінію. Поверхневий шар покриття має мікротвердість  $\approx 8,5$  ГПа. Структура цього шару сформувалась внаслідок дифузійного насичення нікелевого покриття алюмінієм і складається, в основному, з інтерметалідів нікелю і заліза з високим вмістом алюмінію. Вміст нікелю в напрямку від границі розділу матриця-покриття до поверхні збільшується досягаючи максимуму ( $\approx 50 \text{ мас.}\%$ ) на віддалі  $\approx 30$  мкм від поверхні. Такий характер розподілу нікелю в покритті обумовлений поетапністю формування останнього. При дифузійному насиченні нікельованих зразків алюмінієм відбувається витіснення концентраційного максимуму нікелю в глибину покриття.

Дослідження зразків з покриттями проводили в рідкому літї при температурах 500°C, 600°C і 700°C, мінімальний час витримки – 10 годин, максимальний час витримки – 100 годин. У всіх досліджуваних зразків покриття збереглося, хоча в окремих випадках змінилася його товщина. Рентгенофазовий, дюрOMETричний, металографічний, гравіметричний і мікрорентгеноспектральний аналізи дозволяють стверджувати, що в процесі витримки зразків літїю проходить часткове розчинення алюмінію з покриття.  $\text{Ni}$  і  $\text{Cr}$  в покритті перебувають у вигляді сполук, переважно карбідів.

Покриття таким чином суттєво знижує розчинність в літїю нікелю і інших компонентів сталі, підвищуючи тим самим її корозійну стійкість.

УДК 681.3

**РОЗРАХУНОК НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ БАГАТОШАРОВИХ  
ОБОЛОНОК МЕТОДОМ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ***к.т.н. Алексейчук О.М., НТУ України "КПІ ім. І. Сікорського"*

**Вступ.** Багатошарові конструкції широко застосовуються в машинобудуванні, суднобудуванні, в авіаційній промисловості і ракетній техніці. Сучасний розвиток техніки зумовлює широке застосування багатошарових конструкцій, що працюють в умовах зовнішніх впливів високої інтенсивності - силових, температурних та ін., як статичних, так і динамічних.

Розрахунок такого роду конструкцій вимагає використання уточнених теорій, які засновані на більш складних розрахункових схемах і враховують ефекти поперечного зсуву та поперечного обтиснення. У розрахунках на міцність багатошарових конструкцій з використанням пружної моделі потрібна висока точність визначення усіх компонентів її напружено-деформованого стану. Огляд літератури, який присвячений розрахункам шаруватих пластин та оболонок [1,2], показує, що ці розрахунки засновані на використанні різних гіпотез. В якості чисельного методу найбільш зручно використовувати метод скінченних елементів, що дозволяє отримувати достатньо коректні результати при розрахунку просторових тривимірних конструкцій з однорідного матеріалу. Використання об'ємних скінченних елементів в розрахунках оболонок дозволяє визначати напружено-деформований стан таких конструкцій без застосування будь-яких гіпотез про деформування нормалі до серединної поверхні.

**Метою дослідження** є розробка й удосконалення алгоритмів формування матриць жорсткості об'ємних скінченних елементів з невідомими вузловими переміщеннями; розробка алгоритмів перетворення матриць жорсткості і векторів вузлових навантажень таких елементів, що примикають до кордону розділу шарів оболонок з різними фізико-механічними властивостями.

Для розв'язання плоскої задачі [3] використаний об'ємний скінченний елемент з поперечним перерізом у вигляді довільного чотирикутника. Для виконання чисельного інтегрування довільний чотирикутник, що визначений в глобальних координатах, відображається на квадрат з локальними координатами [3]. Глобальні координати визначалися через локальні координати білінійними співвідношеннями.

В якості вузлових невідомих скінченого елемента прийняті переміщення вздовж осей в декартових координатах. Для апроксимації переміщень внутрішніх точок скінченного елемента використовувалися поліноми Ерміта третього ступеня.

При отриманні матриці жорсткості скінченного елемента використовувався функціонал Лагранжа про рівність робіт внутрішніх і зовнішніх сил при навантаженні.

**Висновки**

Отримані співвідношення між векторами вузлових невідомих на межі розділу шарів оболонки з різних матеріалів для об'ємного скінченного елемента з поперечним перерізом у формі довільного чотирикутника з вузловими невідомими у вигляді переміщень, що дозволяє виконання розрахунків довільно навантажених шаруватих оболонок без спрощуючих геометричних гіпотез.

Результати розрахунку порівнювалися з результатами, отриманими на основі експериментальних, чисельних та аналітичних методів [1,2]. Максимальна кількість скінченних елементів в задачах складала не більше 1000. Максимальна кількість ітерацій складала не більше 50. Похибка у визначенні прогинів у центрі оболонки не більше 0,2%.

**СПИСОК ПОСИЛАНЬ**

1. Пискунов В. Г., Рассказов А. О. Развитие теории слоистых пластин и оболочек. // Прикладная механика. – 2012. – Т. 38. – № 2. – С. 22 – 56
2. Плеханов А. В. К численному решению задач о напряженном состоянии пластин и пологих оболочек на основе итерационной модели // Прикладная механика. – 2012. – Т. 38. – №8. – С. 99 – 104.
3. Трубачев С.И., Алексейчук О.Н. Расчет многослойных композитных оболочек с учетом нелинейного распределения перемещений по толщине заполнителя// Інформаційні системи, механіка та керування.-2009.-№2-С.46-52.

UDC 539.3: 517.3

# ON ONE APPLICATION OF THE METHOD OF GENERALIZED INTEGRAL TRANSFORMATIONS

*PhD. Kozin O.B., PhD. Trofimenko O.G., National University "Odessa Academy of Law";  
PhD. Papkovskaya O.B., PhD. Kozina M.O., Odessa National Polytechnic University*

The present report is interesting by application of a generalized method of integrated transformations to the analysis of stress - strain state of shallow shells in the form of a band. In this work curving cylindrical shell have a support. This support is considered internal, rigid and semi-infinite. The support causes ruptures of generalized cutting forces. It is proposed to reduce this boundary value problem to the Riemann problem using the generalized method of integral transformations.

Development of effective methods for defining the state of tension and deformation of structures having thin inclusions, supports, cracks and other concentrators of effort is an important task, both from a theoretical and practical point of view, because of their great practical application.

Analytical method of generalized integral transformations is one of the branches of the method of boundary elements. It does not require high capacity for high performance computing. This method is based on the reduction of the problem to a system of integral equations or to a Riemann problem, taking into account the characteristics of these equations.

The exact solution of a bending of a shallow shell, in the presence of a semi-infinite Winkler support was obtained in [1], by reduction to the Riemann problem.

The present report is devoted to reduce this boundary value problem to the Riemann problem using the generalized method of integral transformations.

A cylindrical, shallow shell is considered. The projection of this shell on the plane is the strip  $(0 \leq y \leq b; -\infty < x < \infty)$ . It is assumed that this shallow shell is on simple supports along the boundaries  $(y = 0, b; -\infty < x < \infty)$  and is reinforced by the intermediate rigid support  $(y = b/2 \equiv l; 0 < x < \infty)$ . The shell is under the transverse even load, applied to its surface, with respect to the straight line  $y = l$ . The charge has an intensity  $q(x, y)$ . The contact between the shell and the support is assumed to be smooth, complete, bilateral and continuous. It is proposed to denote  $\psi(x)$  - the tensions existing in the shell at the zone of contact with the support. Using [2], we realize the mathematical formalization of this boundary problem through the function  $\theta(x, y)$ .  $\theta(x, y)$  represents the complex function, which define  $w(x, y)$  - deflection of the surface of the middle of the shell and  $\varphi(x, y)$  - function of the tensions of the shell.

The presence of the support causes the rupture of the continuity of the generalized cutting forces  $V_y$  of the shell (on this line). In addition, the deflection, angles of rotation of the normal to the mid-surface, bending moment, shear forces and displacement along the  $x$  and  $y$  axes remain continuous. The deflections of the shell are zero in the area of contact with the support.

To solve the problem, further, we introduce the following functions

$$\psi_+(x) = \begin{cases} \psi(x), & x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases} \quad \psi_-(x) = \begin{cases} 0, & x \geq 0 \\ f_1(x), & x < 0 \end{cases}$$

where  $f_1(x)$  is the unknown function.

These functions make possible to write the boundary conditions and conditions for reinforcement on the interval  $-\infty < x < \infty$ . Further we apply the Fourier transformation with respect to the variable  $x$  to the differential equation, boundary conditions, and conditions on reinforcement on the interval  $-\infty < x < \infty$ .

The unknown function  $\theta_\alpha(y)$  is obtained in the form of a sum, and it is found with the corresponding Greene function  $G_\alpha(y, \eta)$ . By applying conditions for reinforcement with  $\theta_\alpha(y)$ , we obtained the non-homogeneous Riemann problem on a real axis.

## REFERENCES

1. Красный Ю. П. Изгиб бесконечной пологой оболочки при наличии винклеровской полубесконечной опоры / Ю. П. Красный, А. Б. Козин, О. Б. Папковская // Наук. вісн. Міжнар. гуманіт. ун-ту. Серія: Інформаційні технології та управління проектами. – 2012. – № 4. – С. 29-32.
2. Козин А. Б. Напряженно-деформируемое состояние оболочки с включением при изгибе / А. Б. Козин, О. Б. Папковская // Пр. Одес. політехн. ун-ту. – 2014 – Вип. 2 (44). – С. 15-20.

УДК 628.477.8:674.8

**СПАЛЮВАННЯ ДЕРЕВНОЇ БІОМАСИ В ТОПКАХ ІНЖЕКТОРНОГО ТИПУ***к.т.н. Гончар І.М., к.т.н. Пристая О.Д., к.т.н. Гасій О.Б., ДВНЗ "Національний лісотехнічний університет України", м. Львів*

У зв'язку зі значним підвищенням вартості газу та інших енергоносіїв виникла необхідність в екологічно чистому отриманні теплової енергії шляхом використання альтернативних відновлювальних видів палива, одним з яких є деревина.

Сучасні методи спалювання деревини в піролізних котлах та котлах прямого горіння не дозволяють досягати згоряння всіх речовин, що є в структурі деревини, тобто ці процеси відбуваються з виділенням диму. Процес горіння з виділенням диму має значні недоліки: відбувається осадження сажі на поверхнях що здійснюють теплопередачу до теплоносія; на ці поверхні осідають недогорілі залишки смол та інших органічних речовин, що завжди присутні у структурі деревини. Це суттєво знижує коефіцієнт корисної дії котла, оскільки теплопровідність металічних деталей топки покритих вищезгаданими продуктами недогоряння значно зменшується. Ці явища пов'язують з надмірною вологістю деревини.

Відомо, що окислення целюлози при високій температурі (горіння деревини) відбувається з утворенням вуглекислого газу та водяної пари (з 1 кг абсолютно сухих дров при згорянні виділяється 0,567 кг води), тому висушування дров навіть до нульової вологості не дає можливості ліквідувати вищеперераховані негативні явища. Основною причиною їх виникнення є недостатня газифікація процесу горіння, тобто недостатня кількість кисню або неможливість його контакту з горючими частинками деревини чи газів, які утворюються. Тому розроблення технології спалювання деревини та її відходів з повним згорянням всіх речовин що є у її структурі є важливою науково-технічною і практичною задачею.

Нами розроблена нова технологія та конструкція котла для високоефективного бездимного повністю газифікованого спалювання деревної маси будь-якої вологості. Процес відбувається за новим, інжекторним способом спалювання деревного палива шляхом його повної газифікації, тому запропонований тип котлів названо інжекторними.

До конструкції інжекторного котла входить топка та теплообмінник. Деталі котла, які працюють при високій температурі, виготовляються зі спеціальних термостійких матеріалів, оскільки за результатами попередніх експериментів встановлено, що сталеві чи чавунні комплектуючі розтоплювалися під дією високої температури.

В інжекторних топках ефективно спалюється сира деревина твердих і м'яких порід. Високий коефіцієнт корисної дії ( $\approx 94\%$ ) досягається за рахунок того, що під час проходження водяної пари, що виділяється при згорянні деревини, через розжарене деревне вугілля відбувається процес розкладання води з утворенням двох горючих газів – водню та монооксиду вуглецю. За рахунок регульованої подачі в інжекторні форсунки котла потрібної кількості повітря гарантується контакт всього наявного в топці палива з киснем, що забезпечує повну газифікацію процесу і вигорання всіх продуктів термічного розкладання деревини (вуглецю, водню, чадного газу, смол і т.п.). Тобто процес є бездимним і екологічно чистим, тому що в атмосферу викидається тільки окис вуглецю і водяна пара. Крім цього на робочих поверхнях котла і димоходу ніколи не спостерігається відкладень сажі та смол.

Процес горіння в інжекторному котлі за коефіцієнтом надлишку повітря близький до спалювання природного газу. Водяна пара, що виділяється з деревини в цьому процесі, відіграє подвійну позитивну роль - використовується для теплопередачі та приймає участь в процесі спалювання шляхом газифікації деревного вугілля.

Застосування нового способу спалювання деревини в топках вищезгаданої конструкції забезпечує найвищий, у порівнянні з іншими коефіцієнт корисної дії.

В Україні є значні ресурси дров та відходів деревини, що створює добрі техніко-економічні і екологічні перспективи для їх високоефективного енергетичного використання як альтернативного та відновлювального джерела енергії. Це дозволить в значній мірі забезпечити потреби споживачів в дешевій тепловій енергії. Тому пропонується технологія спалювання деревної біомаси заслуговує на подальше глибоке теоретичне та експериментальне вивчення.

УДК 620.193: 620.198

### ЗАХИСНІ ВЛАСТИВОСТІ ВАКУУМНИХ ЙОННО-ПЛАЗМОВИХ КОНДЕНСАТІВ В АГРЕСИВНИХ СЕРЕДОВИЩАХ

к.т.н. Гасій О.Б., д.т.н. Голубець В.М., к.т.н. Степанишин В. І., ДВНЗ "Національний лісотехнічний університет України", м. Львів

Дослідження корозійної, кавітаційно-ерозійної, корозійно-механічної стійкості та корозійно-втомної міцності одно- та двошарових вакуумних йонно-плазмових покриттів на основі Ti, Ni, Mo, Fe, Cr, Nb проводили в розчинах  $H_2SO_4$ ,  $H_3PO_4$ , HCl,  $HNO_3$ , NaCl, воді різної жорсткості та емульсолі.

Порівняння корозійної стійкості покриттів проводили за швидкістю корозії, яка для різних досліджуваних покриттів в розчині  $H_2SO_4$  менше до 22 разів в порівнянні з непокритим зразком, у розчині  $H_3PO_4$  - до 13 разів, у розчині  $HNO_3$  - до 15 разів, у розчині HCl - до 11 разів. Аналіз поляризаційних кривих засвідчив, що найкращими захисними властивостями в 5%-му розчині  $H_2SO_4$  володіють покриття з TiN, Ti, FeCr і Nb (рис. 1), для яких характерне утворення стійкої пасивної плівки в широкому діапазоні потенціалів (0,8...1,2 В) і початок виділення водню при потенціалі 1,1 В. Значно вужчими є ділянки пасивного стану для покриттів з Mo і Ni – відповідно 0,3 В і 0,1 В. Задовільними показниками корозійної стійкості у всіх досліджуваних середовищах характеризуються такі покриття: Ti-N, Ti, Mo, Nb, Mo-Ni-N, Ti-Ni-N FeCr.

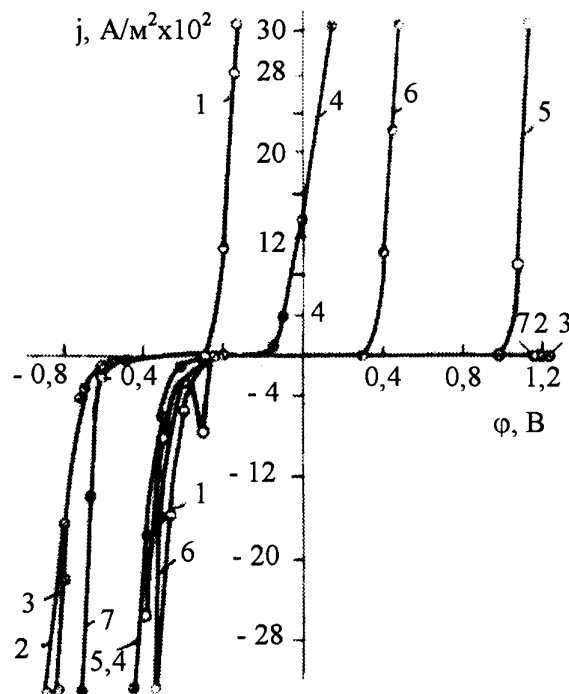


Рис. 1. Поляризаційні криві (а) і швидкості корозії зразків із сталі Ст.3 з покриттями (б) в 5%-му розчині  $H_2SO_4$  ( $V_p = 1$  мВ/с;  $V_{стр} = 720$  мм/год): 1 – сталь Ст.3; 2 – TiN (№ 2); 3 – Ti (№ 1); 4 – Ni (№ 16); 5 – FeCr (№ 30); 6 – Mo (№ 19); 7 – Nb (№ 27)

Експерименти по дослідженню корозійно-механічної стійкості проводили на установці торцевого тертя при швидкості ковзання зразка 0,8 м/с і питомому навантаженні 1 МПа. Випробування на зношування в умовах кавітації в корозійному середовищі проводили на установці УЗДН-2Т, де зразок з покриттям зазнавав зворотньо-поступальних коливань частотою 22 кГц і амплітудою 70 мкм. Дослідження корозійно-втомної міцності проводили на установці ИМА - 5 за схемою чистого згину при обертанні зразка з частотою 50  $s^{-1}$ .

Встановлено, що вакуумні йонно-плазмові покриття суттєво покращують вказані властивості. Найбільш доцільно в агресивних середовищах застосовувати двошарові покриття Ti+Ti-N і Ti-Ni-N + Ti-N, які мають широку область пасивності, а внаслідок збільшення їх товщини зростає корозійна стійкість за рахунок зменшення пористості, причому найкращий ефект досягається при застосуванні покриттів, одержаних в умовах сепарації плазмового потоку.



УДК 674.05.053:621.93

## КРУГЛОПИЛКОВИЙ ВЕРСТАТ ДЛЯ ПОЗДОВЖНЬОГО РОЗПИЛЮВАННЯ ДОЩОК

*к.т.н. Пилипчук М.І., асп. Тарас В.І., ДВНЗ "Національний лісотехнічний університет України", м. Львів*

Відомі конструкції круглопилкових верстатів для поздовжнього розпилювання дощок на брускові заготовки як прохідного так і позиційного типу. Верстати прохідного типу є з вальцевим або гусеничним механізмом подавання і верхнім або нижнім розміщенням пилки відносно стола [1]. Недоліком даних конструкцій є рухоме базування заготовки, що спричиняє похибки оброблення. Верстати позиційного типу є із зворотно-поступальним переміщенням пилкового супорта і верхнім або нижнім його розміщенням відносно стола. Недоліком таких конструкцій є похибки, які спричиняє рухома динамічна система – пилковий супорт, що призводить до зниження технологічної точності верстатів.

Розроблено нову конструкцію круглопилкового верстата для поздовжнього розпилювання дощок за принципом роботи цикло-прохідного типу із позиційним базуванням заготовки на подавальній каретці, що забезпечить підвищення точності розпилювання дощок (рис.1).

Станина верстата є зварною конструкцією з двома напрямниками та боковим підтримуючим столом, де механізм різання встановлено посередині довжини станини, а рух подавання забезпечується зворотно-поступальним переміщенням каретки, робоча поверхня якої оснащена торцевим упором, двома вертикальними притискачами, один з яких рухомий, та лазерним вказівником.

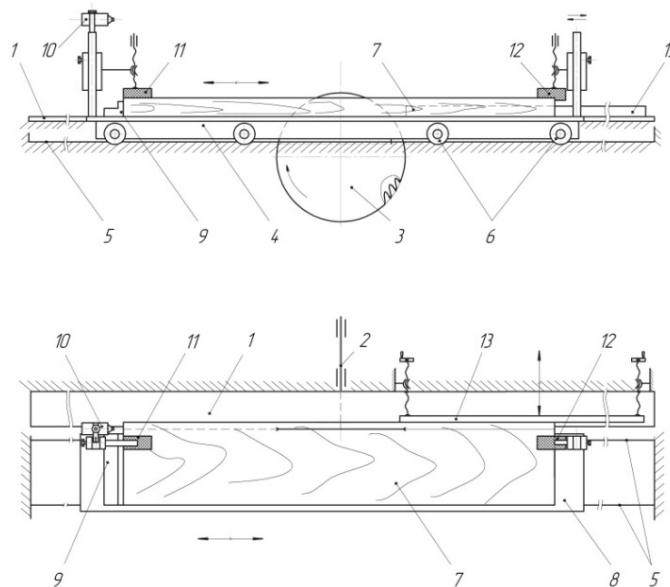


Рис. 1. Принципова схема круглопилкового верстата для поздовжнього розпилювання дощок, 1 – боковий підтримуючий стіл; 2 – пилковий вал; 3 – кругла пилка; 4 – каретка; 5 – напрямники; 6 – ролики; 7 – заготовка; 8 – робоча поверхня каретки; 9 – лівий торцевий упор; 10 – лазерний вказівник; 11 – вертикальний притискач; 12 – правий рухомий притискач; 13 – упорна лінійка

Запропоноване конструкційне рішення дозволить підвищити точність процесу пиляння, зокрема, нерухоме встановлення механізму різання виключає похибки, викликані коливаннями рухомої динамічної системи – пилкового супорта, а виконання механізму подавання у вигляді каретки забезпечує позиційне базування заготовки [2].

Застосування нової конструкції круглопилкового верстата дозволить підвищити точність розпилювання дощок на брускові заготовки в межах  $\pm 0,5$  мм, що відповідає вимогам діючих стандартів.

### СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Шостак В.В. Деревообробні верстати загального призначення / В.В. Шостак, Я.І. Савчук, А.С. Григор'єв та ін. За ред. В.В. Шостака. – Київ: Знання, 2007. – 279 с.
2. Пат. 110435 Україна, МПК В27В 5/29. Круглопилковий верстат для поздовжнього розпилювання дощок. / М.І. Пилипчук, В.І. Тарас, Р.А. Кравець, Б.В. Воронюк.; заяв. і власн. НЛТУ України; опубл. 10.10.2016, Бюл. № 19.

УДК 621.762:669.01

# ВПЛИВ КАРБІДІВ ХРОМУ І ТИТАНУ НА СТРУКТУРУ ТА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ ПОРОШКОВИХ КАРБІДОСТАЛЕЙ

к.т.н. *Осіпов М.Ю.*, к.т.н. *Андрущенко М.І.*, асп. *Магда Є.С.*, *Запорізький національний технічний університет*

Відомо, що опір зношуванню сталей і сплавів на основі заліза, в основному, визначається властивостями металевої матриці і фаз, які зміцнюють (карбіди, карбобориди ті інші). Раніше авторами на основі випробувань модельних безкарбідних сплавів було показано, що найбільший рівень зносостійкості матриці досягається при наявності в ній великої кількості метастабільного аустеніту з високим вмістом вуглецю (1,0-1,5%)[1]. Водночас із збільшення кількості хрому у сталях, отриманих методами традиційної металургії (лиття або наплавлення), до рівня, який забезпечує достатньо високий вміст в структурі спеціальних карбідів, призводить до зменшення розчинності вуглецю в аустеніті до 0,5 % і, внаслідок цього, до зниження самозміцнення поверхні і зносостійкості в кілька разів. У зв'язку з цим метою даної роботи було дослідження і розробка карбідосталей зі зв'язкою із сталі типу 140ПХ12Ф. В якості твердої фази застосовувалися карбіди хрому  $\text{Cr}_3\text{C}_2$  та титану  $\text{TiC}$  (таблиця). Випробування на стійкість до абразивного зношування проводили на лабораторному стенді. В якості абразиву при випробуваннях використовувався шамот.

Таблиця 1

Склад і фракція компонентів шихти досліджених карбідосталей

| Марка сталі   | Фракція порошку сталі зв'язки, мкм | Фракція карбідів, мкм | Кількість карбідів за обсягом, % |              |
|---------------|------------------------------------|-----------------------|----------------------------------|--------------|
|               |                                    |                       | $\text{Cr}_3\text{C}_2$          | $\text{TiC}$ |
| 140ПХ12Ф-20КТ | 63-250                             | 0-15                  | -                                | 20           |
| 140ПХ12Ф-20КХ | 63-250                             | 0-10                  | 20                               | -            |

Аналіз результатів металографічних досліджень показав, що тип та форма карбідної фази практично не впливають на рівномірність її розподілу по об'єму карбідосталі. Карбіди обох типів розташовуються між порошинками сталі, утворюючи свого роду карбідний каркас, який при травленні карбідохромової карбідосталі не забарвлюється, а вкарбідотитановій, навіть без травлення відображається темним кольором при спостереженні на оптичному мікроскопі. Введення 20 % карбідів у сталь, з переважно мартенситною структурою матриці, дозволяє збільшити зносостійкість матеріалу, незалежно від типу карбідної фази, більш ніж у два рази, в порівнянні зі сталлю без синтетичних карбідів і також з мартенситною структурою матриці. У той же час, підвищення температури гартування карбідосталей з метою утворення переважно аустенітної структури матриці сталі-зв'язки призводить до зміни рівня зносостійкості карбідосталей в протилежних напрямках в залежності від типу карбідної фази. Незважаючи на практично однакове співвідношення структурних складових сталі-зв'язки в обох типах сталей зносостійкість карбідотитанової сталі зростає, а карбідохромової знижується. Така відмінність у зміні зносостійкості карбідосталей зі збільшенням температури загартування може бути пов'язана зі збільшенням розчинності карбідної фази на межі зі сталеву зв'язкою. Ймовірно, карбід хрому, розчиняючись при нагріванні у зв'язці, змінює її склад.

Таким чином, застосування карбіду хрому  $\text{Cr}_3\text{C}_2$  для легування карбідосталі забезпечує можливість ефективного використання здатності до самозміцнення поверхні тертя сталі зв'язки в процесі зношування. Це пов'язано з тим, що в процесі спікання і подальшого високотемпературного нагріву карбідосталі відбувається дифузійне розчинення карбіду хрому  $\text{Cr}_3\text{C}_2$  в сталі-зв'язці. Тому для створення карбідосталей зі зв'язкою, яким термообробленому стані масаустеніто-мартенситну структуру, здатну ефективно зміцнюватись в процесі зношування за рахунок фазових  $\gamma \rightarrow \alpha$  перетворень, необхідно в якості твердої фази застосовувати карбіди та інші сполуки, що мають обмежену розчинність в сталі, яка слугує зв'язкою, наприклад  $\text{TiC}$ .

## СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Андрущенко М.І. Способность к самоупрочнению поверхности трения в процессе абразивного изнашивания и износостойкость сталей в зависимости от содержания углерода и хрома / М.І. Андрущенко, Р.А. Куликовский, М.Ю. Осипов, А.В. Холод, А.Е. Капустян // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. – 2014. – №1. – С. 92-100.

УДК 621.791.927.5:669.15

## ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ ЗНОШУВАННЯ НА ВЛАСТИВОСТІ ЗНОСОСТІЙКИХ МАТЕРІАЛІВ

к.т.н. *Андрущенко М.І.*, к.т.н. *Осіпов М.Ю.*, *Запорізький національний  
технічний університет; Холод А.В., КП "НП "Іскра"*

Відомо, що в багатьох випадках процес абразивного зношування деталей супроводжується підвищеними температурами, які виникають, або в результаті фрикційного нагріву, або ж внаслідок переробки нагрітих матеріалів. Зокрема, робочі поверхні деталей змішувального обладнання можуть нагріватися в результаті тертя до температур 500-600°C. У зв'язку з цим при виборі, або розробці матеріалів слід враховувати дію цього чинника. З властивостей матеріалів однією з найбільш значимих за позитивним впливом на зносостійкість, найчастіше, є твердість поверхні тертя, придбана в процесі зношування - Нптм. Чим вища ця твердість, тим нижче величина показника системи зношування  $Ha/H_{птм}$ , тим менш інтенсивно протікає процес поверхневого руйнування.

Випробування на опірність абразивному зношуванню (абразив – шамот із середньою мікротвердістю 12,5 ГПа) загартованої сталі 140Х12, яка містить в металевій матриці 75 % метастабільного аустеніту показали, що з підвищенням температури істотно падає мікротвердість поверхні тертя і відповідно зростає відношення  $Ha/H_{птм}$  (рис. 1). Такий характер зміни цих показників обумовленим, що при кімнатних температурах висока мікротвердість і зносостійкість сталі досягається за рахунок інтенсивних деформаційних  $\gamma \rightarrow \alpha$  перетворень. Однак з підвищенням температури інтенсивність перетворень аустеніту знижується і, відповідно до цього, рівень самозміцнення поверхні тертя становиться значно нижчим, що призводить до зростання інтенсивності зношування. Це пов'язано зі стабілізацією аустеніту, так як для початку утворення мартенситу необхідна різниця вільних енергій, на рівні що перевищує витрати на пружну деформацію. З підвищенням температури зношування ця різниця знижується, і стійкість аустеніту до перетворення в мартенсит деформації зростає. Цей же висновок випливає з аналізу відомої діаграми Олсона і Коена (рис.2). В процесі зношування при кімнатній температурі аустеніт майже повністю перетворюється в мартенсит деформації. При цьому фазові перетворення в поєднанні з механічним наклепом поверхні тертя забезпечують підвищення її мікротвердості до 12,5 ГПа. При цьому показник  $Ha/H_{птм}$ , становить 1-1,1, що виключає інтенсивний процес мікрорізання поверхні тертя.

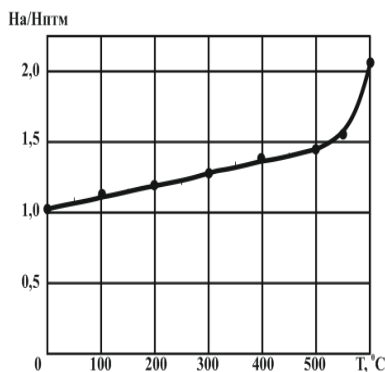


Рис. 1. Залежність відношення твердості абразиву  $Ha$  до мікротвердості поверхні тертя  $H_{птм}$  від температури

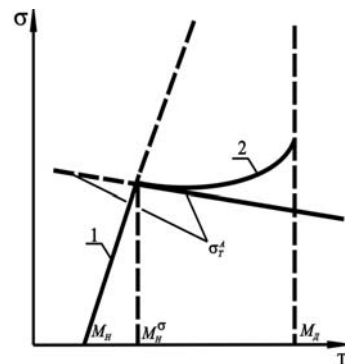


Рис. 2. Схема взаємозв'язок напруження і температури появи мартенситу, 1 – мартенсит напруження, 2 – мартенсит деформації,  $\sigma_T^A$  – межа пластичності аустеніту

Однак з підвищенням температури випробувань до 500-600 °C інтенсивність фазових перетворень зменшується і збільшується відношення  $Ha/H_{птм}$ .

Таким чином, ефективність використання сталей з метастабільним аустенітом при температурах зношування 500-600°C різко зменшується. У зв'язку з цим пошук необхідних матеріалів для умов зношування при підвищених температурах слід вести серед сплавів, що включають велику кількість евтектичних і заевтектичних карбідів, карбоборидів та інш. Роль металевої матриці при цьому другорядна. Вона повинна забезпечити надійне утримання фаз, які зміцнюють.

УДК 630.377.2

**ПРОЕКТУВАННЯ КОМПЕНСАТОРІВ ДЛЯ ПІДВІСНИХ КАНАТНИХ ПІДЙІМАЛЬНО-ТРАНСПОРТУВАЛЬНИХ УСТАНОВОК***к.т.н. Рудько І.М., к.т.н. Бариляк В.В., ДВНЗ "Національний лісотехнічний університет України", м. Львів*

Системи підвісного транспортування вантажів, зокрема й деревини, широко використовують в багатьох промислово розвинених країнах світу. Зважаючи на природні умови, рівень технічного забезпечення, наявні вантажообіги та експлуатаційну продуктивність, вітчизняним підприємствам необхідно щороку не менш як 50...100 підвісних канатних підйімально-транспортних установок лісопромислового призначення. За технологічністю, можливістю експлуатування в екстремальних природних умовах, а також за показниками питомих енерговитрат та матеріаломісткістю, такі установки є ефективнішими, порівняно з наявними аналогічними типами машин.

Однією з важливих умов успішного використання підвісних канатних підйімально-транспортних установок є раціональне експлуатування канатної оснастки. Строки служби тримальних та інших канатів є достатньо обмеженими й інколи навіть не перевищують 1 року. Вартість канатної оснастки загалом є значною і сягає в середньому 25...40 % загальної вартості установки, а трудовитрати для навішування канатів еквівалентні 55...65 % тривалості виконання монтажних-демонтажних робіт.

З метою зниження вартості і зменшення затрат на виконання монтажних-демонтажних робіт підвісні установки виготовляють полегшеної конструкції й більшість елементів володіють відносно низькими запасами міцності. Кінці тримальних канатів підвісних підйімально-транспортних установок закріплюють жорстко (як опори зазвичай використовують дерева, пні чи частини стовбурів, стаціонарні та інвентарні щогли, канати, підвішені на деревах, штучні анкерні опори тощо). Оскільки схема закріплення тримальних канатів не забезпечує їх постійного натягу під час руху каретки з вантажем вздовж прольоту, то це додатково спричиняє виникнення значних динамічних зусиль і коливань усіх елементів канатної системи. Коефіцієнт запасу міцності  $n_k$  згідно з даними зарубіжних досліджень для закріплених тримальних канатів встановлюють від 1,75 до 4. Згідно з даними вітчизняних досліджень призначення запасів міцності тримальних канатів  $n_k \geq 2,5$  не створює сприятливих умов для їх роботи й рекомендованими діапазонами є  $n_k = 1,5...1,6$  (для канатів з точковим дотиком дротин в пасмах) та  $n_k = 2,1...2,5$  (для канатів з лінійним дотиком дротин в пасмах). Враховуючи результати досліджень, наявний досвід проектування підвісних установок та нормативні рекомендації загалом приймають  $n_k = 2$ .

Однією з причин, які негативно впливають на зношування тримальних канатів, є суттєва зміна їх натягу в процесі експлуатації (від монтажного до експлуатаційного). Натяг канатів під час маятникового руху каретки з вантажем змінюється у великому діапазоні, відповідно змінюються й запаси міцності канатів. Відношення максимального натягу каната до його мінімального натягу для наявних установок коливається в межах від 1,3 до 2,5, а коефіцієнт запасу міцності – від 2,5 до 6,25. При такому зростанні запасу міцності довговічність канатів дещо знижується.

Для забезпечення рівномірного натягу тримальних канатів та стабілізації роботи підвісних систем свого часу було розроблено пневматичний компенсатор (SU 1209493 А, № 631375, B61B 12/02). Проте з урахуванням вимог міцності, жорсткості, герметичності, вагових та геометричних параметрів конструкції, а також впливу коливань температури та атмосферного тиску, раціональним є проектування механічних компенсаторів (UA 73489 U, МПК (2012.01), B61B 12/00 та інші). Такі компенсатори розміщують біля головної чи тилової опор одно- чи багатопрольотної установки з урахуванням її типу та конструкції. Механічні компенсатори особливо ефективно застосовувати в короткодистанційних однопрольотних системах із штучними опорами, оскільки в багатопрольотних системах з природними опорами відбувається так зване саморегулювання натягу тримального каната за рахунок податливості опор і переміщення каната з суміжних прольотів. Максимальний хід штока компенсатора загалом відповідає його завантаженню зусиллям, яке рівне половині розривного зусилля каната діаметром  $d_k = 14...27$  мм. Використання компенсаторів натягу тримальних канатів дозволяє забезпечити їх рівномірний натяг, уникати пікових навантажень (перевантажень), зменшити ймовірність виникнення аварійних ситуацій і суттєво збільшити надійність роботи підйімально-транспортних установок.

Механічні компенсатори запропонованої конструкції є простими в експлуатації й не вимагають значного вкладення коштів для їх виготовлення й модернізації підвісних систем.

УДК 631.439.21

# ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ СЕПАРАТОРА ЛЕГКИХ ДОМІШОК ПНЕВМАТИЧНОГО ОЧИЩУВАЧА ЗЕРНА З ЗАМКНЕНОЮ ЦИРКУЛЯЦІЄЮ ПОВІТРЯ

асп. **Онопа В.В.**, к.т.н. **Онопа В.А.**, *Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький*

На сьогоднішній день для очищення і сортування зерна використовуються різні зерноочисні машини, технологічний процес роботи яких здатний забезпечувати встановлені стандартом кондиції по чистоті зернового матеріалу. В основу роботи більшості існуючих зерноочисних машин покладено сепарацію зернового матеріалу повітряним потоком із замкненим або із розімкненим циклом циркуляції повітряного потоку. В системах із замкненим циклом повітряного потоку циркулює один і той-же об'єм повітря, що дозволяє значно зменшити потрапляння пилу в навколишнє середовище. Головним недоліком таких систем є поступове накопичення в робочому повітряному потоці легких домішок і пилу, що призводить до втрати робочих властивостей повітряного потоку.

Метою даної роботи є обґрунтування конструкції сепаратора легких домішок пневматичного очищувача зерна з замкненою циркуляцією повітря.

Зазначений недолік у запропонованій нами машині (рис. 1) вирішується шляхом введення в конструкцію машини сепаратора легких домішок, який виконаний у вигляді конусоподібного шнеку.

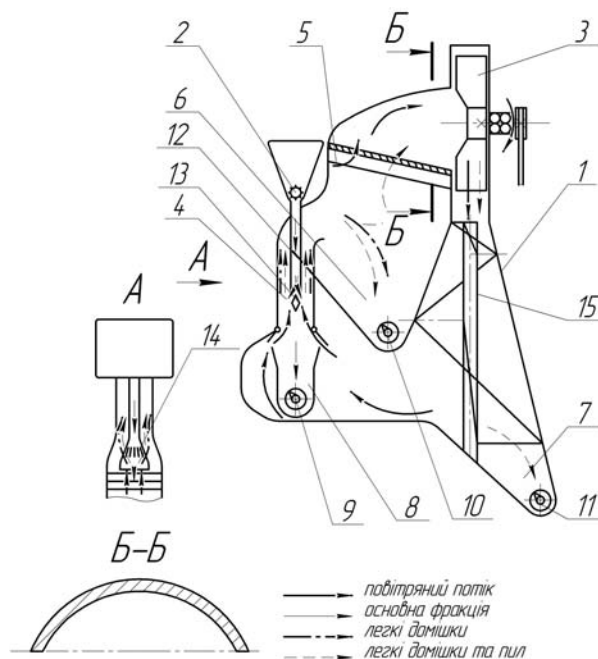


Рис. 1. Пневматичний очищувач зерна з замкненою циркуляцією повітря:

1 - корпус; 2 - живильний пристрій; 3 – вентилятор; 4 – сепараційний канал; 5 – жалюзі; 6,7 – осадові камери; 8 – приймальник зерна; 9, 10, 11 – розвантажувальні механізми; 12 – канал живильного пристрою; 13, 14 – розсіювачі зернового матеріалу; 15 – сепаратор легких домішок

Сепаратор легких домішок 15 (конусоподібний шнек) має комбіновану конструкцію, а саме зі збільшенням діаметра шнека збільшується крок навивки, що дозволяє по мірі зменшення швидкості повітряного потоку збільшувати кут нахилу витка шнека до величини, більшої кута тертя легких домішок по шнеку. Це усуває можливість зупинки потоку легких домішок і, як результат забивання шнека. В сепараторі легких домішок швидкість повітряного потоку стабілізується і зменшується, домішки випадають до осадової камери.

Запропонована конструкція зерноочисної машини замкнутого циклу має просту конструкцію є більш екологічно чистою ніж аналоги та забезпечує потрібний ступінь очистки зернового вороху та за рахунок сепаратора легких домішок повітряний потік не втрачає своїх робочих властивостей, а також зменшуються витрати на обслуговування та експлуатацію.



УДК 539.5

## ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ТА ТЕМПЕРАТУРИ ВИПРОБУВАННЯ НА МЕХАНІЧНІ ТА СЛУЖБОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕЙНІТНОГО ЧАВУНУ

студ. Іващук Т.О., к.т.н. Холявко В.В., НТУ України "КПІ ім. І. Сікорського"

**Актуальність використання бейнітного чавуну.** Для підвищення експлуатаційних характеристик робочих поверхонь сільськогосподарської техніки необхідно використовувати нові матеріали, з вищим рівнем механічних характеристик, що зберігають свою стабільність протягом усього температурного інтервалу експлуатації.

Протягом останніх років для лемехів плугів та лап культиваторів пропонується чавун з бейнітною структурою, де у зв'язку з фазовим перетворенням під дією пластичної деформації (TRIP-ефект) різко підвищуються характеристики зносостійкості. Враховуючи значний вплив кліматичних умов на працездатність цього класу матеріалів, важливо проаналізувати вплив температури на його механічну поведінку.

**Мета роботи.** Встановлення параметрів механічної поведінки (рівня деформації до руйнування та границі плинності) бейнітного чавуну в температурному інтервалі експлуатації (20 – 100°C).

**Матеріали та методика досліджень.** В роботі досліджувався бейнітний чавун наступного складу: 3,2 – 3,4 % C, 1,4-1,6 % Si, 0,2 – 0,3 % Mn, 0,01 – 0,02 % Cr, 0,18 % Mo, 0,3 % Cu, 0,4 % Ni, 0,02 % P, S < 0,02 % та модифікатори: 7,5 % Mg, 35 % CK25, 17 % Al, 9 % SiBa (20 Ba), 17,5 % Fe, 12 % модифікатор-флюс «Рефтокон» та 9% РЗМ (ФС30РЗМ30). Термообробка полягала в аустенізації при 900°C з витримкою протягом півгодини та наступному ізотермічному гартуванні в олові при 310°C та 350°C з витримкою 1, 2 та 3 години з метою отримання бейнітної структури з залишковим аустенітом.

Випробування на стиснення проводились на універсальній машині U10000 зі швидкістю  $10^{-3} \text{ с}^{-1}$  з автоматизованим записом діаграми навантаження.

**Результати досліджень.** Абсолютні величини міцності та пластичності є достатньо високими як для матеріалів такого класу. Найбільшу деформацію до руйнування демонструє зразок, загартований при 310°C протягом 2 годин.

Результати досліджень показали, що границя плинності для обох температур гартування зменшується з підвищенням температури з 1100 МПа до 900 МПа. Але якщо для гартування при 310°C це зменшення синхронно спостерігається для всіх трьох термінів витримки, то для гартування при 350°C найшвидше зниження границі плинності відбувається в зразках загартованих протягом 3 годин. Згідно з літературними даними найважливішою механічною характеристикою, що є чутливою до протікання TRIP-ефекту є швидкість зміцнення при деформації.

Порівняльний аналіз кривих зміцнення зразків випробуваних при різних температурах показав, що зразок загартований при 350°C (2 години) демонструє найбільшу швидкість зміцнення при випробуваннях за кімнатної температури. Отримані значення швидкості зміцнення вищі, ніж після загартування при 310°C (випробувані при 20°C) і суттєво вищі ніж при підвищених температурах (в 1,5 рази в разі випробування при 50°C і 1,8 – при 100°C).

**Висновки.** TRIP-ефект котрий спостерігається в бейнітних чавунах впливає на характер кривих зміцнення, і проявляється в більшій мірі при 20°C, що можна пояснити близькістю температури фазового перетворення (згідно літературним даним, близько – 100°C). Таким чином доцільно використовувати TRIP-ефект для формування підвищених службових характеристик сільськогосподарської техніки з бейнітного чавуну, оскільки він відбувається саме при температурах її експлуатації в Україні.

УДК 631.3

## ТЕМПЕРАТУРНА ЧУТЛИВІСТЬ ПАРАМЕТРІВ ЗНОШУАННЯ БЕЙНІТНОГО ЧАВУНУ

к.т.н. Холяк В.В., студ. Коваленко М.В., НТУ України "КПІ ім. І. Сікорського"

**Актуальність.** Підвищення зносостійкості сільськогосподарської техніки збільшує термін її експлуатації, що є економічно вигідним. Тому пошук матеріалознавчих шляхів вивчення цього питання є надзвичайно актуальним. Протягом останніх років у якості матеріалу для лемехів, плугів та лап культиваторів було запропоновано використовувати чавун із бейнітною структурою, що формується внаслідок проведення специфічної термообробки, яка полягає в аустенізації при 900 °С та ізотермічному гартуванні при 350 °С.

**Мета роботи.** Встановлення параметрів зносостійкості бейнітних чавунів, термооброблених за оптимальним режимом та випробуваних на статичне та динамічне зношування при температурах 25, 50, 100 °С.

**Методика досліджень.** Дослідження проводилися на дослідній установці ПІМ ім. І. М. Францевича НАНУ для трибологічних досліджень за режимами статичного та динамічного зношування в умовах сухого тертя. Випробування проводилися при навантаженні 30 Н, для порівняння при кімнатній температурі також використовували зусилля 100 Н. Динамічне навантажування виконувалося з частотою коливань контртіла 25 Гц.

**Результати досліджень.** Дані про вплив температури випробувань та режиму зношування на параметри зношення представлені на рисунку.

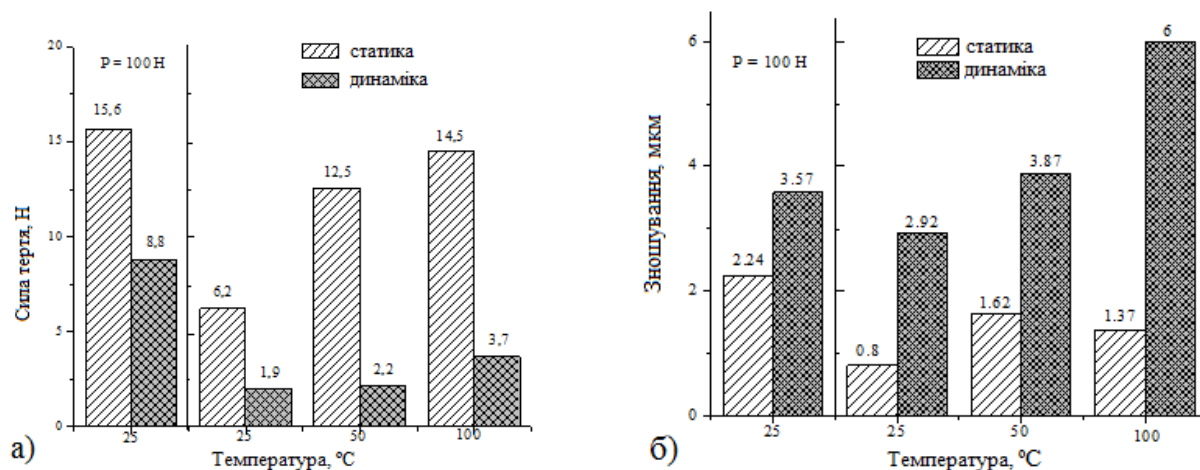


Рис. 1. Залежність сили тертя (а) та зношування (б) від температури проведення експерименту

Аналіз результатів показав, що при динамічному навантаженні зношуваність збільшується у 2 рази у порівнянні зі статичним. Підвищення температури до 50 °С призводить до двократного зменшення зносостійкості при статичному та динамічному режимі, а при підвищенні температури до 100 °С – зношування збільшується у 1,5 рази. Зі збільшенням зусилля, що діє на контртіло, зношуваність збільшується пропорційно цьому зусиллю.

**Висновки.** Результати досліджень показали, що характеристики зношування бейнітного чавуну є чутливими до зміни температури в діапазоні умов експлуатації виробів та режиму навантаження. Виявлені ефекти пов'язані з чутливістю мартенситного перетворення під дією деформації до вищезазначених чинників. Фізична природа цього явища потребує ретельного дослідження.

УДК 631.331

## ОБГРУНТУВАННЯ РОБОЧОЇ ПОВЕРХНІ КОНУСНОГО ПРИКОЧУЮЧОГО КОТКА ПРОСАПНОЇ СІВАЛКИ

*к.т.н. Артеменко Д.Ю., Центральноукраїнський національний  
технічний університет, м. Кропивницький*

Основна мета агротехніки посіву просапних культур – це створення оптимальних умов для проростання насіння і появи дружних сходів. При точному посіві швидкість сходів і їх рівномірність залежать не тільки від схожості насіння, а і від умов, утворених для нього робочими органами сівалки.

Польові дослідження свідчать, що чим більша глибина загортання насіння, тим нижча його польова схожість та більш пізні і нерівномірні сходи. Основним ефективним прийомом підвищення швидкості появи рослин просапних культур є прикочування висіяного насіння. Прикочування покращує розподілення насіння по глибині, зменшує випаровування вологи і сприяє її підтягуванню із нижніх шарів ґрунту. Дослідження, які були проведені по визначенню закономірностей поведінки ґрунту при прикочуванні різними типами котків, показали, що основними факторами, які впливають на вказаний процес, є конструктивні особливості робочого органу та фізико – механічні властивості ґрунту. Тому, удосконалюючи конструкцію прикочуючого котка можна створити ґрунтові умови, близькі до необхідних і підвищити динаміку проростання насіння просапних культур на 10 – 15%.

Але на сьогоднішній день не створено прикочуючого котка, який би в повній мірі задовольняв вимоги агротехніки до прикочування насіння просапних культур, тому необхідні додаткові дослідження по обґрунтуванню робочих поверхонь прикочуючих котків.

Мета роботи - покращення умов контакту насіння з ґрунтом і задоволення вимог агротехніки по диференціації питомої щільності ґрунту в зоні розміщення насіння шляхом обґрунтування конструкції універсального прикочуючого котка просапної сівалки.

Для досягнення мети, після проведення лабораторних досліджень найпоширеніших конструкцій існуючих котків просапних сівалок та визначення недоліків в їх роботі, нами була розроблена нова конструкція робочого органу. Робоча поверхня запропонованої конструкції виконана у вигляді зміщеного конуса із заокругленням в нижній частині, причому в поперечному перерізі коток має внутрішню робочу частину, товщина стінок якої рівномірно зменшується від основи до вершини і є гнучкою, а зовнішня частина має постійну товщину та жорстка рис. 1.

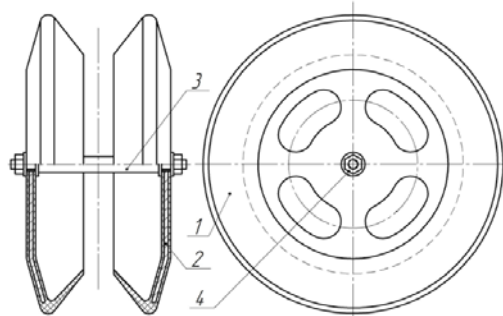


Рис. 1. Конструкція універсального прикочуючого котка просапної сівалки:

1 – обід; 2 – металеві диски; 3 – ось; 4 – гайка

Робочий процес запропонованого прикочуючого котка відбувається таким чином: прикочуючий коток внутрішньою частиною ободів 1 плавно від верхніх шарів до нижніх ущільнює ґрунт з обох боків від насіння. Для зменшення ущільнення котком верхнього шару ґрунту над насінням, за рахунок гнучкого профілю обода 1, коток здійснює демпфування. Зовнішня частина, металевий диск 2 встановлений на осі 3 і зафіксований гайкою 4, за рахунок жорсткої конструкції ущільнює ґрунт в глибину, по напрямку до насіння, утворюючи сприятливі умови для підтягування капілярної вологи та його проростання. Така конструкція котка, забезпечує диференційне розподілення щільності ґрунту – більша щільність має місце в зоні розміщення насіння, а менша – в верхній зоні рядка.

Ефективність запропонованої конструкції прикочуючого котка сівалки забезпечується: підвищеною щільністю ґрунту в зоні розміщення насіння, що сприяє підтягуванню вологи і покращенню його схожості та створенням сприятливих умов для проростання насіння завдяки меншій щільності ґрунту безпосередньо над ним; компенсацією згруджування ґрунту прикочуючим котком завдяки диференційному виконанню його профілю, що дозволяє зменшити налипання вологого ґрунту на робочу поверхню завдяки деформації обода.

УДК 669.18

## ОЦІНКА ПРОЦЕСУ ДЕСУЛЬФУРАЦІЇ СТАЛІ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ТВЕРДИХ ШЛАКОВИХ СУМІШЕЙ

*д.т.н. Богущевський В.С., асп. Каленчук М.В., НТУ України "КПІ ім. І. Сікорського"*

В сучасних умовах виробництва сталі гостро постають питання, пов'язані з вимогами ринку металопродукції. Зросла потреба в металі з максимальним вмістом сірки, що досягає тисячних часток відсотків, що обумовлено різким підвищенням вимоги до якості ряду широко застосовуваних марок сталей, зокрема рейкових і трубних.

Багато металургійні підприємства при позапічній десульфурації, на випуску з сталеплавильного агрегату, використовують тверді шлакоутворюючі суміші (ТШС), що складаються з вапна і плавику шпату.

Аналіз діаграм стану систем  $\text{CaO-CaF}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$  і  $\text{CaO-CaF}_2\text{-SiO}_2$  [1] показав, що для отримання шлаків з температурою плавлення не вище  $1350^\circ\text{C}$  необхідно мати в них не менше 15 – 20 %  $\text{CaF}_2$ . З урахуванням цього співвідношення двох основних складових ТШС – вапна і шпату – повинні знаходитися в межах від 3 : 1 до 4 : 1. Значними перевагами методу є його простота і доступність, а також можливість використовувати відходи різних виробництв. До недоліків обробки металу в ковші за допомогою ТШС можна віднести невелику ступінь десульфурації (по сучасним міркам) і нестабільність отримуваних результатів.

Проаналізувавши дані промислових плавки було отримано графічну залежність коефіцієнта видалення сірки від витрати ТШС і за допомогою регресійного аналізу отримано коефіцієнти математичної моделі. Аналітична залежність впливу витрати ТШС на коефіцієнт видалення сірки при позапічній обробці сталі має вигляд:

$$\delta_S = 1,492q_{\text{ТШС}} + 47,91, \quad (1)$$

де  $\delta_S$  – коефіцієнт видалення сірки, %;

$q_{\text{ТШС}}$  – витрата ТШС, кг/т сталі.

Отримана залежність тільки приблизно ілюструє тенденцію зміни коефіцієнта видалення сірки, тобто залежність має низький коефіцієнт кореляції. Це можна пояснити тим, що на процеси десульфурації сталі в ковші впливають, крім витрати ТШС, й інші невраховані фактори, що мають місце при позапічній обробці сталі та змінюються від плавки до плавки і вносять значні збурення у відносний ступінь знесіркування сталі. Серед них температура металу, маса розкислюючих матеріалів, початковий вміст сірки, тощо.

Також проведені дослідження по встановленню впливу кількості розкислювачів, що вводяться в ківш, на кінцевий вміст сірки в сталі. Для визначення кількості сірки, що вноситься розкислювачем використовували формулу для розрахунку коефіцієнта засвоєння розкислювача  $\beta$  [2] та його вигорання:

$$\beta = \alpha_0 + \alpha_1 C_{\text{м.з.}}^{-1} + \alpha_2 t + \alpha_3 R_M, \quad (2)$$

де  $\alpha_0 - \alpha_3$  – коефіцієнти;

$C_{\text{м.з.}}$  – заданий вміст вуглецю в сталі, %;

$t$  – температура металу,  $^\circ\text{C}$ ;

$R_M$  – масова частка елемента розкислювача в металі перед випуском його у сталерозливний ківш (масова частка кремнію прирівнюється нулю).

Розрахунки показали, що додавання у якості розкислювача феромарганцю марок ФМн70, ФМн88, ФМн90 не призводить до значного підвищення кінцевого вмісту сірки в сталі, в той час як використання азотованого феромарганцю може викликати значне підвищення вмісту сірки в готовій сталі. При розрахунку процесу десульфурації потрібно враховувати масу розкислювачів, що вводиться в сталь, оскільки не врахування цього фактору може призводити до відхилень кінцевого вмісту сірки.

### СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Атлас шлаков. Справочник. Пер. с нем. – М.: Металлургия, 1985. – 208 с.
2. Математическая модель АСУ конвертерной плавкой / В.С. Богущевский, Ю.В. Оробцев, Н.А. Рюмшин, Н.А. Сорокин. — К.: НПК "Киевский институт автоматики", 1996. — 212 с.
3. Развитие технологии производства стали и повышение качества металла труб нефтяного сортамента / А.С. Дегай, А.И. Степанов, С.П. Бурмасов [и др.] // Труды 10-го Конгресса сталеплавильщиков (г. Магнитогорск, 13–17 октября 2008 г.). – Москва. – 2009 г. – С. 80 – 87.

УДК 621.833

**СИНТЕЗ ЭВОЛЮТНОГО ЗАЦЕПЛЕНИЯ, ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КОНТАКТНЫХ И ИЗГИБНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ***Протасов Р.В., к.т.н. Устиненко А.В., Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт"*

Контактную прочность зубчатой передачи можно повысить увеличением ее габаритов или повышая приведенный радиус кривизны (применяя выпукло-вогнутое зацепление).

Первый путь приводит к ухудшению массогабаритных характеристик передач, а второй – является весьма перспективным. Поэтому последние 70 лет ведутся работы по созданию новых видов зацеплений с выпукло-вогнутым контактом зубьев. Особо отметим эволютное зацепление, предложенное А. И. Павловым. Оно основано на построении Бобилье, которое заключается в замене зубчатого зацепления эквивалентным четырехзвенным шарнирно-рычажным механизмом, моделирование которого существенно упрощает задачу синтеза. В работах А. И. Павлова довольно подробно рассмотрены методы синтеза исходных контуров и геометрии эволютных зацеплений, однако оценка их качественных показателей и нагрузочной способности выполнена только ориентировочно. Поэтому их подробное исследование является важной научно-практической задачей.

На первом этапе работы на основе метода профильных нормалей получены в общем виде уравнения рабочих профилей и переходных кривых эволютных зубьев.

Далее, по имеющимся уравнениям активного профиля зуба эволютной передачи была определена кривизна зубьев шестерни и колеса. Анализ приведенного радиуса кривизны показал наличие участка двояковыпуклого контакта (ДВК) с низкой контактной прочностью в приполюсной зоне. Дальнейшие исследования выявили параметры, влияющие на величину этого участка. Также предложено избавляться от участка ДВК путем модификации профиля "в тело" зуба на приполюсном участке.

Разработана методика определения коэффициента перекрытия в эволютном зацеплении. Анализ результатов расчета показал неприменимость некоторых типов исходных контуров и параметров передач по минимальной величине коэффициента перекрытия, а также ограничил область допустимого применения предложенной модификации профилей для устранения участка ДВК.

Получены зависимости для расчета удельного скольжения в эволютном зацеплении и исследовано влияние на его величину основных геометрических характеристик передачи. Анализ исследований показал, что удельное скольжение у эволютной передачи меньше, чем у аналогичной эвольвентной.

Рассчитаны контактные напряжения при перемещении точки приложения нагрузки по высоте зуба и проведено сопоставление эволютного зацепления с аналогичным эвольвентным. Анализ расчетов показывает, что контактные напряжения у эволютной передачи в приполюсной зоне выше, чем в периферийной (в полюсе равны напряжениям в эвольвентном зацеплении), но при этом в периферийной зоне существенно ниже чем у эвольвентной. Это еще раз подтвердило необходимость и целесообразность вышеупомянутой модификации профиля в приполюсной зоне.

Также была построена твердотельная параметрическая модель эволютной зубчатой пары, а на основании упрощенной геометрии построена конечно-элементная модель. Был проведен расчет НДС эволютного зуба, определены контактное давление и эквивалентные напряжения по Мизесу. Анализ результатов, полученных при помощи МКЭ и на основе решения контактной задачи теории упругости (формула Герца) показал их соответствие – при расчете с размером КЭ в зоне контакта, равным 0,1 мм погрешность составила 7%, а при размере КЭ 0,05 мм – 4%.

Что касается изгибных напряжений, то они оказались существенно ниже, чем в аналогичной эвольвентной передаче, благодаря полностью скругленной впадине между зубьями.



УДК 62-23+519.863

## ОПТИМІЗАЦІЯ ТРАНСМІСІЙ ГУСЕНИЧНИХ ТА КОЛІСНИХ МАШИН ЗА МАСОГАБАРИТНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

*к.т.н. Бондаренко О.В., асп. Клочков І.Є., к.т.н. Устиненко О.В., Національний технічний  
університет "Харківський політехнічний інститут"*

Сучасне транспортне машинобудування висуває все більш жорсткі вимоги до масогабаритних характеристик машин. Безумовно, на масу машини у цілому суттєво впливає маса її окремих агрегатів, таких як трансмісія. Отже, максимальне поліпшення масогабаритних характеристик останньої є актуальною науково-технічною задачею.

Одним з перспективних шляхів в цьому напрямку є розв'язання задачі оптимального проектування трансмісій за критерієм мінімальної маси та (або) габаритів. Ця задача виникає у двох випадках.

1. Створення нової машини та, відповідно, нової трансмісії. В цьому випадку оптимальне проектування обмежується технічними та технологічними можливостями виробництва та вимогами до трансмісії.

2. Модернізація існуючої машини, наприклад, при заміні двигуна на більш потужний, підвищенні маси та (або) максимальної швидкості та ін. В цьому випадку оптимальне проектування додатково обмежується існуючими габаритами моторно-трансмісійного відділення машини.

На теперішній час особливо актуальна саме задача модернізації. Це пов'язано з високою собівартістю виробництва нової техніки та довготривалим виробничим циклом.

Авторами розроблено методику проектування тривальних коробок передач з оптимальними конструктивними параметрами за критеріями мінімальних міжосьової відстані, довжини та маси з урахуванням навантажувальної здатності основних елементів.

У якості змінних проектування було обрано основні геометричні параметри зачеплень: модуль  $m$ , числа зубців  $z$  та кути нахилу зубців  $\beta$ . Побудовано систему обмежень, які накладаються на змінні проектування.

Для розв'язання задачі запропоновано комбіновану методику на основі суміщення методів ЛПт-пошуку та звуження околів, що дає змогу спростити процес проектування та уникнути недоліків цих двох методів, а застосування багаторівневого зондування дає змогу значно збільшити кількість пробних точок для підвищення точності отриманих даних. Реалізація методики здійснено у вигляді комплексного алгоритму, який реалізовано у програмному середовищі Delphi 7.

Також авторами розв'язується задача оптимізації за масою трансмісії легкого багатоцільового гусеничного транспортера-тягача МТ-ЛБ. Він є однією з найрозповсюджених гусеничних машин, але вже не відповідає сучасним тактико-технічним характеристикам. У зв'язку з цим за останні роки запропоновано багато варіантів його модернізації, більшість з яких полягає в заміні двигуна на більш потужний. При цьому виникає проблема перевантаження його агрегатів, насамперед трансмісії, але підвищення її навантажувальної здатності шляхом збільшення габаритів практично неможливо. Причиною цього є обмеженість існуючих габаритів моторно-трансмісійного відділення машини. Вихід із цієї ситуації полягає в оптимальному за масою проектуванні нової трансмісії при забезпеченні її навантажувальної здатності, довговічності та вимоги розміщення в існуючих габаритах.

На теперішній час авторами виконано наступне.

1. Побудовано цільову функцію оптимізації трансмісії за масою, обчислено розмірність задачі.

2. Побудовано систему обмежень, які накладаються на змінні проектування.

У подальших дослідженнях планується обрання методів розв'язання задачі оптимізації, побудова прикладних методик і алгоритмів, виконання тестових і перевірочних розрахунків щодо підтвердження та оцінки отриманих теоретичних результатів.

УДК 621.74.043.2

**КОНТРОЛЬ СТАНУ РОБОЧОЇ ПОВЕРХНІ ПРЕС-ФОРМИ МАШИН ЛИТТЯ ПІД ТИСКОМ***асп. Антоневич О.О., д.т.н. Богушевський В.С., НТУ України "КПІ ім. І. Сікорського"*

В практиці лиття під тиском використовують візуальний контроль якості поверхні виливка та огляд прес-форми, при якому проводять виявлення несправності, зумовленої появою мікротріщин на робочій поверхні. При їх появі, сили зчеплення між виливком та робочою поверхнею прес-форми зростають через збільшення площі контакту. На виробництві даний дефект усувають шляхом підвищення кількості змащувально-охолоджуючої рідини [1].

Недоліком такого методу є відсутність інформації про наявність мікротріщин. Існує спосіб автоматичного керування кількістю змащувальної рідини, за показаннями термopар, яку встановлюють біля робочої поверхні прес-форми для вимірювання її температури [2]. Недоліком даного способу є відсутність інформації про наявність мікротріщин, а збільшення кількості змащувально-охолоджувальної рідини для зменшення сили виштовхування негативно впливає на газонасиченість виливка та його пористість. Також даний метод не дає достатньої інформації про технічний стан форми, наслідком цього є прискорений вихід з ладу всього пакета прес-форми та збільшення часу на її обслуговування.

Метою вдосконалення відомого способу є необхідність автоматичного діагностувати появу мікротріщин. Поставлена задача може бути вирішена тим, що в способі контролю стану поверхні прес-форми лиття під тиском, в якому вимірюють температуру за допомогою термopар, додатково вимірюють зусилля виштовхування виливків і вилучення стрижнів.

Розроблений та запропонований нами спосіб контролю пояснюється рисунком 1, на якому зображено модель прес-форми. Прес-форма містить датчики зусиль 1, що встановлені на виштовхувачах 2 та з'єднані з входом блоку керування 5. Датчики фіксують зусилля, що потрібне для видалення виливка. На нерухомій частині прес-форми 6 встановлений датчик 3 контролю зазору між рухомою 8 та нерухомою 6 напівформами, він має стрижень 7, який стикається з рухомою частиною прес-форми 8 при їх змиканні. На нерухомій частині прес-форми 6 встановлена термopара 4, яка вимірює температуру робочої поверхні. Контроль стану поверхні проводиться наступним чином.

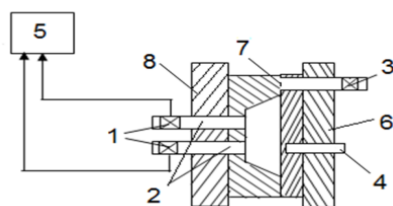


Рис. 1. Модель прес-форми

Перед установкою на машину прес-форму розігрівають пальником до температури 150 – 200°C. Після установки в зазор між напівформами поміщають форсунку, яка розпилює певну кількість змащувальної рідини на робочу поверхню. Прес-форму змикають, та блокують на розкриття важільними підсилювачами. Розплавлений метал з камери пресування під тиском 150 – 300 МПа подається в порожнину прес-форми, де кристалізується виливок. Температура робочої поверхні форми вимірюється термopарою 4. Прес-форму розкривають та готовий виливок за

допомогою виштовхувачів 2 вилучають з форми. Датчики зусиль 1, фіксують навантаження при виштовхуванні готового виливка. Якщо величина зусиль перевищує допустимі межі, це свідчить про високий рівень зчеплення виливка та форми. Датчик подає сигнал на керуючий пристрій змащувача про необхідність збільшення кількості рідини, що наноситься на поверхню форми, і цикл повторюється. Блок керування обчислює середнє значення зусиль за показниками окремих датчиків. При досягненні цієї величиною межового значення діагностують порушення поверхні прес-форми тріщинами. Середня величина зусиль порівнюється з нормованим значенням та при перевищенні його максимального рівня дає сигнал про появу тріщин на внутрішній поверхні прес форми. За показниками температури регулюють кількість змащувального матеріалу у змащувально-охолоджуючій рідині та тривалість змащення-охолодження.

Таким чином у даному способі вимірюють зусилля виштовхування виливка і вилучення стрижнів, за допомогою датчика зусиль, який встановлено на виштовхувачах прес-форми і діагностують появу мікротріщин. Розроблений спосіб дозволив в повній мірі отримати інформацію про стан робочої поверхні прес-форми, своєчасно реагувати на виникнення дефектів поверхні та зменшити час ремонту і обслуговування прес-форми.

**СПИСОК ПОСИЛАНЬ**

1. Богушевський В.С. АСУ ТП машин лиття под давлением / В.С. Богушевський, В.Н. Иванов, Н.А.Рюмшин, Н.А. Сорокин. – К.: НПК «Киевский институт автоматики», 1994. – с.132-140.
2. Жуков А.А. Повышение эффективности литья под давлением (ЛПД) / А.А.Жуков, А.Д.Постнова, В.А.Борисов и др. // Литейщик России. – 2008. – № 1. – С. 25 – 30.

УДК.631.632

# ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРУТКОВОГО БАРАБАНУ ВІДЦЕНТРОВО-ПНЕВМАТИЧНОГО СЕПАРАТОРА ЗЕРНА

к.т.н. *Петренко Д.І.*, магістрант *Каюда О.С.*, *Кіровоградський національний технічний університет*

В сучасних високопродуктивних зерноочисних машинах широкого розповсюдження набули робочі органи з прутковою поверхнею [1]. Одне з основних питань використання таких робочих органів – защемлення часток матеріалу між каналами, утвореними прутками. Правильний підбір розмірів прутків та щілин між ними дозволяє відмовитись від застосування додаткових очисних пристроїв. З цією метою розглянемо умову защемлення зерна при русі по зовнішній поверхні пруткового барабану відцентрово-пневматичного сепаратора зерна.

Аналіз умов руху зерна по поверхні пруткового барабану відцентрово-пневматичного сепаратора показує, що при переміщенні між двох прутків круглого профілю часток, близьких за розмірами з шириною робочих каналів під дією інерційних сил та аеродинамічної сили, може відбуватись защемлення зерна за рахунок зростання сил реакції прутків на частку (рис.1). І сила реакції тим більша, чим ближчі розміри часток до ширини каналу. Отже частина очищеного продукту, що має зійти з решета, защемиться у каналі, що знижує економічну ефективність від використання сепаратора.

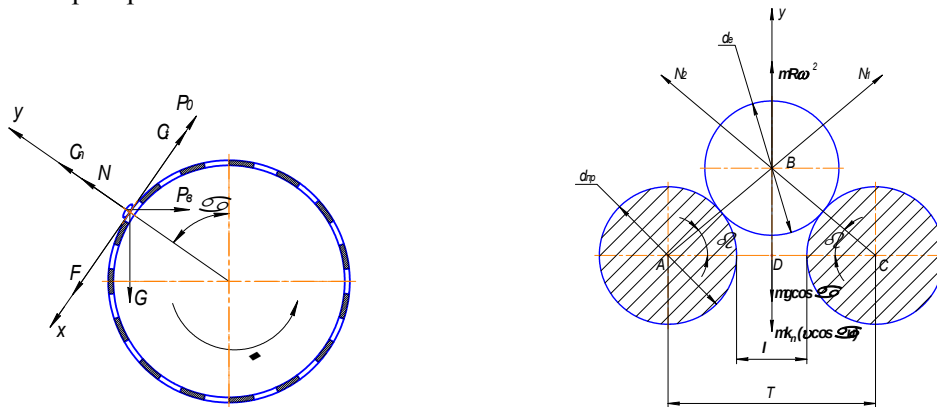


Рис. 1. Схема сил, які діють на частку при русі по зовнішній поверхні пруткового барабану

Для виключення можливості защемлення повноцінного зерна сходової фракції, необхідно зменшити ширину робочих каналів циліндричного барабану з прутковою поверхнею до такого розміру  $l$ , при якому сила реакції  $N$  з боку прутків діаметра  $d_{np}$  на частинки мінімального розміру фракції зернового матеріалу  $d_e$ , не досягне критичної величини. Умова защемлення прийме вигляд:

$$N \geq \frac{m \cdot g \cdot \left( \cos \alpha + \frac{\kappa_n}{g} \cdot (v \cdot \cos \alpha - u)^2 \cdot \sin \alpha - K \right)}{2 \cdot (1 + f) \cdot \sin \left( \arccos \frac{d_{np} + l}{d_{np} + d_e} \right)}$$

де  $\frac{R \cdot \omega^2}{g} = K$  – показник кінематичного режиму роботи сепаратора;

$\beta$  – кут заходу частинки в канал між прутками, град;  $u$  – швидкість повітряного потоку, м/с;

$\kappa_n$  – коефіцієнт парусності;  $f$  – коефіцієнт тертя частки по поверхні прутка.

З отриманого виразу можна визначити ширину робочого каналу та діаметр прутків  $d_{np}$  циліндричного барабану з прутковою поверхнею відцентрово-пневматичного сепаратора, які забезпечать незащемлення частинок заданого розміру сходової фракції при різних параметрах циліндричного барабану і режимах роботи.

## СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Васильковський О. М. Підвищення ефективності повітряного очищення зерна / О. М. Васильковський, Д. І. Петренко // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 35. – Кіровоград : КНТУ, 2005. – С. 286–288.

УДК 669.02/09

**ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ МОДЕЛЕЙ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ  
МЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ**

*д.т.н. Білодіденко С.В., Національна металургійна академія України, м. Дніпро;  
асп. Ібрагимов М.С., "Свєраз-Дніпровський металургійний завод"*

Розглянувши сучасні моделі для вибору параметрів режимів технічного обслуговування на основі економіко - статистичних та ймовірно - фізичних критеріїв, серед яких фундаментальні розробки Діллона, Сміта, Байхельта-Франкена, Накагави, Фама, Крістера і його послідовників, можна зробити наступні висновки.

Перш за все, варто відзначити, що розвиток моделей ТОiP відображає тенденцію переходу від нормативно - превентивних і коригуючих стратегій використання обладнання до стратегії його використання до передвідмовного стану і стратегії обслуговування по фактичному технічному стану. Саме цим пояснюється поява моделей, в яких розглядається три - чотири фази технічного стану. Введення проміжних фаз між працездатним і непрацездатним (справним і несправним) станами відповідає фактичному функціонуванню об'єкта в пошкодженному стані. Аналогічно цьому в науці відбувся перехід від класичної механіки, де розглядаються два стани твердого тіла - ціле і зруйноване, до некласичної механіки, що оперує, переважно, з тілом в пошкодженному стані.

Теоретичний базис для опису деградаційних процесів, що призводять до ушкодженого стану, найбільш адекватно представлений в механіці руйнування. В її додатках оцінюється живучість елементів технічної системи, знання параметрів якої становить квінтесенцію DT-моделей.

Поява DT-моделей знаменує тенденцію проникнення в економіко-статистичні моделі ймовірно-фізичних методів. За їх допомогою можливо отримувати функцію розподілу часу розвитку дефекту  $h(t)$ , яке стосовно до тріщини називається періодом живучості. Для відповідальних і дорогих елементів конструкцій представницьку вибірку для отримання функції  $h(t)$  неможливо отримати в виробничих умовах, крім як шляхом випробувань їх модельних фрагментів в лабораторії. Можна сказати, що апіорні моделі, в силу своєї економічності і ефективності, змінюють апостеріорні.

Один із шляхів зниження витрат на ТОiP пов'язаний зі збільшенням міжремонтного періоду (експлуатаційного циклу) за рахунок використання резерву у вигляді періоду розвитку несправності або дефекту до критичного значення. Власне, тенденція введення декількох фаз технічного стану в експлуатаційні моделі спрямована на скорочення ремонтних витрат і підвищення готовності обладнання. Така ідея втілена в моделях, які можна назвати моделями відкладеного ремонту. До них відносяться моделі резервного часу і моделі затримки часу (DT-моделі).

Принципова різниця між ними, на погляд авторів, полягає в тому, що в моделях резервного часу використовується функція надійності, одержувана апостеріорно математико-статистичними методами з урахуванням періоду роботи об'єкта в пошкодженному стані. В DT-моделях використовується функція розподілу живучості (зворотна функції надійності на інтервалі розвитку дефекту), одержувана ймовірно-фізичними методами. Моделі, що враховують проміжні фази технічного стану, зажадали розвитку методів їх контролю. В результаті цього актуалізувалися методи технічного діагностування.

В результаті дослідження DT-моделей був знайдений універсальний критерій для знаходження оптимального поміж інспекційного інтервалу, який дорівнює половині середнього періоду живучості  $\delta_{opt} = 0.5h_0$ . Фактично за допомогою цього критерію встановлюється оптимальний (він залежить лише від одного фактора), а гарантований час експлуатації, при якому дефект не розвинеться до критичного. Після інспекції потрібно встановити новий термін експлуатації або для діючого, або для відновленого елемента. В таких обставинах стає актуальним відхід від строго періодичної стратегії інспекцій, яка є властивою економіко-статистичним моделям, до послідовної, зі зменшенням інтервалів, стратегії інспекцій, що характерно для «гібридних» моделей з діагностуванням окремих типів відмов.

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГИРОСКОПИЧЕСКОЙ НАВИГАЦИИ***Рахманова Э.Р., Инновационный технический колледж г. Алматы, Казахстан*

Сегодня созданы достаточно точные гироскопические системы, удовлетворяющие большой круг потребителей. Сокращение средств, выделяемых для военно-промышленного комплекса в бюджетах ведущих мировых стран, резко повысило интерес к гражданским применениям гироскопической техники. Например, сегодня широко распространено использование микромеханических гироскопов в системах стабилизации автомобилей или видеокамер. По мнению сторонников таких методов навигации, как GPS и ГЛОНАСС, выдающийся прогресс в области высокоточной спутниковой навигации сделал ненужными автономные средства навигации (в пределах зоны покрытия спутниковой навигационной системы (СНС), то есть в пределах планеты). В настоящее время СНС системы по параметрам массы, габаритов и стоимости превосходят гироскопические. Однако решение углового положения аппарата в пространстве с использованием СНС систем (многоантенных) хоть и возможно, но весьма затруднено и имеет ряд значимых ограничений, в отличие от гироскопических систем.

В настоящее время разрабатывается система навигационных спутников третьего поколения. Она позволит определять координаты объектов на поверхности Земли с точностью до единиц сантиметров в дифференциальном режиме, при нахождении в зоне покрытия корректирующего сигнала DGPS. При этом якобы отпадает необходимость в использовании курсовых гироскопов. Например, установка на крыльях самолета двух приёмников спутниковых сигналов, позволяет получить информацию о повороте самолёта вокруг вертикальной оси.

Однако системы СНС оказываются неспособны точно определять положение в городских условиях, при плохой видимости спутников. Подобные проблемы обнаруживаются и в лесистой местности. Кроме того прохождение сигналов СНС зависит от процессов в атмосфере, препятствий и переотражений сигналов. Автономные же гироскопические приборы работают в любом месте — под землёй, под водой, в космосе.

В самолётах СНС оказывается точнее ИНС на длинных участках. Но использование двух СНС-приёмников для измерения углов наклона самолета даёт погрешности до нескольких градусов. Подсчёт курса путём определения скорости самолёта с помощью СНС также не является достаточно точным. Поэтому, в современных навигационных системах оптимальным решением является комбинация спутниковых и гироскопических систем, называемая интегрированной (комплексированной) ИНС/СНС системой.

За последние десятилетия, эволюционное развитие гироскопической техники подступило к порогу качественных изменений. Именно поэтому внимание специалистов в области гироскопии сейчас сосредоточилось на поиске нестандартных применений таких приборов. Открылись совершенно новые интересные задачи: геологоразведка, предсказание землетрясений, сверхточное измерение положений железнодорожных путей и нефтепроводов, медицинская техника и многие другие.

Значительное удешевление производства МЭМС-датчиков привело к тому, что они все чаще используются в смартфонах и игровых приставках. Гироскопы применялись в контроллерах для игровых приставок: Sixaxis для Sony PlayStation 3 и Wii MotionPlus для Nintendo Wii и в более поздних. Вместе с гироскопом в них установлен акселерометр.

Изначально единственным датчиком ориентации в смартфонах был трехосевой МЭМС-акселерометр, чувствительный лишь к ускорению. В состоянии относительного покоя он позволял приблизительно оценить направление вектора силы тяготения Земли ( $g$ ). С 2010 года смартфоны стали дополнительно оснащаться трехосевым вибрационным МЭМС-гироскопом, одним из первых был iPhone 4. Иногда также устанавливается магнитометр (электронный компас), позволяющий компенсировать дрейф гироскопов.

В настоящее время известно более ста различных явлений и физических принципов, которые позволяют решать гироскопические задачи. В США, ЕС, Японии, России и Украине выданы тысячи патентов и авторских свидетельств на соответствующие открытия и изобретения.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Матвеев В. В., Распопов В. Я. Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем. 2-е изд / Под ред. В. Я. Распопова. — СПб.: ЦНИИ «Электронприбор», 2009.
2. Меркурьев И. В., Подалков В. В. Динамика микромеханического и волнового твердотельного гироскопов. — М.: Физматлит, 2009.
3. Пельпор Д. С. Гироскопические системы. М.: Высшая школа, 1988.



УДК 66-5

# МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПОЗИЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ "ВЕРСТАТНИЙ ПРИСТРІЙ – ЗАГОТОВКА"

к.т.н. **Іванов В.О.**, к.т.н. **Павленко І.В.**, студ. **Дрофа К.А.**, *Сумський державний університет*

Сучасне машинобудівне виробництво характеризується багатомономенклатурністю виробів і нестабільністю обсягів випуску продукції. У зв'язку з цим значна увага приділяється верстатним пристроям (ВП), які використовуються для точного базування та надійного закріплення заготовок під час обробки. Враховуючи розширення технологічних можливостей сучасних металорізальних верстатів, їх високу вартість та необхідність здійснення великої кількості переналагоджень при переході до обробки деталей іншого типорозміру, стрімкого розвитку набуває інтенсифікація виробництва. Отже, скорочення витрат часу при підготовці ВП до оснащення операцій механічної обробки є актуальною задачею на сьогодні. При складанні компонувань ВП, що входять до комплектів збірних ВП, важливим є забезпечення просторового позиціонування заготовки і функціональних елементів (опорних, установлювальних, затискних).

Для позиціонування заготовки у ВП застосовуються параметричні моделі у двох системах координат: глобальній, пов'язаній з нерухомою плитою і локальній, центр якої співпадає з центром мас заготовки. Початковим етапом позиціонування є суміщення центрів плити та заготовки. Математична модель позиціонування заготовки у ВП враховує умову максимальної інструментальної доступності при базуванні заготовки у ВП, що є важливим чинником технологічного процесу механічної обробки (установлювальні та затискні елементи не повинні перешкоджати обробці). Зокрема, при розташуванні функціональних елементів близько до оброблюваних поверхонь враховуються зони безпеки, які перекривають розміри оброблюваної поверхні із наперед заданим коефіцієнтом.

Створена на основі математичної моделі методика передбачає просторове позиціонування структурних елементів системи «ВП – заготовка» (рис. 1 а). Так, центри установлюваних поверхонь опорних елементів суміщаються з центром стола верстата із забезпеченням відповідності напрямку рядів отворів напрямку пазів робочого стола. Позиціонування установлюваних елементів виконується за дискретним значенням кроку відповідно до решітки отворів плити.

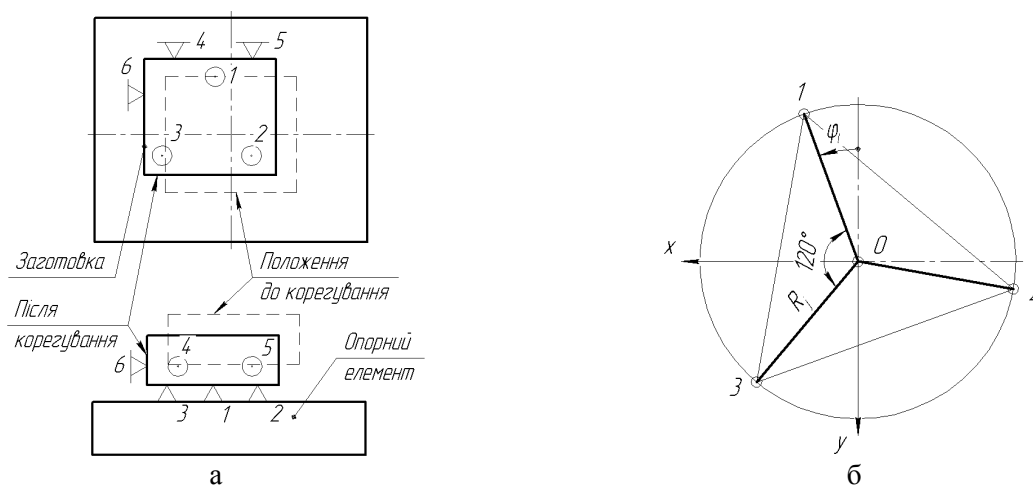


Рис. 1. Схема позиціонування заготовки (а) і функціональних елементів (б) у ВП

Установлювальна база реалізується трьома установлювальними елементами, які розміщуються як рівносторонній трикутник, забезпечуючи стійке рівноважне положення заготовки [1]. Алгоритм рівномірного пошуку реалізує позиціонування функціональних елементів із використанням подвійного циклу із зміною значень радіуса описаного кола і кутів розташування вершин з урахуванням зон безпеки (рис. 1 б).

## СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Павленко І. В. Забезпечення умов стійкості заготовки у верстатному пристрої зі схемою базування за трьома площинами / І. В. Павленко, В. О. Іванов // Вісник СНАУ : науковий журнал. Серія "Механізація та автоматизація виробничих процесів". – 2015. – № 11 (27). – С. 23–26.

УДК669.184:658.012.011.66

**МОДЕЛЬ КОНВЕРТЕРНОЇ ПЛАВКИ З КОНТРОЛЕМ ПАРАМЕТРІВ ВИХІДНОГО ГАЗУ***д.т.н. Богущевський В.С., асп. Сирбу Ю.І., НТУ України "КПІ ім. І. Сікорського"*

В останній час серед моделей контролю і управління конвертерною плавкою широке розповсюдження отримали балансові моделі, що дозволяють отримати хороші результати в умовах високостабілізованого процесу. В цехах України коливання хімічного складу шихтових матеріалів, дуття, кількості міксерного шлаку, що попадає в конвертер, тощо, призводять до невизначеності значень деяких вихідних параметрів, що порушує балансові співвідношення. Наприклад, коливання ступеню окиснення CO до CO<sub>2</sub> у порожнині конвертера, кількості закису заліза в шлаку вносить похибки в розрахунок матеріального і теплового балансу і, як наслідок, в контроль залишкового вмісту вуглецю у ванні конвертера й її температуру. Поліпшити контроль можливо введенням зворотного зв'язку шляхом виміру непрямих параметрів плавки.

Серед непрямих вимірів характеру протікання продувки найбільш повно і всебічно досліджені параметри вихідного газу, теплової роботи водоохолоджувального устаткування, вібраційних характеристик об'єкта. В загальному випадку ці параметри є функцією зміни хімічного складу ванни і шлаку, температури металу.

Можливі два підходи до визначення вихідних параметрів: побудова багатоканальної системи розпізнавання технологічних ситуацій або складення системи рівнянь контролю по ходу продувки з використанням декількох параметрів. При використанні принципу дворівневого розпізнавання на нижньому рівні відбувається розпізнавання ситуації окремо по кожній вимірювальній змінній, а кінцеве рішення формується на другому етапі з врахуванням загального числа непрямих параметрів, що вимірюються й інформативності кожного з них. Підвищення надійності досягається за рахунок структурної надлишковості багатоканальних систем контролю і незалежності вибірки індивідуальних рішень по всім інформаційним каналам. При цьому можуть розглядатися як деякі розрахункові величини (середні значення, дисперсії, тощо), так і різного роду структурні ознаки (координати характерних точок і ділянок кривих). Загальна постановка задачі дворівневого розпізнавання відповідає модельній схемі теорії групового вибору.

Перший підхід використаний нами для визначення моменту переходу до періоду знеуглецювання нижче критичних масових часток, при яких залишкова частка вуглецю пропорційна швидкості його окислення. Як ознаки  $z_i$  ( $i = 1, \dots, 4$ ) використали криву зміни швидкості знеуглецювання, що визначена по аналізу вихідного газу, поверхневій щільності теплового потоку на фурму і кесон, тиску вихідного газу в перехідному газоході. Як ситуації  $a_j$  ( $j = 1, 2$ ) прийняли наявність переходу до періоду знеуглецювання нижче критичних масових часток. Цей підхід дозволив підвищити точність контролю масової частки вуглецю в металі в діапазоні його концентрацій 0,20...0,45 % на 0,015 %.

Реалізація другого підходу застосована при визначенні динамічних параметрів плавки. Система рівнянь включає чотири рівняння, що складені на основі балансу кисню і теплових балансів у ванні конвертера, газів на виході з горловини конвертера і для ділянки перехідного газоходу охолоджувача конвертерних газів (ОКГ). Вирішуючи її, визначимо швидкість зміни температури ванни, швидкості знеуглецювання металу і окиснення заліза і коефіцієнт, що характеризує ступінь допалювання CO до CO<sub>2</sub> у порожнині конвертера.

При цьому виявляється, що кількість вимірювальних параметрів, що характеризують процеси у ванні конвертера, є явно недостатньою. Для вирішення системи рівнянь до датчиків контролю тиску газу, що відходить з конвертера, в перехідному газоході, температури факела полум'я в під'ємному газоході, температурного перепаду води, що охолоджує кесон, і витрати кисневого дуття, які традиційно установлюються при проектуванні конвертера, додаються датчики контролю температури газу в перехідному газоході, розрідження у нижній площині кесона, витрати води, що охолоджує кесон, і температурного лінійного подовження екранних труб ОКГ по ходу продувки.

Промислова перевірка показала, що залишкове середньоквадратичне відхилення по контролю швидкості знеуглецювання склало 0,0047 %/хв., по температурі 10,6 °C. В наслідок відсутності безперервного контролю ступені допалювання CO в CO<sub>2</sub> в порожнині конвертера і зміни масової частки  $\Sigma \text{FeO}$  у шлаку правильність визначення цих коренів системи перевіряли на плавках з повалками. Для кожної плавки обчислювали масу шлаку по балансу марганцю і середнє значення ступеню окиснення вуглецю до CO по балансу кисню. При визначенні частки Fe в шлаку коефіцієнт кореляції становить  $R = 0,770$ , середнє квадратичне відхилення  $\sigma = 0,82$  %, достовірність коефіцієнта кореляції  $P > 0,950$ . Для ступеню окиснення вуглецю до CO:  $R = 0,783$ ,  $\sigma = 0,026$ ,  $P > 0,950$ .

УДК669.184:658.012.011.66

**ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ МЕТАЛУ У КОНВЕРТЕРІ***д.т.н. Богущевський В.С., НТУ України "КПІ ім. І. Сікорського"*

Марки сталі, що виплавляються в конвертері, характеризуються на повалці вмістом вуглецю, сірки та температурою. Якщо в 70 – 90-ті роки минулого сторіччя основними параметрами на випуску був хімічний склад металу, то в теперішній час завдяки впровадження позапічної обробки чавуна і сталі на перший план виходить отримання заданої температури. Особливо ця проблема загострилась при введенні МБРЗ, які потребують високі температури металу, який зливають (1680 – 1710<sup>0</sup>С) у порівнянні з розливкою у виливниці (1580 – 1620 <sup>0</sup>С).

Для безперервного контролю температури металу в процесі продувки конвертера запропонований ряд контактних та безконтактних методів вимірювання. Однак складна реалізація контактних способів та низька стійкість захисних наконечників термопар заважають використанню цих методів в промислових умовах. Тому домінуючим методом контролю температури в діючих сталеплавильних агрегатах є виміри разовими термопарами занурення, так званими «зондами».

Недоліком цього методу є неточні показання температури в періоди плавки металу, коли тверді матеріали знаходяться в стані нагріву і плавлення, тобто продовжують поглинати тепло від ванни. Ігнорування кінетики нагріву і розплавлення охолоджуючих і шлакоутворюючих матеріалів може привести до похибок у визначенні температури в 10 – 15 <sup>0</sup>С і більше.

Нами визначені функціонали кінетичної моделі перехідних процесів впливу збурюючих діянь на температуру ванни відповідно лома  $m_{\text{л}}$ , добавки  $j$ -го матеріалу  $m_j$  і  $R$ -го елемента ванни (табл.1)

Таблиця 1 – Функціонали перехідних процесів від температурних збурень у конвертерній ванні

| Збу-<br>рення      | Рівняння перехідного<br>процесу                                                                                               | Усталене значення<br>температури                                                                 | Питоме значення                                                                                               |                                                                                           |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
|                    |                                                                                                                               |                                                                                                  | ємнісного опору                                                                                               | постійної часу                                                                            |
| $m_{\text{л}}$ , Т | $t_{\text{л}} = -t_{\text{л}}^* \{1 - \exp[-\tau : \{ \tau_{\text{л}}(\varphi) \times [1 - \beta(\varphi)] m_{\text{л}} ] \}$ | $t_{\text{л}}^* = Q_{\text{л}} [1 - \beta(\varphi)] \times m_{\text{л}} : (0,95 c m_{\text{ч}})$ | $\Omega_{\text{л}}(\varphi) = 10^3 c_{\text{у.л}} \rho(\varphi) : (60 \lambda k)$ , хв./ (м <sup>3</sup> · Т) | $\tau(\varphi) = 10^3 c_{\text{у.л}} \rho(\varphi) : (60 \lambda H_{\text{т}} k)$ , хв./Т |
| $m_j$ , Т          | $t_j = -t_j^* \{1 - \exp[-\tau - \tau_j] : (\tau_{\text{л}} m_j) \}$                                                          | $t_j^* = Q_j m_j / (0,95 c m_{\text{ч}})$                                                        | $\Omega_{\text{л}} = 10^3 c_{\text{у.л}} / (60 \times \lambda F_j)$ , хв./ (м <sup>3</sup> · Т)               | $\tau_{\text{л}} = 10^3 c_{\text{у.л}} / [60 \times \lambda H_{\text{т}} / F_j]$ , хв./Т  |
| $R$ , %            | $t_R = t_R^* \{1 - \exp[-\tau / \tau_{\text{YRT}} (R_{\text{ч}} - \gamma R_{\text{м}})] \}$                                   | $t_R^* = 10 Q_R (R_{\text{ч}} - \gamma R_{\text{м}}) : (0,95 b A_{\text{RC}})$                   | $\Omega_{\text{YRT}} = \Omega_{\text{YRM}} + \Delta \Omega_{\text{YRT}}$ , хв./ (м <sup>3</sup> · %)          | $\tau_{\text{YRT}} = \tau_{\text{YRM}} + \Delta \tau_{\text{YRT}}$ , хв./ %               |

Прийняті позначення:  $t_{\text{л}}$ ,  $t_j$ ,  $t_R$  – температурне збурення ванни відповідно від проплавлення лома, добавки  $j$ -го матеріалу і окислення  $R$ -го елемента, <sup>0</sup>С;  $\beta(\varphi)$  – масова частка лома  $\varphi$ -го виду (легкий, середній, ваговий), що розплавився при заливці чавуна;  $Q_{\text{л}}$ ,  $Q_j$  – питома теплота, що витрачена на нагрівання і розплавлення лома і добавки  $j$ -го матеріалу, Кдж/т;  $Q_R$  – молярний нестандартний тепловий ефект хімічної реакції утворення оксиду з участю  $R$ -го елемента і газоподібного кисню (при дійсних температурних і агрегатних умовах вихідних і отриманих продуктів), що для кремнію, марганцю і фосфору відповідно дорівнюють 690, 378 і 1163 Кдж/кмоль · 10<sup>3</sup>;  $c_{\text{у.л}}$  – умовна середня питома теплоємність сталювого лома, що визначається з урахуванням твердої і рідкої фаз, а також теплоти плавлення, Дж/(кг · К);  $\rho(\varphi)$  – насипна щільність лома  $\varphi$ -го виду, т/м<sup>3</sup>;  $k = 10^{-3}$  – коефіцієнт пропорційності, т/м;  $\Omega_{\text{YRT}}$  – питоме значення ємнісного опору від температурного збурення при окисленні  $R$ -го елемента, хв./ (м<sup>3</sup> · %);  $\Delta \Omega_{\text{YRT}} = 10^3 c m_{\text{ч}} / [60 \lambda F_{\text{ем}} (R_{\text{ч}} - \gamma R_{\text{м}})]$  – питоме значення вкладу в ємнісний опір ванни від теплового діяння при окисленні  $R$ -го елемента, хв./ (м<sup>3</sup> · %);  $\tau_{\text{YRT}}$  – питоме значення збурення при окисленні  $R$ -го елемента, хв./%;  $\Delta \tau_{\text{YRT}} = 10^3 c m_{\text{ч}} / [60 \lambda H_{\text{т}} F_{\text{ем}} (R_{\text{ч}} - \gamma R_{\text{м}})]$  – питомий вклад в постійну часу перехідного процесу у ванні від теплового діяння при окисленні  $R$ -го елемента, хв./%;  $c$  – теплоємність металу, Дж/(кг · К);  $m_{\text{ч}}$  – маса чавуна, кг;  $\lambda$  – коефіцієнт теплопровідності ванни, Вт/(м · К);  $H_{\text{т}}$  – відносний коефіцієнт теплообміну, м<sup>-1</sup>;  $F_{\text{ем}}$  – ефективна площа контакту кисневого дуття з емульсією, м<sup>2</sup>;  $A_R$  – атомна маса  $R$ -го елемента, кг/кг-атом.

По експериментальним даним, що отримані методом індикаторів, які не окислюються, проведена ідентифікація числових значень  $\tau_{\text{YRM}}$ , що становлять для кремнію 2,59, марганцю 2,05 і фосфору 40 хв./%. Перехідний процес зміни температури ванни від охолодження добавок сипких матеріалів досліджено по показанням пірометричного пристрою безперервного виміру температури металу в конвертері. Значення  $\tau_{\text{л}}$  для вапна становить 0,459, вапняку 0,880 і шпату 0,423 хв./т. Величина  $\Delta \tau_{\text{YRT}}$  дорівнює для кремнію 0,0185, марганцю 0,0128 і фосфору 0,209 хв./%.

**Висновки.** На основі системного розгляду явищ переносу в конвертері отримані співвідношення по кінетиці масо- і теплообміну, що використовуються при керуванні плавкою.

УДК 631.331

# ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ СОШНИКА ДЛЯ ЗАКЛАДЕННЯ ТУКІВ ОСНОВНОЇ ДОЗИ ПРИ ПОСІВІ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

к.т.н. **Осипов І.М.**, к.т.н. **Сисоліна І.П.**, *Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький*

Сучасне інтенсивне сільськогосподарське виробництво неможливе без раціонального використання хімікатів у вигляді мінеральних добрив (туків).

Одним із способів внесення мінеральних добрив в ґрунт є припосівне рядкове внесення одночасно з посівом в одну і ту ж борозну з насінням (стартова доза) і локально в окрему борозну, розміщену між насінням (основна доза). Використання такої технології посіву зернових дає гарантовану прибавку урожаю.

В сучасних інтенсивних системах вирощування зернових культур велике значення надається виконанню оптимальної і рівномірної глибини загортання мінеральних добрив. Аналіз апріорної інформації дозволив виявити основні фактори, що впливають на роботу сошника: нерівномірність рельєфу поля, неоднорідність структури ґрунту, елементи конструкції сошника, механізм навішування сошника, коливання рами сівалки. Проведені дослідження підтвердили це, зокрема, що одним з основних факторів є конструкція сошника, ступінь впливу якого сягає в середньому 17%.

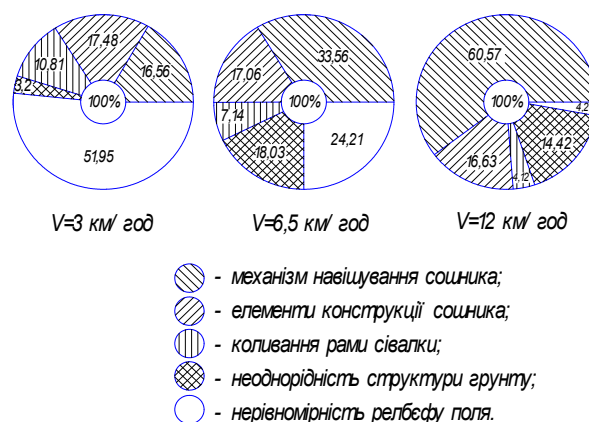


Рис. 1. Ступінь впливу основних факторів на роботу сошника

З метою вибору раціональної конструкції сошника для закладення туків основної дози при посіві зернових культур проводились дослідження трьох типів сошників: дводискового, наральникового та оригінального однодискового. При дослідженні визначались рівномірність глибини заробки туків та характер деформації ґрунту. Досліди проводились в дослідній лабораторії кафедри сільськогосподарського машинобудування при наступних умовах:

- середньосуглинний ґрунт оброблявся сапою і прикочувався котком до щільності 1,6...2,0 МПа при відносній вологості 18%;

- сошники встановлювались на раму, оснащену механізмом заглиблення з висівним пристроєм;

- швидкість руху сошників 5 км/год. (для висіву використовувався суперфосфат простий гранульований);

- показники рівномірності глибини заробки туків визначались за допомогою спеціально розробленого і виготовленого бура з розподіленням ґрунту шарами через 1см;

- профіль борозни після проходження сошників визначали профілюванням поверхні ґрунту, характер деформації – фотографуванням його поверхні, обробленої розчином з крейди.

Результати проведених досліджень свідчать, що дводисковий сошник укладає туки в основному в три односантиметрові горизонти. Це пояснюється тим, що дводисковий сошник розпушує ширшу борозну і створює сприятливі умови для більшого заглиблення. Найбільш рівномірно, в два односантиметрові горизонти, закладав туки наральниковий сошник. Однодисковий сошник по компактності закладення насіння займає проміжне положення між дводисковим і наральниковим. Найбільший розкид ґрунту проводить сошник наральникового типу, що пояснюється особливостями його дії на ґрунт. Профілі борозен, утворені дводисковим сошником і однодисковим, приблизно однакові. При роботі однодискового сошника ґрунт відкидається носком наральника, а з боку диска тільки руйнується кірка.

Польова перевірка сівалки СЗК-3,3 з розробленими однодисковими сошниками при вологості ґрунту 18% і робочій швидкості 10 км/год. показала їх працездатність.



УДК

# АНАЛІЗ ДИНАМІКИ РОТОРА БАГАТОСТУПІНЧАСТОГО ВІДЦЕНТРОВОГО НАСОСА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ КОМП'ЮТЕРНИХ ПРОГРАМ "CRITICAL FREQUENCIES OF THE ROTOR" І "FORCED OSCILLATIONS OF THE ROTOR"

к.т.н. Павленко І.В., д.т.н. Симоновський В.І., Дем'яненко М.М., Вербовий А.Є., Сумський державний університет

У роботі досліджується динаміка ротора горизонтального 8-ступінчастого секційного відцентрового насоса НПС 200-700 (рис. 1 а), призначеного для перекачування води, нафти, зріджених вуглеводневих газів і нафтопродуктів згідно ГОСТ 15150-69, ОСТ 26-06-1304-75 із застосуванням комп'ютерних програм [1, 2], призначених для аналізу вільних і вимушених коливань роторних систем. Програми реалізують математичні моделі, засновані на методі скінченних елементів [3] та дозволяють враховувати будь-яку наперед задану залежність жорсткості опор і ущільнень від частоти обертання ротора. Зокрема, обрана квадратична залежність, отримана шляхом апроксимації даних чисельного експерименту, проведеного із застосуванням ANSYS для опор з підшипниками 46416Л ГОСТ 831-75 з урахуванням податливості корпусу насоса.

У результаті розрахунку у програмі "Critical frequencies of the rotor" [1] визначені критичні частоти гнучкого ротора (268, 863, 1817 рад/с) та побудовані відповідні форми вільних коливань (рис. 1 б). Застосування програми "Forced oscillation of the rotor" [2] дозволяє встановити форму вимушених коливань ротора (рис. 1 в) для значень допустимих залишкових дисбалансів муфти електропривода і робочих коліс за ГОСТ ISO 11342-95 для робочої частоти обертання 2950 об/хв.

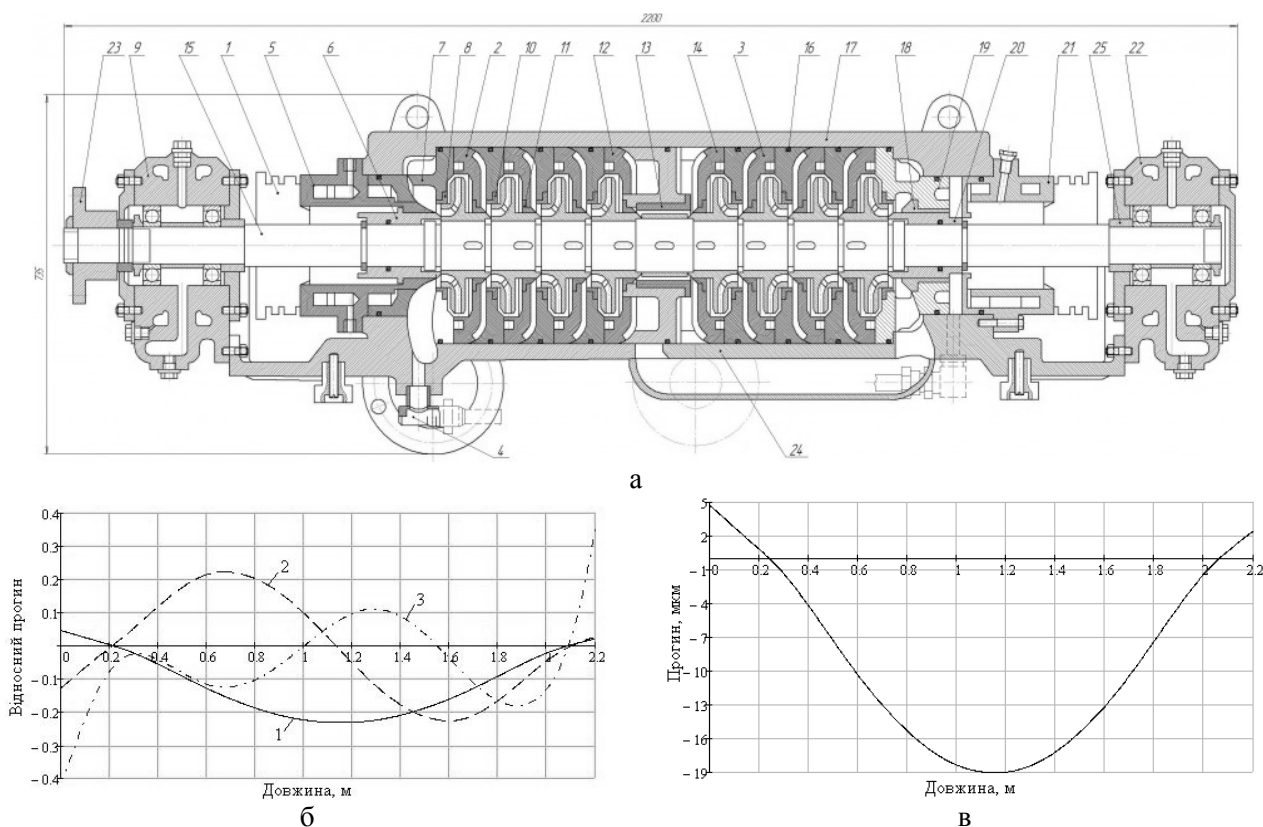


Рисунок 1 – Розріз багатоступінчастого відцентрового насоса НПС 200-700 (а) та форми вільних (б) і вимушених (в) коливань ротора

## СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Комп'ютерна програма "Critical frequencies of the rotor" : авторське свідоцтво № 59855, Україна / І. В. Павленко, В. І. Симоновський. – Дата реєстрації 27.05.2015 р.
2. Комп'ютерна програма "Forced oscillations of the rotor" : авторське свідоцтво № 61788, Україна / І. В. Павленко, В. І. Симоновський. – Дата реєстрації 23.09.2015 р.
3. Павленко І. В. Метод скінченних елементів в задачах коливань механічних систем : навчальний посібник / І. В. Павленко. – Суми : Сумський державний університет, 2007. – 179 с.



УДК 669:628.336.712

# ВИЗНАЧЕННЯ МЕЖ ЗРИВУ ФАКЕЛА В ПАЛЬНИКАХ «ТРУБА В ТРУБІ» ПРИ РЕЦИРКУЛЯЦІЇ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ

*к.т.н. Іванов І.І., Національна металургійна академія України, м. Дніпро*

Рециркуляція відпрацьованих газів у теплових агрегатах є ефективним засобом підвищення техніко-економічних показників їх роботи. Вона дозволяє знизити градієнт температур в робочому обсязі і забезпечити якісне нагрівання виробів. Збільшення обсягу і швидкості руху газів в робочій камері сприяє інтенсифікації конвективного теплообміну і зниженню енерговитрат, в окремих випадках до 20 - 30%. Рециркуляція є також одним з найбільш поширених і дешевих способів придушення утворення оксидів азоту в процесі горіння і дозволяє знизити вихід  $\text{NO}_x$  на 50 - 60% [1].

Проблемою, що пов'язана з рециркуляцією димових газів, є забезпечення стійкості процесу горіння як найважливішої умови безпечної експлуатації агрегату. Подача рециркуляту збільшує вміст інертних компонентів у фронті полум'я. Це може призвести до порушення стабільності факелу і загасання полум'я (див. рисунок), а при значному вмісті баласту можливе утворення негорючих сумішей. Через згаслий палик продовжує надходити газ, в робочому обсязі накопичується газоповітряна суміш, що може привести до вибуху, руйнування конструкції агрегату, інших тяжких наслідків. Тому визначення меж зриву полум'я при організації рециркуляції має суттєвий теоретичний і практичний інтерес.

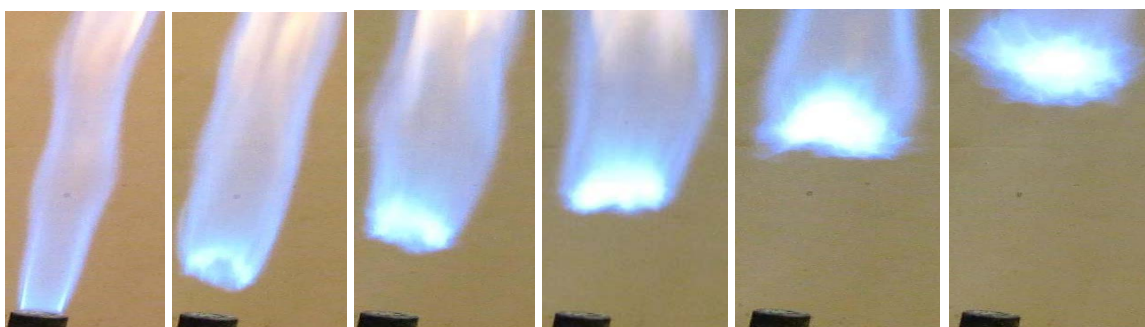


Рис. 1. Процес зриву газового полум'я з пальника

Дослідження виконувалися на кільцевій печі нагрівальної печі  $\varnothing 30$  м колесопрокатного цеху ПАТ Інтерпайп НТЗ, що оснащена системою зовнішньої рециркуляції відпрацьованих газів. Спалювання природного газу в середовищі рециркуляту здійснювалася за допомогою комбінованих газомазутних пальників «труба в трубі» з діаметром газового сопла  $50 \times 46$  і  $52 \times 46$  мм. Проведено 60 дослідів за різних значень коефіцієнту витрати рециркуляту  $\alpha$  при його температурі  $140 \div 2000^\circ\text{C}$  і вмісті кисню в ньому  $15,4 \div 19,6\%$ .

Обробкою результатів експериментів отримана модель меж зриву факелу:

$$Pe_\omega = 0,177 \cdot Pe_U^{2,02} \cdot \alpha^{-2},$$

де  $Pe_\omega = \frac{\omega \cdot d}{a}$  і  $Pe_U = \frac{U \cdot d}{a}$  – критерії Пекле відповідно для швидкості витікання газу

при зриві факелу  $\omega$  і для нормальної швидкості поширення полум'я  $U$ , яка визначалася за методикою [2];

$d$  – зовнішній діаметр газового сопла пальника;

$a$  – коефіцієнт температуропровідності стехіометричної суміші газу і рециркуляту.

Отримані результати дозволяють обґрунтовано виконувати вибір режимних параметрів горіння, що забезпечують безпечну експлуатацію теплового агрегату.

## СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Оценка влияния на эмиссию оксидов азота режима сжигания и рециркуляции дымовых газов/ Бобылев В.П., Иванов И.И. - Металлургическая и горнорудная промышленность. - №1, 2015 - с. 147 - 150.
2. Иссерлин А.С. Основы сжигания газового топлива. – Л.: Недра, 1987. – 336 с.

УДК 621.664

**МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ПОДАЧІ ШЕСТЕРЕННИХ НАСОСІВ**

*к.т.н. Осін Р.А., к.т.н. Красота М.В., Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький*

Для розширення галузі використання шестеренних насосів (НШ) у всіх вищезазначених областях техніки необхідне удосконалення їх конструкції у напрямку підвищення тиску, надійності, покращення питомих характеристик.

Збільшити подачу шестеренних насосів можливо за рахунок підвищення робочого обсягу насосу, що може бути досягнуто за рахунок:

- збільшенням ширини вінців шестерень;
- збільшення зовнішнього діаметру шестерень насосів.

Збільшення подачі НШ та робочого об'єму насоса за рахунок збільшення ширини вінця шестерень є простим та поширеним методом.

Для задоволення потреби промисловості в НШ різної потужності створюють типорозмірні ряди НШ шляхом послідовного збільшення геометричних параметрів його шестерень. Основні типорозміри НШ, що випускаються промисловістю України, представлені в [1].

Розподілення НШ на типорозмірні ряди виконується для підвищення ефективності організації виробництва. При цьому для всіх типорозмірів НШ усередині типорозмірного ряду використовують одні і ті ж корпусні деталі, шестерні з одним і тим же модулем і кількістю зубів, цапфи одного і того ж діаметру і довжини, що припускає використання однакових підшипників. Відрізняються шестерні НШ усередині типорозмірного ряду тільки по ширині вінця шестерень.

Однак при цьому методі збільшення подчі зростають і габаритні розміри шестерень, габарити качаючого вузла і всього насоса в цілому.

Збільшення зовнішнього діаметра шестерень може бути реалізоване шляхом збільшення числа зубів шестерень при постійному модулі, а також шляхом збільшення модуля зачеплення при постійному числі зубів шестерень.

Збільшення числа зубів при постійному модулі приводить до збільшення габаритів насоса, його ваги, а отже є не досить ефективним рішенням.

В роботах Т.М. Башти [2, 3] і за результатами власних досліджень встановлено, що збільшення модуля при незмінному числі зубів шестерень сприяє зростанню подачі насоса, однак, цей спосіб також приводить до збільшення діаметра шестерень.

З вищевикладеного виходить, що практично всі відомі способи підвищення подачі НШ пов'язані із зростанням габаритних розмірів рухомих елементів насоса - шестерень. Таке вирішення задачі збільшення подачі НШ пов'язане з одночасним зростанням габаритних розмірів і маси як самого качаючого вузла, так і насоса в цілому. Тому, ці методи підвищення подачі слід віднести до екстенсивного шляху розвитку НШ. Вони на сьогоднішній день вичерпали свої можливості і не сприяють підвищенню технічного рівня НШ за питомими показниками.

Пропонується виконувати підвищення подачі інтенсивним шляхом, без зростання габаритних розмірів і маси НШ. Реалізація такого принципу ґрунтується на удосконаленні зубчатого зачеплення качаючого вузла насоса та оптимізації параметрів зубчатого зачеплення в напрямку підвищення подачі.

Попередніми пошуковими дослідженнями встановлено, що змінюючи параметри зубчатого зачеплення, можливо істотно підвищити технічний рівень качаючого вузла НШ по подачі, що є передумовою для подальшого розвитку теоретичних і експериментальних досліджень по цілеспрямованому пошуку раціональних параметрів зубчатого зачеплення качаючого вузла НШ у напрямі підвищення подачі.

**СПИСОК ПОСИЛАНЬ**

1. Насоси шестеренні об'ємного гідроприводу. Технічні умови. ДСТУ 3-25-180-97. – К.: Мінпромполітики України, 1998. – 48 с.
2. Башта Т.М. Объемные насосы и гидравлические двигатели гидросистем: [учебник для вузов] / Т.М. Башта – М.:Машиностроение, 1974.– 606 с. – С. 10 – 12.
3. Башта Т.М. Расчеты и конструкция самолетных гидравлических устройств/ Т.М. Башта – [3-е изд. перераб. и доп.] – М.: Гос. научно-технич. издат. Оборонгиз, 1961. – 475 с.

УДК.621.791.92

## АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ КОНТАКТНОГО НАВАРЮВАННЯ ПОРОШКІВ

*к.т.н. Красота М.В., к.т.н. Осін Р.А., Центральноукраїнський національний технічний  
університет, м. Кропивницький*

Контактне наварювання передбачає електронагрівання металевого порошку, що засипається між деталлю і електродом, за рахунок теплової енергії, яка виділяється електричним струмом на активному опорі. Енергія, необхідна для наварювання порошку, виділяється електричним струмом у вигляді тепла безпосередньо в порошковому шарі, в основному, на контактах між частинками порошку, поверхнею деталі і електрода. Процес наварювання забезпечується сумісною дією на порошковий шар високої температури (0,9...0,95 температури плавлення порошку) і тиску (до 100 МПа), при цьому в покритті відбуваються як бездифузійні явища схоплення, так і дифузійні процеси спікання і зварювання в твердій фазі.

Процес спікання порошку в компактне тіло і його наварювання на заготовку з використання методу електроконтактного наварювання характеризується трьома етапами [1].

На першому етапі холодного пресування порошку відбувається стабілізація його електроопору. Ця стадія низьких тисків (до 100 МПа) практично закінчується через 0,6...1,0 с від початку пресування порошку. До моменту закінчення холодного пресування порошку питомий електроопір його повинен бути не вище  $(10...15) \cdot 10^{-4}$  Ом·см в іншому випадку ускладнюється електричне пробивання і знижується стабільність процесу.

На першому етапі процесу утворюється пористе порошкове тіло. Воно володіє порівняно високим електроопором, значення якого визначає кінетику процесу і якість отриманого шару. Електроопір та інші фізико-механічні властивості пресованого матеріалу в значній мірі визначаються контактними явищами між частинками порошкового тіла. При збільшенні тиску пресування зростає кількість плям контактування, оголюються ювенільні поверхні і можлива молекулярна їх взаємодія.

Другий етап характеризується протіканням імпульсів електричного струму через порошок, який знаходиться під тиском. При цьому струмопровідні контакти частинок і їх приконтактні об'єми швидко нагріваються. Електроопір порошку швидко знижується, так як в мікроконтактах частинок матеріал досягає пластичного стану, а прикладений тиск стискання приводить до збільшення щільності матеріалу. Зростає кількість і площа контактів в струмопровідних поверхнях частинок, збільшуються діючі значення струму і температури нагріву всього об'єму порошкового матеріалу. При цьому, активно протікають процеси рекристалізації, схоплювання, спікання, зварювання в мікроконтактах в твердій і рідкій фазах. Імпульсний режим необхідний для стабілізації процесу і попередження перегріву, особливо при нагріванні до 670...720 °С.

Третій етап - час від моменту вимкнення струму до повного охолодження матеріалу.

Проведений аналіз показав, що контактне наварювання порошків має наступні переваги: високу продуктивність і низьку енергоємність, мінімальну зону термічного впливу струму на деталь внаслідок малої тривалості імпульсу нагріву, відсутність необхідності у використанні захисної атмосфери через короткочасний термічний вплив на матеріал покриття і відсутність світлового випромінювання і газовиділення [1, 2]. Процес контактного наварювання характеризується використанням електричного струму силою 1,5...30 кА, вторинною напругою 1...6 В. тиском до 100 МПа. Встановлено, що покриття, які наносяться методом електроконтактного наварювання володіють високими фізико-механічними властивостями (міцністю зчеплення 150...300 МПа, пористість не більше 10%) [3]. Для більш детального вивчення процесу, слід приділити увагу основним технологічним параметрам, якими є тиск і температура, а також фізико-механічним властивостям порошкової формовки і кінетиці утворення порошкового шару.

### СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Дорожкин Н.Н. Электрофизические методы получения покрытий из металлических порошков/ Дорожкин Н.Н., Миронов В.А., Верещагин В.А. – Рига: «Зинатне», 1985, - 131с.
2. Ярошевич В.К. Электроконтактное упрочнение/ Ярошевич В.К., Генкин Я.С., Верещагин В.А. – Минск: «Наука и техника», 1982, - 256 с.
3. Черновол М.И. Совершенствование технологии восстановления детали типа «вал» электроконтактным припеканием металлических порошков/ Лопата Л.А., Красота М.В.//Теоретические и технологические основы упрочнения и восстановления изделий машиностроения: Сб. научн. трудов/Под ред. С.А. Астапчика, П.А. Витязя. – Мн.: Технопринт., ПГУ., 2001. – 736 с. 300-303.

UDC 536.248

## TWO-PHASE HEAT EXCHANGE DEVICES (HEAT PIPES AND THERMOSYPHONS) FOR GENERAL TECHNICAL PURPOSES WITH EFFECTIVE POROUS CAPILLARY STRUCTURES

*Doct. Kostornov A.H., Academician of National Academy Sciences Ukraine, Frantsevich Institute for Problems in Materials Science, c. Kyiv; Ph.D. Shapoval A.A., magister Streltsova Y.V., NTUU "KPI of the I. Sikorsky"*

Scientific and technical progress in engineering is connected with perfect cooling systems creation, heating and temperature control devices, instruments of various technical purposes. Heat pipes (HP) and their varieties - thermosyphons (TS) are effective two-phase heat exchange devices, that can quickly strike and divert heat from heated items of equipment.

Capillary structures (CS) are used in HP for such physical processes implementation: 1) liquids transportation from HP cooling zones (removal of heat) to the areas of heat (heat supply); 2) high intensity of vaporization (boiling) and condensation of working liquids in HP.

Heat transfer coefficient  $\alpha$  [W/(m<sup>2</sup>·K)], which is a measure of two-phase heat transfer intensity, essentially depends on the following factors: 1) the porosity of CS; 2) thermal conductivity of CS; 3) wettability; 4) geometric parameters of the internal pore space in CS, and more. These factors influence and determine the number of technical and operational characteristics of HP. The last one, above all, is thermal resistance  $R_{tt}$  [K/W]. Today, HP manufacturers use different types and forms of CS; the latter do not always have perfect thermal and hydrodynamic parameters and characteristics.

Metal fiber CS, that were developed and studied at The Institute of Materials Science I. M. Frantsevych of Ukraine, have high rates of permeability, relatively large range of changes in porosity, pore size, thermal conductivity, and so on. They can easily modify (if necessary) geometric shape, bend, deform, and more. These factors justify a number of advantages of metal fiber capillary structures compared to other similar types of CS for the HP.

The main research directions of permeable material held in The Institute of Materials Science of Ukraine in the field of development of effective metal capillary-porous materials and two-phase heat exchange devices are the following:

- 1) the research of parameters and characteristics of new type CS pore space (based on fibrous CS);
- 2) the research of hydrodynamic CS characteristics of various types, in particular composite and "gradient" CS;
- 3) the research of thermal CS characteristics of different types, in particular metal fibers and composites (based on the combined mixtures of fibers and powder in certain proportions);
- 4) the research of thermal processes during boiling of some liquids used as heat transfer agents in HP;
- 5) the research of thermal, technical, operational and resource characteristics of two-phase heat exchange devices, including space mission.

The studies of two-phase thermal processes on technical surfaces with capillary-porous materials include:

- 1) the experiments on specifics of water and organic liquids boiling (ethanol, acetone, ether) on porous surfaces in conditions typical for the HP and TS functioning; both in terms of free movement of fluids in porous surfaces (mode of "flooding") and capillary transport of liquids (mode of "capillary pump");
- 2) the study of impact of porous materials characteristics on physical phenomena in porous areas in places of contact with the solid metal surfaces;
- 3) the study of the characteristics of different liquids condensation on surfaces with different types of CS.

The latter developments of capillary-porous materials and HP based on them, designed for space and aircraft, include creating and study physical characteristics of composite fiber-powder materials. They combine properties of metal powder and fibrous materials. Metal powder materials have limited maximum porosity ( $\Theta_{max} = \sim 55-56\%$ ). Using metal thin discrete fibers with relatively small diameters ( $\Theta_{min} = \sim 5-10$  micron), we make is possible to reach high values of CS porosity ( $\Theta_{max} = \sim 95-96\%$ ).

These features of metal porous materials necessitated the development of new, so-called "composite" materials. Latest allow to design heat pipes ensuring the effective heat transfer, depending on the specific technical conditions of devices and instruments with heated elements.



УДК 631.33.02

# ЗАЛЕЖНІСТЬ ЯКОСТІ ДОЗУВАННЯ НАСІННЯ ВІД ФОРМИ І ТИПУ КОМІРОК ВИСІВНОГО ДИСКА

к.т.н. *Васильковська К.В.*, *Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький*

Якість дозування насіння до борозни залежить, в першу чергу, від рівномірності розташування насіння на висівному диску. Тому підхід до обрання форми отворів диска є визначальною початковою умовою рівномірного дозування. На сьогоднішній день, створено велику кількість різновидів присмоктувальних отворів, серед яких можна виділити кілька основних типів: отвори круглої форми [1–2]; отвори конічної або тороїдальної форми [3, 4]; комірочки, утворені отвором і лопаткою [5, 6]. Розглянемо варіанти присмоктування часток до зазначених характерних типів отворів. Насінини абсолютно кулеподібної форми априорі буде присмоктуватись до отвору таким чином, що їх центри співпадатимуть. В дійсності ж насіння, наприклад, цукрового буряку, має складну форму і, знаходячись над присмоктувальним отвором, буде перебувати у положенні стійкої рівноваги, якщо його проекція буде співпадати з отвором. У випадку застосування висівних дисків з круглими отворами присмоктування можливе за схемою (рис. 1).

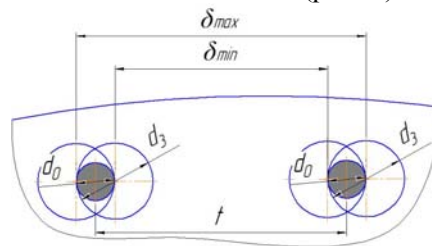


Рис. 1. Схема варіантів присмоктування часток до отворів круглої форми

Розглянемо два варіанти присмоктування, які будуть негативно впливати на якість розподілення насіння в борозні, а саме: частки знаходяться зовні від суміжних присмоктувальних отворів, тобто крок між ними максимальний; частки знаходяться у внутрішньому проміжку двох суміжних присмоктувальних отворів, тобто крок між частками є мінімальним.

Очевидно, що мінімальний крок дорівнює:

$$\delta_{\min} = t + \left( \frac{d_o}{2} - \frac{d_3}{2} \right) \cdot 2 = t + d_o - d_3, \quad (1)$$

де  $\delta_{\max}, \delta_{\min}$  – максимальний і мінімальний крок геометричних центрів насінин;  
 $d_3$  – діаметр насінини;  $d_o$  – діаметр присмокту вального отвору;  $t$  – крок лопаток комірочки.

Максимальний крок дорівнює:

$$\delta_{\max} = t - \left( \frac{d_o}{2} + \frac{d_3}{2} \right) \cdot 2 = t - d_o + d_3. \quad (2)$$

Тоді різниця між ними становитиме:  $\Delta\delta = \delta_{\max} - \delta_{\min} = (t - d_o + d_3) - (t + d_o - d_3),$

$$\Delta\delta = 2 \cdot (d_3 - d_o). \quad (3)$$

Для тороїдальних отворів, як і для конічних, залежність (3) буде аналогічною, оскільки суттєвої зміни форми отвору висівного диска не відбувається, внаслідок малої товщини диска [6, 7]. При застосуванні комірочки утвореної присмоктувальним отвором і лопаткою, розміщення часток буде наступним (рис. 2). Розглянемо перший випадок (рис. 2, а), коли діаметри попереднього і наступного насіння однакові. Тоді запишемо:

$$\delta_1 = \bar{\delta}, \quad (4)$$

де  $\delta_1$  – теоретичний крок геометричних центрів насінин;  $\bar{\delta}$  – середній крок комірочки.

Звідки середньоквадратичне відхилення:

$$\sigma^2 = 0, \quad (5)$$

У другому випадку (рис. 2, б), коли діаметри попереднього  $d_2$  і наступного  $d_3$  насіння відрізняються максимально. Тобто  $d_2 < d_3$ , де  $d_2 = \min$ , а  $d_3 = \max$ .

$$\delta_1 = t - \frac{d_2}{2} + \frac{d_3}{2} = t + \frac{d_3 - d_2}{2}, \quad (6)$$

Оскільки  $t = \bar{\delta}$ , тоді:

$$\delta_1 = \bar{\delta} + \frac{d_3 - d_2}{2}, \quad (7)$$



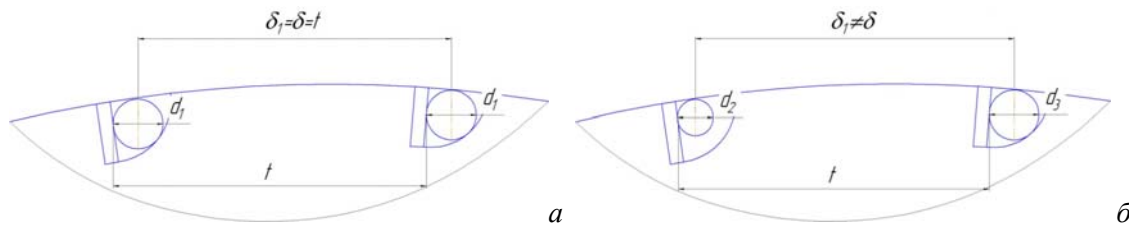


Рис. 2. Схеми розташування насіння біля комірки, утвореної присмоктувальним отвором і лопаткою: а – випадок, коли діаметри насінин рівні між собою; б – випадок, коли діаметри насінин не рівні між собою

$$\Delta\delta = \delta_1 - \delta = \bar{\delta} + \frac{d_3 - d_2}{2} - \bar{\delta},$$

де  $\bar{\delta}$  – можливий крок геометричних центрів насінин.

$$\Delta\delta = \frac{d_3 - d_2}{2}. \quad (8)$$

Звідки середньоквадратичне відхилення інтервалів розміщення насінин на диску становитиме:

$$\sigma^2 = \frac{\sum \Delta\delta^2}{n-1}, \quad (9)$$

а коефіцієнт варіації:

$$\nu = \pm \frac{\sqrt{\frac{\sum (\Delta\delta)^2}{n-1}}}{t}. \quad (10)$$

Побудуємо залежності різниці кроків  $\Delta\delta$  від діаметру насінини  $d$  (рис. 3) для отворів круглої (конічної, тороїдальної) форми та комірок, утворених присмоктувальним отвором і лопаткою.

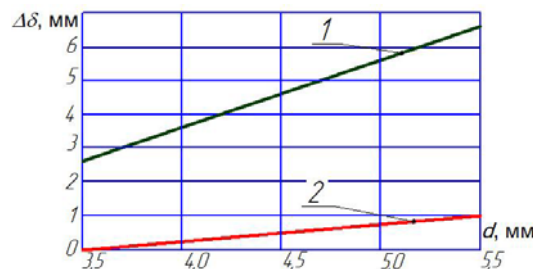


Рис. 3. Залежність різниці кроків  $\Delta\delta$  від діаметру насінини  $d$ : 1 – для отворів круглої форми; 2 – для комірок, утворених присмоктувальним отвором і лопаткою

Як видно з графіка (рис. 3) залежності різниці кроків від діаметру насіння, для отворів круглої форми різниця кроків розташування насіння на висівному диску для насіння цукрового буряку становить від 2,6 до 6,6 мм, а для комірок, утворених присмоктувальним отвором і лопаткою – від 0 до 1 мм. На підставі зазначеного можемо зробити висновок, що використання комірок, утворених отвором і лопаткою, дозволить забезпечити більшу рівномірність дозування на початковому етапі. Отже, подальшою задачею досліджень є обґрунтування основних параметрів комірчастого диска і висівного апарата для забезпечення дозування насіння цукрових буряків та інших просапних культур.

#### СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Бойко, А. І. Нові конструкції ґрунтообробних та посівних машин [Текст] / А. І. Бойко, М. О. Свірень, С. І. Шмат, М. М. Ножнов. – К., 2003. – 206 с.
2. Сисолін, П. В. Висівні апарати сівалок / П. В. Сисолін, М. О. Свірень. – Кіровоград, 2004. – 160 с.
3. Амосов, В. В. Обґрунтування параметрів універсального висівного апарата для просапних культур [Текст] : дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.05.11 / В. В. Амосов // Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. – Кіровоград, 2007. – 20 с.
4. Свірень, М. О. Научно-технологические основы повышения эффективности работы высевальных аппаратов посевных машин [Текст]: дис. ... д-р техн. наук: спец. 05.05.11 М. О. Свірень // Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. – Кіровоград, 2012. – 18 с.
5. Васильковська, К.В. Вплив форми і типу комірок висівного диска на якість дозування насіння [Текст] / К.В. Васильковська, О.М. Васильковський // Східноєвропейський журнал новітніх технологій. Vol 6, No 7 (72) (2014) – Харків: Технологічний центр, 2014. С. 33-36.

УДК 621.664

**ДОСЛІДЖЕННЯ ДЖЕРЕЛ ШУМУ В ГІДРАВЛІЧНИХ ПРИВОДАХ**

*к.т.н. Матвієнко О.О., к.т.н. Красота М.В., Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький*

Підвищення рівню автоматизації та механізації техніки неминує призводить до підвищення вимог до вузлів та агрегатів техніки, в тому числі і гідравлічного приводу. По мірі насичення технологічного устаткування гідроприводами, усе більше зростає роль акустичних і динамічних коливальних процесів у гідроприводах та їх вплив на екологічну безпеку.

Експлуатація гідроприводів супроводжується коливальними процесами. Так, наприклад, від різкого відкриття й закриття порожнин керуючих елементів виникає гідроудар при контакті з навколишнім середовищем робочої рідини через нерозчинене повітря, має місце кавітація й дизель-ефект, а також інтенсивне піноутворення. При цьому виникають області локальних стисків і розріджень різної частоти й амплітуди, які випромінюються в навколишнє середовище у вигляді шуму й вібрації [1, 2]. Перелічені вище явища виникають у робочій рідині або ж передаються їй від інших джерел. Для оцінки акустичних і динамічних коливальних процесів у гідроприводах наведемо їх класифікацію. Це дозволить намітити шляхи експериментальних і теоретичних досліджень для усунення негативних наслідків акустичного випромінювання гідроприводів.

Шум у гідроприводі можна розділити на гідродинамічний і механічний. До гідродинамічних шумів відносяться [3]:

- шуми, що відбуваються через періодичний випуск рідини в бак, або об'ємні шуми (тверді границі в гідросистемах приводять до утворення по поверхні трубопроводу монопольних і дипольних джерел шуму), шуми, що виникають через утворення вихорів біля твердих границь потоку, а також шуми зриву вихорів, зокрема біля границь трубопроводу й різних опорів;
- шуми відривних течій, що виникають при відриванні течії і при утворенні замкнутих або розімкнутих вихрових зон;
- пульсації границь зон приводять до появи пульсації тиску й генерації широкопasmового шуму (шуми в дроселях, клапанах, колінах, трійниках, при зміні перетину);
- шуми від неоднорідності потоку або шуми взаємодії, що виникають при обтіканні зубів шестерень насоса неоднорідним потоком, що утворюється через перешкоди в потоці (шуми, викликані пульсаціями на нерухомих перешкодах, розташованих поблизу обертаючих частин насоса);
- шуми турбулентного характеру (псевдозвук), що виникають при віддаленні від твердих границь при перемішуванні потоків, що рухаються з різними швидкостями; кавітаційні шуми, обумовлені зхлопуванням кавітаційних каверн у місцевих опорах або перепадах перетинів трубопроводу й у насосах.

До механічних шумів відносяться: корпусний шум; шуми від зубчастих передач; шуми підшипникових вузлів.

Механічний шум є найбільш характерним для гідросистем з шестеренними насосами.

Шум в шестеренному насосі є наслідком гідродинамічних процесів та механічної дії. Частотний спектр гідродинамічного шуму в шестеренних насосах обумовлюється коливаннями (пульсацією) потоку робочої рідини, явищем «запирання» робочої рідини. Механічний шум обумовлюється точністю виготовлення деталей зубчатого зачеплення та корпусу НШ і ударами, що є наслідком похибки зачеплення, деформації зачеплення під навантаженням, співвідношенням власної частоти коливань шестерні та частоти зачеплення зубів, контактуванням зубів шестерень та корпусу насоса через притискання шестерень в напрямку від зони нагнітання до зони всмоктування.

Приведена ідентифікація джерел шуму в гідроприводі дозволяє намітити подальші основні шляхи теоретичних та експериментальних досліджень в напрямку зниження віброакустичного випромінювання гідроприводів.

**СПИСОК ПОСИЛАНЬ**

1. Азуманов Э.И. Кавитация в местных гидравлических сопротивлениях/Азуманов Э.И. - М.: Энергия, 1978 - 302 с.
2. Бирюков СВ. Акустические волны в неоднородных средах/ Бирюков СВ. - М.: Наука, 1989- 150 с.
3. Ю.В. Кулешков. Аналіз причин виникнення шуму в гідроприводах/ Ю.В. Кулешков, Т.В. Руденко, М.В. Красота, Ю.О. //Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету / техніка в сільськогосподарському виробництві. Галузеве машинобудування, автоматизація – Вип. 24, ч. 2 – Кіровоград, КНТУ, 2011. – 238 с.

УДК 621.44 + 621.577

**ВИБІР ПІКОВИХ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОТИ ДЛЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ СИСТЕМ  
ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З ПАРОКОМПРЕСІЙНИМИ  
КОГЕНЕРАЦІЙНО-ТЕПЛОНАСОСНИМИ УСТАНОВКАМИ**

*к.т.н. Остапенко О.П., Вінницький національний технічний університет*

В дослідженні запропоновано обґрунтування вибору пікових джерел теплоти (ПДТ) для енергоефективних систем енергозабезпечення (СЕ) з парокompресійними когенераційно-теплонасосними установками (КТНУ). Переваги застосування вказаних СЕ зазначені у низці публікацій [1 – 4].

Досліджувані енергоефективні СЕ з парокompресійними КТНУ та ПДТ можуть повністю або частково забезпечувати власні потреби в електричній енергії та забезпечувати потреби опалення та гарячого водопостачання споживачів. Піковими джерелами теплоти в СЕ можуть бути водогрійні паливні котли (ПК), електрокотли (ЕК), сонячні колектори (СК) тощо. Схеми цих СЕ наведені в роботах [5 – 6]. В дослідженні [1] запропоновано здійснювати комплексну оцінку енергоефективності СЕ з парокompресійними КТНУ та ПДТ за комплексним безрозмірним критерієм енергоефективності  $K_{\text{СЕ}}$ , який залежить від енергетичної ефективності КТНУ та обраного ПДТ, а також від розподілу теплового навантаження між цими елементами СЕ та змінних режимів роботи КТНУ та СЕ. Безрозмірні критерії енергоефективності КТНУ  $K_{\text{КТНУ}}$  та ПДТ  $K_{\text{ПДТ}}$  запропоновані та досліджені в роботах [1 – 4, 7]. Комплексний безрозмірний критерій енергетичної ефективності СЕ  $K_{\text{СЕ}}$  використовується також для вибору найефективнішого ПДТ для певного виду СЕ. В дослідженні [1] визначено, що значення безрозмірного показника енергоефективності ПДТ становлять:  $K_{\text{ПДТ}}^{\text{ЕК}} = 0,302 \dots 0,318$  для електрокотла у разі використання електроенергії з енергосистеми;  $K_{\text{ПДТ}}^{\text{ЕК}} = 0,223 \dots 0,319$  для електрокотла у разі споживання електроенергії від КТНУ;  $K_{\text{ПДТ}}^{\text{ПК}} = 0,8 \dots 0,9$  для паливного котла; у разі використання СЕ з СК значення показника  $K_{\text{ПДТ}}^{\text{СК}}$  буде нижчим, ніж для електричних чи паливних котлів.

Вибір ПДТ для досліджуваних СЕ визначається рівнями теплової потужності СЕ та КТНУ, показниками енергоефективності обраних варіантів ПДТ та вимогами споживачів теплової та електричної енергії. Слід зазначити, що використання ПК як ПДТ в СЕ є значно ефективнішим, ніж використання пікових ЕК з різними варіантами джерел електроенергії, а також СК, що підтверджено більшими значеннями безрозмірних критеріїв енергоефективності ПДТ та СЕ.

**СПИСОК ПОСИЛАНЬ**

1. Остапенко О. П. Енергетична ефективність систем енергозабезпечення на основі комбінованих когенераційно-теплонасосних установок та пікових джерел теплоти [Електронний ресурс] / О. П. Остапенко // Наукові праці ВНТУ. – 2016. – № 1. – Режим доступу до журн.: <http://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/462/460>.
2. Остапенко О. П. Методичні основи комплексного оцінювання енергетичної ефективності парокompресійних теплонасосних станцій з електричним та когенераційним приводом / О. П. Остапенко // Наукові праці ОНАХТ. – 2015. – Вип. 47. – Т. 2. – С. 157 – 162.
3. Ostapenko O. P. Scientific basis of evaluation energy efficiency of heat pump plants: monograph / O. P. Ostapenko. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016. – 64 p.
4. Остапенко О. П. Енергоефективність систем енергозабезпечення з когенераційно-теплонасосними установками та піковими джерелами теплоти в системах теплопостачання [Електронний ресурс] / О. П. Остапенко // Наукові праці ВНТУ. – 2016. – №2. – Режим доступу до журн.: <http://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/472/470>.
5. Ткаченко С. Й. Парокompресійні теплонасосні установки в системах теплопостачання. Монографія / С. Й. Ткаченко, О. П. Остапенко. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2009. – 176 с.
6. Остапенко О. П. Холодильна техніка та технологія. Теплові насоси : навчальний посібник / О. П. Остапенко. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 123 с.
7. Остапенко О. П. Енергетична ефективність парокompресійних теплових насосів з електричним та когенераційним приводами [Електронний ресурс] / О. П. Остапенко, В. В. Лещенко, Р. О. Тіхоненко // Наукові праці ВНТУ. – 2014. – № 4. – Режим доступу до журн.: <http://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/421/419>.

621.315.425

## КОНТРОЛЬ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ПРИ НЕСИМЕТРИЧНИХ НЕЛІНІЙНИХ НАВАНТАЖЕННЯХ

*асист. Кійко В.В., ДВНЗ "Національний гірничий університет", м. Дніпро*

На сьогодні система моніторингу оцінки ефективності електроспоживання базується на визначенні коефіцієнта потужності, коефіцієнта спотворення і коефіцієнта несиметрії. Дана система показників має недоліки, що криються в неврахуванні додаткових втрат, пов'язаних з несиметрією і невідновженістю 3-фазних систем навантаження [1]. Розглядаючи структуру втрат електроенергії при її передачі споживачу в лінійних проводах, вводимо вагові коефіцієнти

$$\alpha_{a1} = \frac{\Delta P_{a1}}{\Delta P_{\text{л}}}, \quad \alpha_{p1} = \frac{\Delta P_{p1}}{\Delta P_{\text{л}}}, \quad \alpha_2 = \frac{\Delta P_2}{\Delta P_{\text{л}}}, \quad \alpha_0 = \frac{\Delta P_0}{\Delta P_{\text{л}}}, \quad \alpha_{\text{вг}} = \frac{\Delta P_{\text{вг}}}{\Delta P_{\text{л}}}.$$

Вони являють собою співвідношення втрат, що виникають при наявності складових струму: активної основної частоти, реактивної основної частоти, зворотної послідовності, нульової послідовності і струмів вищих гармонік до сумарних втрат при передачі потужності. Сума цих коефіцієнтів завжди повинна дорівнювати одиниці.

В ідеальному випадку (неспостворююча симетрична система) коефіцієнти  $\alpha_{p1}$ ,  $\alpha_2$ ,  $\alpha_0$ ,  $\alpha_{\text{вг}}$  дорівнюють нулю, а  $\alpha_{a1}$  – одиниці. Дані коефіцієнти пов'язані з вище згаданою системою оцінки ефективності енергопроцесів. Вони дозволяють застосувати заходи по підвищенню якості електроспоживання в залежності від показників отриманих коефіцієнтів точково. Розраховано граничні рівні вагових коефіцієнтів.

В результаті аналізу множинних факторів знайдена умова побудови раціональної системи компенсації реактивної потужності і симетрування в спотворюючих системах. Пропонується система прийняття рішень, що базується на опрацюванні коефіцієнтів відносних втрат.

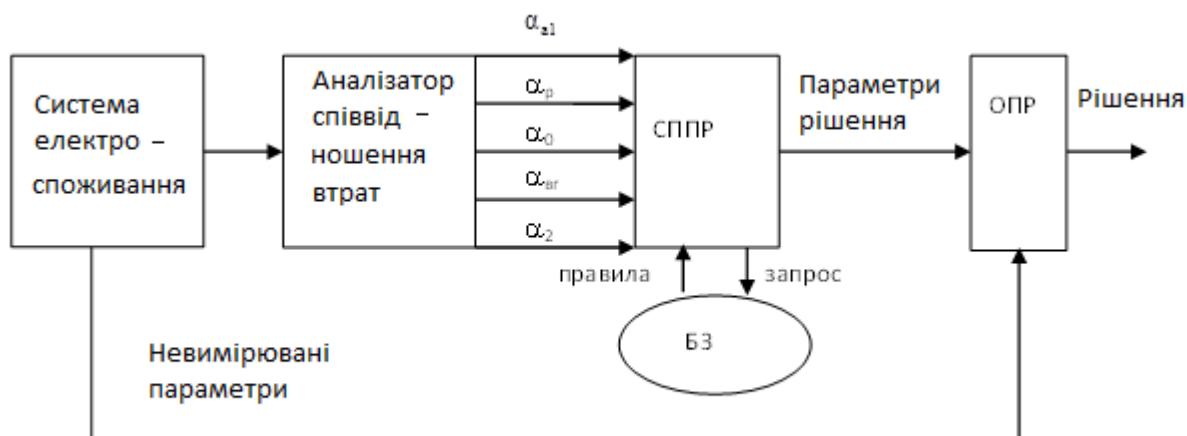


Рис. 1. Структурна схема роботи СППР

Рішення приймаються на основі бази знань, сформованих з правил, які визначаються за нормативними документами, з досвіду експертів і практичними дослідженнями.

### СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Дрехслер Р. Измерение и оценка качества электроэнергии при несимметричной и нелинейной нагрузке. - М.: Энергоатомиздат, 1985. –112 с.

## ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА НА БАЗЕ СТРОЕННЫХ ИНВЕРТОРОВ С СИНХРОННОЙ ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ

д.т.н. Олещук В.И., *Институт энергетики Академии наук Молдовы*

Силовые электронные преобразователи являются ключевыми элементами систем регулируемого электропривода различного функционального назначения, а также систем возобновляемой электроэнергетики. На рис. 1 представлена топология преобразовательной системы трансформаторного типа на базе трех инверторов напряжения, характеризующаяся специфической схемой соединения инверторов и вторичных обмоток силового трансформатора, и являющаяся перспективной для использования в электроприводах переменного тока, а также в фотопреобразовательных установках [1]. В частности, приведенная на рис. 1 структура иллюстрирует подключенную через трансформатор к электрической сети фотопреобразовательную систему с тремя цепями фотопреобразовательных панелей, связанных со входами соответствующих инверторов.

Параметры и характеристики преобразовательных систем зависят в значительной степени от используемых методов и способов широтно-импульсной модуляции сигналов силовых преобразователей. С целью минимизации или устранения нежелательных субгармоник и комбинированных гармоник в спектрах напряжения и тока преобразователей разработан метод синхронной векторной модуляции сигналов инверторов напряжения, позволяющий обеспечить синхронизацию и симметрию форм выходного напряжения инверторов на всем диапазоне регулирования систем при различных условиях функционирования [2]. При этом модификация и адаптация алгоритмов синхронной модуляции применительно к регулированию инверторов представленной фотопреобразовательной системы позволяет улучшить спектральные характеристики напряжения на обмотках силового трансформатора системы.

На рис. 2 представлены результаты определения коэффициента искажения напряжения  $THD$  (в функции коэффициента модуляции инверторов  $m$ ) в анализируемой фотопреобразовательной системе с инверторами, регулируемые на базе алгоритмов непрерывной (CPWM [2]) и прерывистой (DPWM30 и DPWM60 [2]) синхронной модуляции. Частота системы принята равной  $50\text{ Гц}$ , определение коэффициента искажения напряжения  $THD$  выполнялось в соответствии с [2] с учетом низших гармоник вплоть до 40-й гармоники спектра напряжения. В частности, в соответствии с данными, представленными на рис. 2 (для случая, когда  $m=0.7$ ) за счет использования алгоритмов синхронной модуляции в данной конфигурации системы наблюдается уменьшение коэффициента искажения  $THD$  напряжения  $V_{w1}$  на обмотках трансформатора на 14% (в системе с алгоритмами непрерывной модуляции (CPWM)), а также на 8% (в системе с алгоритмами прерывистой модуляции DPWM30), и на 63% (в системе с алгоритмами прерывистой модуляции DPWM60).

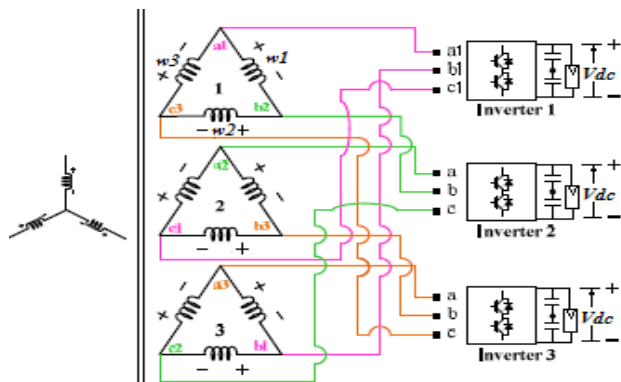


Рис. 1.

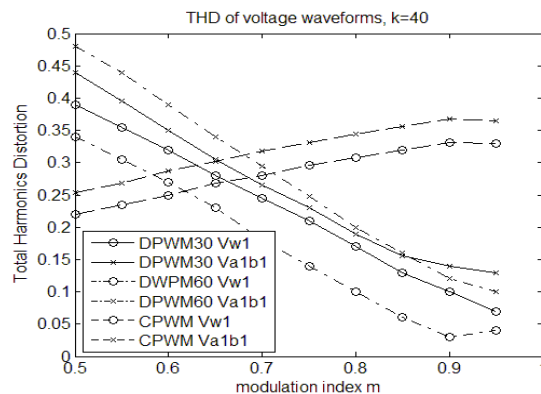


Рис. 2.

Таким образом, регулирование строенных инверторов анализируемой фотопреобразовательной системы на базе алгоритмов синхронной векторной модуляции позволяет улучшить спектральный состав напряжения на обмотках силового трансформатора, способствуя тем самым снижению потерь как в обмотках трансформатора, так и в силовых ключах инверторной части системы.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Yongsoo Park, Sungjae Ohn, and Seung-Ki Sul, "Multi-level operation with two-level converters through a double-delta source connected transformer," *Journal of Power Electronics*, vol. 14, no. 6, pp. 1093-1099, 2014.
2. V. Oleschuk and F. Barrero, "Standard and non-standard approaches for voltage synchronization of drive inverters with space-vector PWM: A survey," *International Review of Electrical Engineering*, vol. 9, no. 4, pp. 688-707, 2014.



УДК 621.311

## ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЗАКЛАДІВ ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ ШЛЯХОМ ОПТИМІЗАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНОГО БАЛАНСУ

к.т.н. *Плешков П.Г.*, к.т.н. *Серебренніков С.В.*, к.т.н. *Савеленко І.В.*, к.т.н. *Петрова К.Г.*,  
*Кіровоградський національний технічний університет*

**Вступ.** Навчальні заклади технічної освіти споживають, в основному, три види енергоресурсів – електричну, теплову енергію та воду. По електричній енергії (ЕЕ) виокремимо 5 груп споживачів: освітлення (20...40 %), електропривод (15...30 %), нагрівальні установки (до 10 %), лабораторні стенди (35...40 %), ЕОМ – до 10 %. По тепловій енергії можна виокремити 3 групи споживачів: опалювання 55...70 %, гаряче водопостачання 15...30 %, вентиляція 10...25 %. Холодна вода споживається у гуртожитках (55...70 %) та навчальних корпусах (25...30 %). Кожна група має свої особливості, які обумовлюють застосування відповідних методів досліджень.

**Постановка проблеми.** Однією з умов сталого соціально-економічного та матеріально-технічного розвитку навчального закладу є обґрунтований за результатами проведення енергетичних аудитів (ЕА) техніко-економічний аналіз доцільності впровадження енергоефективних заходів (ЕЕЗ), прогнозування потреби в паливно-енергетичних ресурсах та оптимізація енергетичного балансу. В зв'язку із значним підвищенням цін на енергоносії та скороченням бюджетного фінансування витрат на енергоресурси, актуалізується питання розроблення систем безвитратних й маловитратних ЕЕЗ та обґрунтування пріоритетності їх впровадження.

**Метою роботи** є зменшення витрат коштів на придбання паливно-енергетичних ресурсів за рахунок підвищення рівня енергоефективності. Динаміка споживання ресурсів впродовж 8 років показана на рис. 1 а, б, в.

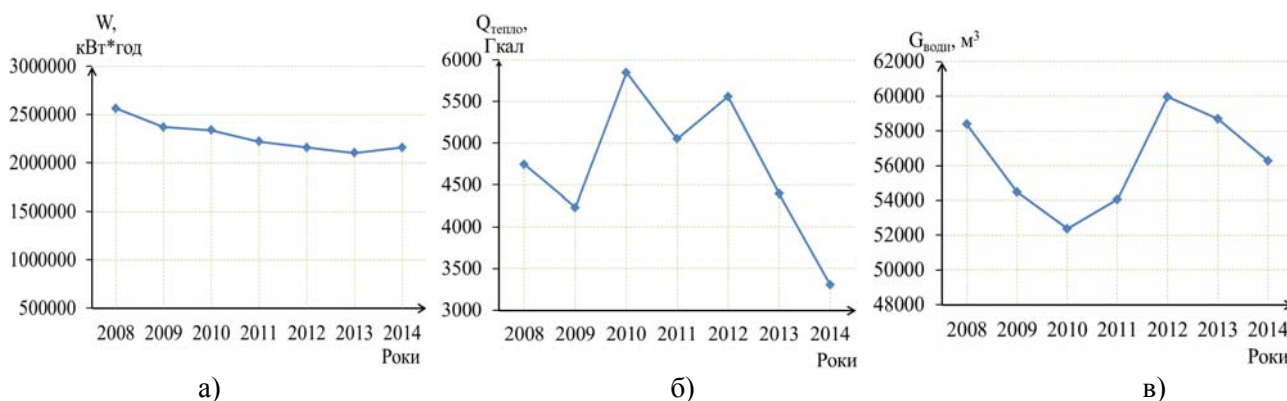


Рис. 1. Річні обсяги споживання енергоресурсів: а) електричної енергії, кВт\*год; б) теплової енергії, Гкал; в) води, м³

Розроблені та впроваджені в 2013–2016 рр. ЕЕЗ дозволили скоротити споживання теплової енергії у 2016 році в понад 1,5 рази.

Тенденція щорічного зростання витрат на енергоресурси обумовлюється, в першу чергу, підвищенням тарифів на енергоносії. Наприклад, не зважаючи на щорічне скорочення електроспоживання (рис. 1 б), оплата ЕЕ зростає з року в рік.

**Висновки.** Обґрунтовано доцільність встановлення ПЧ-електрообігріву у приміщеннях з висотою стелі понад 4...6 м та теплонасосних установок в місцях з високотемпературними каналізаційними стоками.

Енергетичний баланс університету оптимізовано шляхом зменшення обсягів закупівлі теплової енергії на 25 % за рахунок введення власних генеруючих потужностей та скорочення витрат.

Дослідження динаміки температур теплоносія на об'єктах енергоаудиту та режимів роботи централізованого теплопостачальника дозволило обґрунтувати економічну доцільність встановлення САР, яка забезпечить заощадження коштів через усунення «перепалів».

Активно впроваджуються безвитратні організаційні методи регулювання режиму енергоспоживання шляхом зміщення навчально-виробничого процесу у часі – у світлу частину доби (заощадження електричної енергії на освітлення) та теплу частину року (заощадження теплової енергії), подовживши зимові канікули та пропорційно скоротивши літні.

УДК 621.316.37

## ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ ТИПІВ ЗАЗЕМЛЕННЯ НЕЙТРАЛІ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ

*к.т.н. Котуш А.І., Котуш П.А., Центральноукраїнський національний технічний  
університет, м. Кропивницький*

Практично питання про режим нейтралі не вирішується індивідуально при спорудженні певної електроустановки. Великий досвід проектування, спорудження та експлуатації електричних систем призвів до того, що це питання на протязі тривалого часу вирішувалося однозначно – в залежності від номінальної напруги електроустановки. На напрузі 0,4 кВ застосовується глухе заземлення нейтралі, на напрузі 6 – 35 кВ ізольована нейтраль та заземлення через дугогасячий реактор (компенсація ємнісного струму). В мережах 110 кВ і вище застосовується так зване ефективне заземлення нейтралі.

В останні роки на основі результатів численних наукових досліджень, вітчизняного та зарубіжного досвіду у вітчизняній енергетиці є стійка тенденція до часткового перегляду режимів заземлення нейтралі в електроустановках 6-35 кВ, які прийнято називати електроустановками середньої напруги. Так наприклад, пропонуються та впроваджуються в практику наступні способи заземлення нейтралі:

- заземлення через активний опір (резистивне заземлення) в мережах з порівняно невеликою сумарною протяжністю ліній і особливо в повітряних мережах;
- комбіноване заземлення нейтралі в електричних мережах з великою сумарною протяжністю ліній, яке полягає в тому, що додатково паралельно дугогасильних реакторів підключається резистор з опором, яке підбирається певним чином;
- заземлення нейтралі через елементи, що забезпечують компенсацію, як ємнісної, так і активної складових струму в місці замикання.

Спосіб заземлення нейтралі вирішальним чином впливає на перенапруги, що виникають при дугових замиканнях на землю [1]. Тому питання, пов'язані з вибором способу заземлення нейтралі, тісно переплітаються з іншими вживаними в даний час засобами обмеження перенапруг за допомогою різних технічних засобів, наприклад, розрядників, нелінійних обмежувачів перенапруг і ін. Важливо також те, що способи заземлення нейтралі визначають також і спосіб виконання селективного захисту від замикань на землю. За інших рівних умов перевага повинна бути віддана такому способу заземлення нейтралі, при якому захист від замикання на землю виходить досить простим і надійним.

В теперішній час не існує універсального надійного захисту обладнання від пошкоджень, тому представляється необхідним вирішення цієї задачі іншими методами, які б задовольняли усім сучасним вимогам.

Одним із вирішень поставленої в роботі задачі може бути застосування резистивного або комбінованого заземлення мережі, оскільки компенсація ємнісних струмів замикання на землю не призводить до бажаних результатів [2].

Останнім часом накопичений достатній досвід експлуатації резисторів в нейтралі мереж 6-35 кВ. Цей досвід є, безсумнівно, позитивним, оскільки після установки резисторів в нейтраль спостерігається помітне зниження пошкоджуваності відповідального обладнання мережі та відповідне зменшення економічних збитків [3,4].

Застосування резистивного та комбінованого заземлення нейтралі призводить не тільки до підвищення надійності роботи обладнання в розподільчих мережах, а також дає змогу реалізувати ефективний релейний захист від замикань на землю.

### СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Цапеко Е.Ф. Замыкания на землю в сетях 6-35 кВ. – М.: Энергоиздат, 1986.
2. Титенков С. С. Четыре режима заземления нейтрали в сетях 6–35 кВ. Изолированную нейтраль объявим вне закона. //Новости Электротехники, 2003, № 5(23).
3. Глушко В., Ямный О. Е., Ковалев Э. П., Бохан Н. В.. Белорусские сети 6–35 кВ переходят на режим заземления нейтрали через резистор //Новости Электротехники, 2006, №3(39).
4. Сарин Л. И., Ширковец А. И., Ильиных М. В. Опыт применения резистивного заземления нейтрали в электрических сетях 6–35 кВ // Энергетик, 2009, № 4.

УДК 621.331.1: 621.316.37

**АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПОШКОДЖЕНЬ  
В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ**

*к.т.н. Плешков П.Г., Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, асп. Бочорішвілі В.Д., ПрАТ "МТС Україна"*

Майже всі напрямки підвищення надійності електропостачання споживачів припускають використання системи ідентифікації аварійних і ненормальних режимів електричних мереж. На жаль, ідентифікація на сьогоднішній день не розвинена, відрізняється низькою швидкістю, недостатньою достовірністю і часто використовує недосконалі технічні засоби. Недостовірною існуюча ідентифікація контрольованих ситуацій призводить до прискореного зносу обладнання, збільшення втрат електроенергії та до необґрунтованих відключень споживачів. Недосконалість методів використання ситуацій призводить до ненадійного функціонування пристроїв, що використовують результати цього розпізнавання. Оперативність і правильність прийнятих диспетчером розподільчих електричних мереж рішень, особливо в аварійних ситуаціях, багато в чому залежать від своєчасності та достовірності інформації, яка є в його розпорядженні на даний момент. Тому організаційно-технічні заходи, що проводяться повинні забезпечувати отримання інформації про стан електричних мереж з усіх можливих джерел, в будь-який час доби, в будні, вихідні та святкові дні.

З метою своєчасного отримання інформації на об'єктах встановлюються різноманітні засоби визначення місця пошкодження, [1] пристрої сигналізації, оповіщення, технічні засоби збору, накопичення і передачі інформації.

Однією з головних складових інформаційної мережі диспетчера є комплекс пристроїв релейного захисту, протиаварійної та режимної автоматики, призначених для попередження і локалізації виникаючих пошкоджень в електричних мережах. Маючи інформацію про роботу цих пристроїв, персонал може оперативно розібратися в ситуації, що склалася і прийняти відповідне рішення з відновлення схеми електропостачання. Достовірність інформації від цих пристроїв істотно залежить від надійності їх роботи. Відмови в роботі пристроїв релейного захисту та автоматики служать причиною отримання спотвореної інформації і збільшення часу пошуку пошкодження.

Значне прискорення відшукування місця пошкодження і зменшення часу знеструмлення споживачів досягаються при використанні на лініях електропередачі покажчиків пошкодженої ділянки або в даному випадку фіксаторів коротких замикань (ФКЗ), що дозволяють при обході лінії визначити пошкоджену ділянку і тим самим скоротити зону пошуку ушкодження. Окрім того при встановленні фіксаторів в кожній фазі, можна легко визначити й вид пошкодження – одно, двох або трьохфазне коротке замикання [2].

Найбільший ефект від запровадження зазначених пристроїв буде досягнуто при взаємодії із пристроями телемеханіки і диспетчерсько-технологічного зв'язку.

Для покращення задачі існує необхідність проаналізувати існуючі різновидності фіксаторів [3] коротких замикань, мікропроцесорних фіксаторів, а також можливість запровадження їх в автоматизовану систему моніторингу роботи мереж у режимі реального часу. Завдяки інтеграції додаткового обладнання фіксації в розподільчі електричні мережі, а також в комп'ютеризовану систему моніторингу мережі, можливо значно покращити безперебійність роботи, проводити швидко усунення пошкоджень на лініях електропередачі, та прогнозувати можливі в майбутньому пошкодження.

**СПИСОК ПОСИЛАНЬ**

1. Шалыт Г.М. Определение мест повреждения в электрических сетях. – М.: Энергоиздат, 1982.
2. Плешков П.Г., Орлович А.Ю., Котиш А.І. Фіксатор короткого замикання //36. наук. праць Кіровоградського інституту сільськогосподарського машинобудування /Кіровоград, КІСМ, 1997, С.42-45.
3. Плешков П.Г., Котиш А.І., Сіріков О.І Розробка фіксатора коротких замикань для повітряних ліній електропередач напругою 110 – 150 кВ // Вісник національного технічного університету «ХПІ» №42(1151) ISSN 2079-3944 2015р.

УДК 621.311.1:620.92:620.98

**РОЗРОБКА ОПТИМІЗАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ ТА ЗАСОБІВ УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ У КОМУНАЛЬНО – ПОБУТОВИХ УСТАНОВАХ***к.т.н. Плешков П.Г., здобувач Стець П.Г., Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький*

При проектуванні систем управління енергоспоживання у комунально – побутових установах слід враховувати не лише різке коливання вартості паливних енергоносіїв а й можливість тривалих перерв у їх постачанні в окремі регіони країни. Тому варто орієнтуватися на місцеві джерела енергоресурсів, - як традиційні так і альтернативні. При проектуванні систем з альтернативними джерелами енергії у якості джерела електропостачання слід враховувати можливі неочевидні недоліки, які у тривалій перспективі можуть знівелювати переваги автономності від живлення з мережі. Аналогічно і з альтернативним джерелом теплопостачання, - тривала експлуатація теплонасосної системи вносить зміни в тепловий режим ґрунту в безпосередній близькості від прокладених труб і змінює продуктивність системи відносно первинного стану переважно у гірший бік. Для визначення оптимальної за енергетичними та економічними параметрами комбінації альтернативних джерел енергії для комплексного забезпечення споживача теплом та електроенергією, з урахуванням ринкових тенденцій останніх років (для умов Кіровоградської області) - розглядалися наступні чинники: ґрунтово-кліматичні умови розміщення, добові та сезонні коливання температур в ґрунтовому масиві протягом експлуатації системи та характер зміни теплових навантажень в об'єкті, характер зміни електричних навантажень в об'єкті, зростання тарифу на електроенергію, технологічний розвиток систем живлення від альтернативних джерел енергії.

Для дослідження обрано умовну ділянку розміщену на лінії геологічного розрізу Добровеличківського району, що використовувалась для побудови державної геологічної карти України масштабу 1:200000 центральноукраїнської серії М-36-XXXI та М-36-XXXII. Використовуючи дані метеоспостережень за п'ять років (2009-2014 р.р.), та розрахункові параметри ґрунту [1] будуємо графік зміни поверхні ґрунту протягом умовного року експлуатації теплонасосної установки, середньо сезонні та середньо добові коливання опромінення поверхні ґрунту сонцем, середньодобові коливання в швидкості вітру. Оцінюємо якісні та кількісні характеристики не відновлюваних місцевих джерел енергії (буре вугілля, горючий сланець). Оцінюємо якісні та кількісні характеристики місцевих лісонасаджень для застосування відходів лісівництва – як паливного енергоносія.

В результаті аналізу графіків маємо оптимальну за енергетичними та економічними показниками систему автономного енергопостачання – котра включає твердопаливний котел, вітровий електрогенератор, термоелектричний генератор та малопотужні сонячні панелі для використання у теплу пору року в якості додаткового джерела електроенергії (оскільки літом в даній місцевості швидкість вітру досить рідко перевищує 5 м/с). Теплонасосна система незважаючи на кращі початкові показники – для вказаної ділянки виявилась не ефективною у тривалій перспективі. Спостерігається переохолодження поверхневого та приповерхневого шарів ґрунту у весняно-зимовий період, що обумовлено порушенням аккумуляючої здатності нижніх шарів ґрунту [2] – внаслідок надмірного відбору тепла. Протягом наступних чотирьох років їх тепловий режим стабілізується на рівні нижче природного на 2-4 С° в залежності від обводненості ґрунтів у місцевості установки теплонасосної системи. Потужності як лише сонячних панелей, так і вітроелектрогенератора окремо - для забезпечення споживача електроенергією в даній місцевості недостатньо через її географо-кліматичні особливості. Їх застосування має економічний сенс лише у комплексі.

Для підвищення економічної ефективності експлуатації твердопаливного котла пропонується включати його до даної системи енергопостачання у якості складової термоелектрогенератора. Розглядалося два варіанти – з елементами Пельтьє, та з двигуном Стірлінга, враховуючи особливості споживача – економічно більш доцільним виявився варіант з елементами Пельтьє.

**СПИСОК ПОСИЛАНЬ**

1. «Нормативи ґрунтозахисних контурно-меліоративних систем землеробства» за ред. О.Г. Тараріко, М.Г. Лобаса, - К., 1998 – 158 с
2. Thermische Nutzung des Untergrunds: VDI 4640 Blatt 2. – VDI-Richtlinie, 2010. – 41 s. – (Düsseldorf 2000).



УДК 621.315

**ВДОСКОНАЛЕННЯ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ НА БАЗІ УНІФІКАЦІЇ***к.т.н. Черкашина В.В., НТУ "Харківський політехнічний інститут"*

Однією з особливостей прийняття рішень при виборі і обґрунтуванні оптимальної структури повітряних ліній (ПЛ) в умовах енергоринку та узгодження й інтеграції економік різних країн є підвищення пропускної здатності ПЛ і зниження втрат енергії, зменшення негативного впливу на довкілля, стабільне та якісне електропостачання споживачів усіх категорій, що дозволить підвищити рівень надійності функціонування електричних мереж (ЕМ). Одним із напрямків, який дозволяє враховувати перелічені вище вимоги є вдосконалення структури ПЛ на базі уніфікації [1, 2]. Ефективність уніфікації ПЛ представлена розробленою структурною моделлю на рис 1.



Рис. 1. Структурна модель вдосконалення ПЛ на базі уніфікації

Ефективність вдосконалення структури ПЛ на базі уніфікації (рис. 1) найбільшою мірою виявляється в умовах системного підходу [2] й забезпечує: скорочення термінів розробки і спорудження ПЛ за рахунок використання обмеженого числа конструктивних елементів; підвищення внутрішньої норми рентабельності, відповідно й інвестицій, які будуть мати більший ефект при більших ставках позичкового відсотка; зменшення помилок персоналу при будівництві і експлуатації ПЛ; збільшення експлуатаційного запасу окремих елементів ПЛ; продовження терміну до необхідної реконструкції, що, відповідно, зменшує періодичність реконструкцій ПЛ; зниження впливу неоднорідності електричної мережі і відповідно зменшення технологічних втрат активної потужності при транспортуванні та розподілу; зменшення витрат на стадії виробництва проводів ПЛ; проведення якісного контролю надійності елементів ПЛ при їх виготовленні [1]. До недоліків вдосконалення структури ПЛ на базі уніфікації слід віднести те, що при оцінці її економічного ефекту необхідно враховувати і негативні наслідки скорочення номенклатури проводів, що полягають в деякому погіршенні економічних показників споруджуваних ПЛ із-за збільшення середньої різниці між оптимальними розрахунковими і фактично вибраними перерізами проводів [2]. Але вказані недоліки не зменшують доцільності уніфікації, оскільки не порушується один із основних критеріїв енергоринку – критерій мінімуму дисконтованих витрат за рахунок зменшення експлуатаційних витрат. Крім того значно покращуються технічні показники ЕМ. Серед яких, зниження технологічних втрат активної потужності при збільшенні пропускної здатності ПЛ та подовження терміну в регламенті реконструкцій, що позитивно відображається на надійності функціонування ЕМ.

**СПИСОК ПОСИЛАНЬ**

1. Lezhnjuk, P. D., Cheremisin, M. M., Cherkashyna, V. V. (2013). Unifikacija povitryjanyh linij v umovah rynku dvostoronnih dogovoriv ta balansuval'nogo rynku elektroenerгии'. Naukovi praci VNTU, 4, 1–8. Available at: <http://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/378>
2. Черкашина В.В. Структурування повітряних ліній електропередачі в умовах неповноти інформації / В.В. Черкашина. – Харків, Факт, 2016. – 160 с.



УДК 621.313

## ГЕНЕТИЧНЕ ПЕРЕДБАЧЕННЯ В СТРАТЕГІЇ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ТЕХНІЧНИХ ГАЛУЗЕЙ І ТЕХНОЛОГІЙ

*д.т.н. Шинкаренко В.Ф., НТУ України "КПІ ім. І. Сікорського"*

Проблема передбачення належить до ключових задач наукового знання і визначає одну з найважливіших функцій науки. Особливого значення задачі передбачення набувають в технічних науках, від рівня досягнень яких в значній мірі залежать сучасне і майбутнє суспільства. Наявність стійких методів розв'язання задач наукового передбачення з можливістю оперування інформацією структур, ще не відомих на даний момент часу – ключ до створення конкурентоспроможних зразків техніки, які визначають стратегію інноваційного розвитку технічних галузей і сучасних наукоємних технологій.

Одним з вагомих наукових результатів, отриманих за останні роки в галузі генетичної і структурної електромеханіки, стало теоретичне і експериментальне підтвердження приналежності електромагнітних систем до категорії генетично організованих систем (ГОС). Теоретичні основи генетичної еволюції електромагнітних систем вперше розроблено на кафедрі електромеханіки НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського». Пізнання принципів збереження структурно-інформаційної спадковості в структурній еволюції електромагнітних і електромеханічних систем, відкрило можливість постановки принципово нових системних задач, серед яких чільне місце посідають задачі передбачення, на основі розшифрування і аналізу генетичних програм структуроутворення.

Генетичне передбачення становить собою нову міждисциплінарну галузь знань, предметом дослідження якої є відкриття і пізнання інваріантних властивостей періодичних породжувальних систем, з наступним визначенням на їх структурно-інформаційному базисі генетичних програм, які містять закодовану інформацію стосовно генетично допустимих видів структур, в тому числі і невідомих на даний момент технічної еволюції досліджуваного класу. В системах антропогенного походження технологія передбачення має подвійну генетичну природу.

З одного боку, здатність до передбачення генетично запрограмована в кожній людині у формі інстинкту пізнання, який реалізується через когнітивні механізми її мислення. З іншого боку, елементно-інформаційний базис, аксіоматику і генетично допустиму структурну різноманітність об'єктів, Природа закодувала в структурі генетичних програм відповідної ГОС, розпізнавання яких, відповідно з принципом антропності, може бути здійснено лише інтелектом людини.

Поєднання когнітивного потенціалу людини з високоупорядкованим інформаційним і прогностичним потенціалом генетичних програм структуроутворення, визначає основну ідею і емерджентну природу методології передбачення.

Сучасний рівень методологічного забезпечення дозволяє здійснювати постановку задач передбачення, генетичного синтезу і створення генетичних банків інновацій, для довільних класів електромагнітних систем, за наявності лише одиничного структурного представника класу. Довільний електромагнітний об'єкт в ГОС наділений ефектом «генетичної пам'яті», тобто виступає носієм генетичної інформації свого виду, роду і породжувальної системи, через які розпізнається видова різноманітність і таксономічна структура всього функціонального класу, незалежно від рівня його технічної еволюції.

Новітня технологія передбачення пройшла всебічну практичну апробацію при розв'язанні пошукових задач інноваційного синтезу ЕМ-об'єктів, в розробці і впровадженні інноваційних технологій навчання для студентів електромеханічних спеціальностей, в задачах горизонтального перенесення знань (механіка, історія техніки, теорія чисел), а також в інноваційних міждисциплінарних проектах зі створення складних технічних систем з електромеханічними перетворювачами енергії. За результатами розшифрування генетичних програм в Україні синтезовані і технічно реалізовані перші в світі електромагнітні і електромеханічні об'єкти.

Генетичні технології синтезу пройшли ґрунтовну перевірку часом в еволюції людини – найбільш складної і досконалої ГОС в живій природі. Настав час широкого використання потенціалу генетичних програм і в системах антропогенного походження, в першу чергу, в технічній освіті і наукоємних технологіях, що створює умови для переходу до стратегії системного управління інноваціями, з можливістю суттєвого скорочення часових і матеріальних ресурсів на пошукові дослідження з забезпеченням конкурентоспроможності створюваних об'єктів техніки.

УДК 530.1+620.1

**ВИКОРИСТАННЯ ІМПЕДАНСУ ДЛЯ ОПИСУ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОБ'ЄКТУ***к.т.н. Стрілецький Ю.Й., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

Імпеданс в широкому змісті є відношення потенційної енергії до кінетичної. Імпеданс важливий для виявлення властивостей середовища чи об'єкту.

Широко відомий електричний імпеданс. Потік електронів взаємодіє із провідником і це призводить до появи різниці потенціалів. Внаслідок різноманітних явищ в провіднику в залежності від його будови і просторової конфігурації на різних частотах буде змінюватися і потенціал. Тому коефіцієнт відношення електричного потенціалу до його потоку описують функцією частоти і називають імпедансом[1]. Також часто імпеданс крім частоти залежить від амплітуди потоку. Це особливо стосується нелінійних середовищ. Нелінійними є середовища із наявністю певної кількості заряджених частин із різною енергією активізації.

Імпеданс розглядають в електриці, механіці[2], акустиці, оптиці, теплотехніці[3], хімії[4]. Якщо розглядати імпеданс в широкому змісті, то в замкненій системі це частотозалежний коефіцієнт відношення потенційної енергії, яка описує силу, що діє на об'єкт до кінетичної енергії, яка описує швидкість надану цьому об'єкту. В якомусь сенсі імпеданс є передавальною функцією, яка описує реакцію об'єкта на потік потенційної енергії чи сили. Вихідним параметром при цьому є кінетичної енергія чи швидкість. Аналогія між передавальною функцією і імпедансом дає можливість розглядати відклик об'єкта на зовнішній вплив абстрагуючись від будови самого об'єкта, а користуючись тільки описом його поведінки під впливом зовнішньої сили.

Імпеданс може бути стаціонарний і нестаціонарний. Мається на увазі те, що він може існувати довго і може бути вимірюваний в разі побудови якогось алгоритму стаціонарної обробки із заданою точністю. Нестационарність вказує на те, що ніякі способи не зможуть оцінити імпеданс із заданою точністю. Для оцінки нестаціонарного імпедансу варто використовувати максимально швидкі способи формування сили і враховувати яка із реакцій пов'язана із силою, а яка із впливом фактору нестаціонарності. Результат вимірювання очевидно буде містити окрім вірних даних ще й похибки, пов'язані як із зміною стану об'єкту в процесі прикладання сили, так і з випадковими факторами, які виникали в процесі.

Імпеданс може бути лінійним і нелінійним. Під нелінійністю мається на увазі існування безлічі імпедансів при зміні амплітуди збуджуючої сили а також і статичної сили. В даному випадку вирішенням буде як мінімум алгоритми компенсації статичних сил і почергове визначення імпедансу для різних амплітуд, або пошук розподілу зміни імпедансів при зміні амплітуди збуджуючої сили. В якомусь сенсі тут виникає проблема оцінки швидкості переходу із одного стану в інший при зміні амплітуди. Якщо перехід стається миттєво, то можна використовувати випадковий сигнали і шукати відклики у виді випадкових величин, які трактувати не як усереднення вимірювання а як діапазон чи дисперсію результату у відповідь на дисперсію збуджуючих сил.

Імпеданс може бути повільним чи швидким. В будь якому випадку об'єкт відкликається на збуджуючу силу протягом певного часу, який властивий об'єкту. В залежності від суті об'єкту можуть бути варіанти на причини збільшення часу реакції. Вони можуть бути пов'язані із розподіленою в часі реакцією на збуджуючу силу як наприклад аналог механічної інерції. В такому випадку для визначення імпедансу необхідно оцінювати час перехідного процесу і проводити вимірювання не швидше. Також об'єкт може бути розподілений в просторі. Тому, окрім проблем із зростанням часу на проведення дослідження виникають проблеми із скінченою швидкістю поширення сигналу збудження. Це з одного боку також є проявом імпедансу, а з іншого треба враховувати широкий частотний діапазон в межах якого забезпечити прийнятну роздільну здатність результату вимірювання.

**СПИСОК ПОСИЛАНЬ**

1. Парсел Э./Берклеевский курс физики. Т.2. Электричество и магнетизм. Пер. с англ. М.:Наука, 1983
2. Rothbart H./ Mechanical design handbook/ H. Rothbart, Th. Brown/ McGRAW-HILL. 2006/ DOI: 10.1036/0071466363.
3. Исаченко В. /Теплопередача/ В. Исаченко, В. Осипова, А. Сукомел. Учебник для ВУЗов. М.: Энергия. 1975. 488с.
4. Barsoukov E/ Impedance spectroscopy theory, experiment, and applications/ E. Barsoukov, J. Ross Macdonald/ Wiley-Interscience. 2005. ISBN: 0-471-64749-7

УДК 621.314

## НОВИЙ ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЧНИХ ЗНАЧЕНЬ КОНЦЕНТРАЦІЙ РОЗЧИНЕНИХ В МАСЛІ ГАЗІВ

*к.т.н. Шутенко О.В., НТУ "Харківський політехнічний інститут"*

У більшості відомих стандартах по інтерпретації результатів хроматографічного аналізу розчинених у маслі газів (ХАРГ), в якості первинного ознаки наявності дефекту використовують перевищення концентрацій газів, деяких значень, що мають статус граничних. Однак, за методикою визначення, рекомендовані в більшості стандартів значення є не граничними, а типовими концентраціями, тобто максимальними концентраціями газів, які можуть бути виявлені у 90 - 95% обладнання від загальної кількості, що не має ознак дефекту. Згідно з методикою ІЕС 60599 ототожнення типових і граничних концентрацій є помилковим. У зв'язку з цим виникає об'єктивна необхідність розробки методу, який би дозволив визначати граничні концентрації розчинених в маслі газів, з подальшою оцінкою достовірності прийняття рішень.

На даний час на кафедрі «Передача електричної енергії» НТУ «ХПІ» розроблено і програмно реалізовано метод визначення граничних значень концентрацій газів, заснований на мінімізації функції середнього ризику для багатовимірних розподілів. Даний метод дозволяє визначити граничні значення концентрацій газів, які забезпечують мінімум можливого економічного збитку в разі прийняття помилкових рішень. В якості прикладу, в таблиці 1 наведені значення середнього ризику, які супроводжуються використанням граничних значень концентрацій газів, рекомендованих відомими стандартами, а також значення ризику, розраховане за значеннями концентрацій газів, отриманих мінімізацією функції ризику методом Нелдера-Міда. Для розрахунку граничних значень використовувалися значення параметрів масштабу і форми розподілу Вейбулла, отримані для трансформаторів напругою 110 кВ типу ТДТН, введених в експлуатацію в 1985 р, залитих маслом Т-1500. Розрахунок виконувався для значень ймовірності виникнення дефектного стану рівного 0,05 у.о. і ймовірності справного стану рівного 0,95 у.о., за умови, що ціна помилки II-го роду в 10000 разів перевищує ціну помилки I-го роду.

Таблиця 1

Значення середніх ризиків у разі використанні граничних концентрацій розчинених у маслі газів, рекомендованих у відомих методиках.

| Стандарт                                                      | <i>R</i>  |
|---------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Energopomiar</b> (Польща)                                  | 1,340     |
| <b>SECR</b> (Японія)                                          | 0,950     |
| <b>HYDRO QUEBEC</b> (Канада)                                  | 0,947     |
| <b>EDF</b> (Франція)                                          | 0,942     |
| <b>MSZ-09-00.0352</b> (Малайзія)                              | 0,881     |
| <b>BBC</b> (Швейцарія)                                        | 0,873     |
| <b>Методика Дорненбурга</b>                                   | 0,593     |
| <b>IEEE Std C57.104</b> (США)                                 | 0,311     |
| <b>Методика Дюваля</b>                                        | 0,190     |
| <b>California state university</b> (США)                      | 0,125     |
| <b>Northern Technology &amp; Testing</b> (США)                | 0,124     |
| <b>РД 153.34.0-46.302- 00</b> (Росія)                         | 0,0188    |
| <b>IEC 60599</b>                                              | 0,00724   |
| <b>OY STROMBERG</b> (Фінляндія)                               | 0,000798  |
| <b>COY-H EE 46.501:2006</b> (Україна)                         | 0,000405  |
| <b>Метод мінімального ризику</b> (НТУ «ХПІ», Україна, Харків) | 0,0000507 |

Як видно з таблиці мінімальне значення ризику практично в 8 разів менше, ніж мінімальне значення ризику, що забезпечується граничними значеннями зі стандартних методик (в даному випадку це граничні значення з методики COY-H EE 46.501: 2006, Україна) і в 26429,98 разів менше максимального значення ризику, який супроводжується використанням граничних значень, які рекомендуються польської методикою Energopomiar. Наведені результати свідчать про високу ефективність запропонованого методу.

UDC 621.313:536.2.24:539.2

**THEORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDY OF LINEAR IMPULSE  
INDUCTION TYPE ELECTROMECHANICAL CONVERTER***Doct. Bolyukh V.F., aspirant Kocherga O.I., NTU "Kharkiv Polytechnic Institute"*

Linear impulse electromechanical converters (LIEC) are designed to create mechanical shock pulses to the an object of influence with a slight movement of the actuator, or to accelerate it in a short active leg. These converters are used in many branches of science and technology as the shock-power devices [1] and electromechanical accelerators [2]. LIEP induction type provides non-contact displacement an electrically conductive armature relative to a stationary inductor excited by capacitive energy storage device using the electronic system of formation of the current pulse.

A mathematical model of coaxial LIEC, taking into account inter-related and ultrafast electromagnetic, thermal and mechanical processes that occur when you move the massive armature relative to the fixed multiturn inductor in the presence of ferromagnetic outer screen is developed.

Solving systems of equations of the mathematical model obtained by using the finite element method by integrating the spatial variables and improved method Gere in the integration over time.

It is shown that the electromechanical LIEC processes are complex, time-space character, and every time there is a significant spatial non-uniformity of the current density induced in the massive disc-shaped armature.

The technique of experimental research, which is the simultaneous recording of electrical and mechanical parameters characterizing the power and speed LIEC indicators is developed. Power parameters are recorded using a piezoelectric transducer, strain gauge system, pressure pulsation sensor and high-speed video and high-speed performance - using resistive displacement sensors.

When LIEC works as shock-power device simultaneously measures the current in the inductor and the mechanical vibrations arising from the impact of the striker on the object under study. The mechanical vibrations are measured by means of piezo noise and vibration measuring instrument VCHV-003 strain gauges or system information and measuring complex.

Information-measuring complex comprises a strain gauge signal formation, stabilized power supply, interface unit and protection, ADC and PC. Digital data from the ADC are input to a computer, where they are processed by a special software. It allows you to record the signal to determine the values of the measured parameters, the spectra and time signals oscillation damping.

On the basis of experimental studies determined: the shape, the peak value and duration of the inductor current pulse, delay time of vibration of the object exposure in relation to the time of occurrence of the inductor current, the average speed of the armature acceleration value proportional to the instantaneous electrodynamic force, and the magnitude of vibration, which is proportional to the momentum force acting the impact on the object.

To investigate LIEC, electromechanical operating as an accelerator in addition to the inductor current is measured while moving armature at each time of acceleration at the site using a resistive displacement transducer.

On the stand for the study LIEP using instantaneous velocity measurements were carried out with strain gauges armature striker video using a digital camera. After the shooting recording processing and decomposition of it into individual frames was carried out. At the same time by the time in which the anchor with the striker passes the distance to the shock plate was determined. The measured average speed in the area armature stroke in satisfactory agreement with the results of the experiments described above.

For the measurement of dynamic pressure, which has a striker plate on the drum, piezoelectric M101A06 pressure pulsations sensor firm PCB (USA) was used.

Overall, the results LIEC studies while working as a shock-power devices and electromechanical accelerator in good agreement with the calculated indicators: power indicators (the current in the inductor) - up to 4%, the power indicators (momentum electrodynamic forces) - up to 7% mechanical properties (speed of armature) - up to 9%.

**REFERENCES**

1. Bolyukh V.F. High-efficiency impact electromechanical converter / V.F.Bolyukh, V.F.Luchuk, M.A.Rassokha, I.S.Shchukin // Russian electrical engineering. – 2011. – Vol. 82, № 2. – P. 104 -110.
2. Bolyukh, V.F. Concept of an induction-dynamic catapult for a ballistic laser gravimeter / V.F.Bolyukh, A.I.Vinnichenko // Measurement Techniques. - January 2014. – Vol. 56, Issue 10, P. 1098-1104.

UDC 681.121

**LINEAR PREDICTIVE MODEL FOR NATURAL GAS CONSUMPTION FORECASTING**

*PhD Kozlenko M.I., Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Doct. Kuz M.V., Ivano-Frankivsk University of law named after king Danylo Halytskyj*

Lots of households in Ukraine are not equipped with water, gas, and heat meters now. Charging for these resources is based on the existing standard norms. This leads to a non-optimal use of resources. This is mainly due to the fact that the payback period of meters is several years and therefore it is not always expedient to install them in each apartment. This is the economic side of the issue. From the metrological point of view, reliable accounting will only be in the case of its implementation with meters.

The absence of meters leads to another problem. In the case when the tenants of the apartment do not live in the apartment for a certain period they have to pay for resources in accordance to the norms. Another case when the charging is based on the number of people registered in the apartment. Indeed, the consumption of resources can differ from one apartment to another with the equal number of registered residents in the same type of apartments. That leads to the fact that the amounts of resources estimated by the norms do not correspond to the values accounted by house main meters. We have previously reported [1] that there is a stable correlation relationship between the values of the resource consumed. In the absence of a gas meter it can be argued that if there was no consumption of electricity and water then no natural gas was consumed. If the amount of consumed resources (electricity, water) for a certain period has decreased, then it would be reasonable to reduce the estimate for natural gas. This may be due to the fact that some tenants were absent for a certain time, for example, were on a business trip.

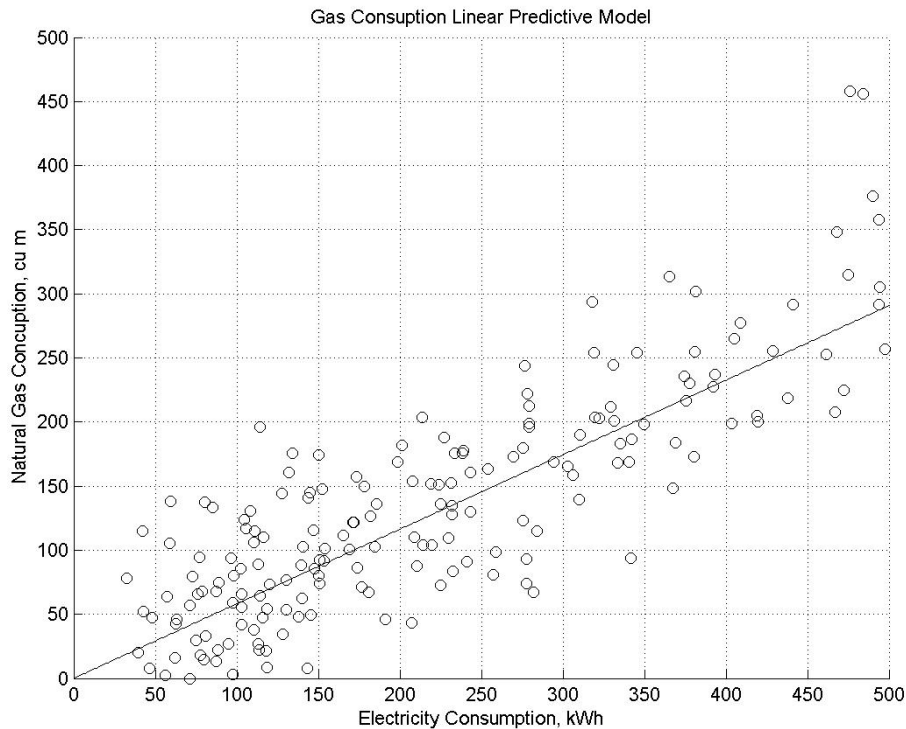


Fig. 1. The scatterplot of the dataset

Consequently, the official data of resource consumption for households in Ivano-Frankivsk was processed for all months of the year 2015. The linear model for relationship between electricity consumption and natural gas consumption was figured out. It was proved that it is possible to use electricity meter readouts to estimate natural gas consumption. And it would be more precise than calculations by norms.

The coefficients for each month should be figured out individually by machine learning algorithms. These values may be constant for whole month or preferably for a week.

**REFERENCES**

1. Kozlenko, M.I. Joint capturing of readouts of household power supply meters / Kozlenko M. I., Kuz M.V. // Modern problems of radio engineering, telecommunications, and computer science. Proceedings of the XIIIth International Conference TCSET'2016. February 23–26, 2016, Lviv-Slavsko, Ukraine. – Lviv: Publishing House of Lviv Polytechnic, 2016. – P. 755–757.



УДК 534.1

# ВПЛИВ НАКОПИЧЕНОЇ У ВИМІРЮВАЛЬНОМУ КАНАЛІ ЕНЕРГІЇ НА ЙОГО ПОВЕДІНКУ ПРИ ЗМІНІ ПАРАМЕТРІВ ПІД ЧАС АДАПТАЦІЇ

асист. Харламова Ю.М., д.т.н. Корсун В.І., ДВНЗ "Національний гірничий університет", м. Дніпро

Відомо, що об'єкт може працювати нормально тільки тоді, коли рівень накопиченої у ньому енергії відповідає номінальному режиму його функціонування.

При розв'язанні задач метрології динамічних вимірювань досить часто використовують інформаційно-вимірювальні системи, параметри каналів яких в процесі адаптації зближуються з параметрами досліджуваних об'єктів. Під час цього зближення рух параметри каналів досить часто має хаотичний характер.

Останнє можна пояснити наступним чином. Нехай у нашому розпорядженні є електричне коло з зарядженим конденсатором з ємністю  $C$ , який спочатку розряджається на індуктивність  $L_1$ , а в момент  $T$  починає розряджатись на індуктивність  $L_2 > L_1$ .

Математична модель, яка описує динамічні процеси в електричному колі складається з двох диференціальних рівнянь:

$$L_1 C \frac{d^2 u(t)}{dt^2} + u(t) = 0, \quad u(0) = v, \quad \frac{du(0)}{dt} = 0,$$

$$L_2 C \frac{d^2 u(t)}{dt^2} + u(t) = 0 \quad \text{при} \quad t > T.$$

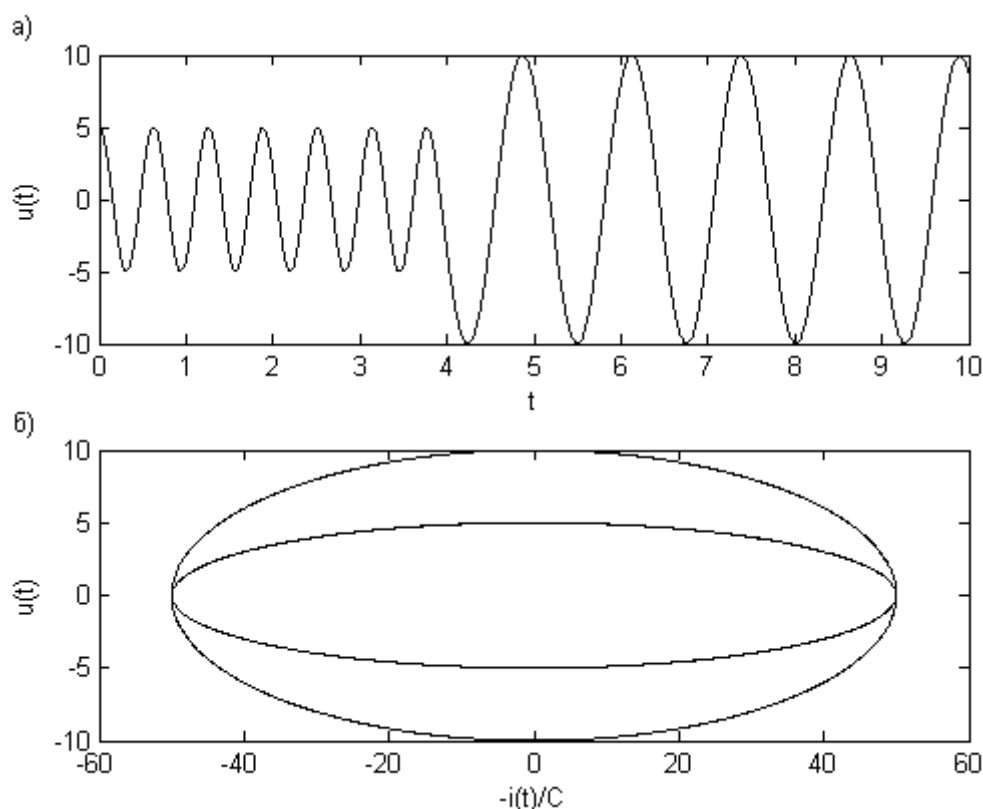


Рис.1. Процес зміни  $u(t)$  (а) та траєкторія руху у просторі станів електричного кола (б).

Проаналізувавши результати обчислювального експерименту показані на Рис.1, робимо висновок, що якщо вимірювальний канал і об'єкт мають різні рівні запасів енергії, то під час адаптації канал повинен гасити надлишки енергії або добирати недостатню енергію від об'єкта. Останнє і зумовлює хаотичний рух параметрів вимірювального каналу.

УДК 007.52

# РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ОРІЄНТАЦІЇ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ ЗА ДОПОМОГОЮ АНАЛІЗУ ОПТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ З БОРТОВОЇ КАМЕРИ

студ. Вірко О.С., аспірант Жежера І.В., *Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут"*

**Постановка проблеми.** Останнім часом через надмірну вразливість систем орієнтації та навігації зростає потреба покращення методів орієнтації руху за допомогою альтернативних засобів, тому це питання на сьогоднішній час має неабияку актуальність.

**Мета дослідження:** розробка та реалізація методів, за допомогою яких, використовуючи оптичну інформацію з бортової камери, виникає можливість визначення горизонту та кута нахилу літального апарату відносно нього.

**Основний матеріал.** Розроблена програма та алгоритми повинні бути здатні здійснювати орієнтацію безпілотної літального апарату відповідно до поставлених вимог. Для розробки методу визначається здвиг кадрів оптичного потоку, для цього в роботі описано алгоритм створення 3D моделі предмету, який потрапляє в об'єктив камери, що базується на функціях та методах OpenCV. Алгоритм має наступний вигляд: 1. Відбирається два послідовних кадри з попередньо відкаліброваної камери. 2. Разом із параметрами калібрування камери інформація про кадри, поміщується до функції `servoRectify`, що ректифікує дані 2 кадри – це перетворення, що спотворює зображення таким чином, щоб точка його зміщення виявлялася на одній і тій самій горизонтальній прямій. 3. Ректифіковані кадри вкладаються до функції `stereoBM`, в результаті створюється `disparity map`. 4. Отримана карта разом із матрицею стає параметрами функції `reprojectImageTo3D`. Результатом роботи функції і є просторове уявлення предмета із зображення.

Для обробки кадрів з відео-потoku використовується потік Гуннара Фарнебака, метод доступний за допомогою `calcOpticalFlowFarneback` [1].

По правилу подібних трикутників знаходиться відстань від спостерігача до об'єкту спостереження:

$$Z = \frac{Bf}{\Delta x}, \quad (1)$$

де  $B$  – шаг камери;

$\Delta x$  – координати точок відповідно за формулами 2 та 3.

$$X = \frac{Z(x - \frac{\omega}{2})}{f}. \quad (2)$$

$$Y = \frac{Z(y - \frac{h}{2})}{f}. \quad (3)$$

де  $\omega$  та  $h$  – ширина та висота зображення відповідно;

$f$  – фокусна відстань камери (відстань від центру камери до поверхні її екрану).

Фільтрація шумів зображення виконується використанням фільтру Гауса. Сам алгоритм роботи розробленої системи полягає не тільки в обробці зображення, а головне – у принципі використання отриманої з оптичного потоку інформації для визначення дійсного значення орієнтації літального апарату у визначений момент часу.

**Висновки.** Результатом роботи є алгоритм автоматичної орієнтації безпілотної літального апарату, який можна використовувати для будь-яких літальних апаратів, що укомплектовані камерою та мають здатність працювати із розробленим програмним забезпеченням. Розроблений алгоритм являється працездатним, що було підтверджено експериментальним чином.

## СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Література: 1. Кручинин, А. В. Распознавание образов с использованием OpenCV [Текст] / А. В. Кручинин // – 2011. – 171 с.

УДК 531.7

# АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА МЕТРОЛОГІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ НА ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

*к.т.н. Русіков В.П., к.т.н. Томашевський О.В., к.ф.-м.н. Сніжної Г.В., Запорізький НТУ,  
д.т.н. Ігнаткін В.У., Дніпродзержинський НТУ*

При перевірці засобів вимірювальної техніки (ЗВТ), ЗВТ може бути визнано придатним до подальшої експлуатації, тобто справним, або в ньому може бути зафіксована прихована відмова. У першому випадку ЗВТ відправляють користувачеві або в обмінний фонд, а в другому – у ремонт. Оскільки результат перевірки фіксується в обліковій картці ЗВТ (або може бути зафіксований), виникає задача про використання цієї інформації для уточнення надійнісних характеристик ЗВТ.

Актуальність такої задачі очевидна: крім того, що уточнення надійнісних характеристик сприяє покращенню якості метрологічного обслуговування засобів вимірювальної техніки (МО ЗВТ), паралельно вирішується більш загальна задача – аналіз закономірності зміни надійнісних характеристик ЗВТ з часом у процесі їхньої експлуатації за весь термін служби. Це дозволило б класифікувати ЗВТ з врахуванням динаміки їх надійнісних характеристик, що, безумовно зіграло б чималу роль при проектуванні ЗВТ й у поліпшенні їхньої надійності.

Розв'язання поставленої задачі може бути розглянутий з двох точок зору: теоретичної й організаційно-впроваджувальної.

Теоретичний аспект рішення задачі про збір і аналіз даних та уточненні надійнісних характеристик ЗВТ складається з розробки формальних правил – алгоритмів динамічного коректування таких основних надійнісних характеристик ЗВТ, як напрацювання на приховану і явну відмови. З формальної точки зору, рішення цієї задачі труднощів не викликає.

Адаптивне динамічне коректування міжперевірочного проміжку для кожного типу ЗВТ дозволяє підтримувати необхідний рівень показників надійності ЗВТ при мінімальних витратах на МО ЗВТ. При цьому не варто досліджувати залежність інтенсивності потоку відмов від часу, тому що на реальному виробництві в кожного ЗВТ є свій власний термін служби, що відрізняється від терміна служби інших ЗВТ. Так що підібрати однотипну групу ЗВТ з однаковим терміном служби, та ще в однакових умовах експлуатації в більшості випадків нереально.

Виходом з такого положення є застосування підсистеми, що враховує результати перевірочних робіт і реєструє відмови в АСУ «Метролог» (автоматизована підсистема збору і аналізу статистичних даних по відмовах ЗВТ). Відповідно до отриманих результатів з'являється можливість реалізувати алгоритм збору, аналізу й коректування даних про напрацювання на приховану і явну відмови ЗВТ.

Що стосується постійних перерахунків, то вони виконуються автоматично за допомогою ЕОМ під час реєстрації відмов, тому що сама реєстрація здійснюється за допомогою програмних засобів АСУ «Метролог». З'являється можливість реалізувати алгоритм збору, аналізу й коректування даних про напрацювання на приховану і явну відмови ЗВТ. У базі даних АСУ «Метролог» відображені:

- дата реєстрації попередньої прихованої відмови;
- дата реєстрації наступної прихованої відмови;
- дата реєстрації попередньої явної відмови;
- дата реєстрації наступної явної відмови.
- напрацювання на приховану відмову з паспорта ЗВТ, год.;
- напрацювання на явну відмову з паспорта ЗВТ, год.;
- середня квадратична похибка визначення напрацювання на приховану відмову;
- середня квадратична похибка визначення напрацювання на явну відмову;
- кількість прихованих відмов;
- кількість явних відмов;
- поточне значення напрацювання на приховану відмову, год.;
- поточне значення напрацювання на явну відмову, год.

Однією з задач АСУ «Метролог» є адаптивне підстроювання міжперевірочного проміжку до фактичного стану парку ЗВТ на даний момент часу.

Названа процедура являє собою адаптивний механізм коректування значень напрацювання на приховану і явну відмови ЗВТ підприємства, що враховує індивідуальні особливості експлуатації ЗВТ на цьому підприємстві.

Використання АСУ «Метролог» із застосуванням адаптаційних алгоритмів коригування параметрів метрологічного обслуговування ЗВТ дозволяє вирішувати багато завдань планування метрологічного обслуговування ЗВТ на промислових підприємствах й управління ними.

УДК 620.179.148

# ЕЛЕКТРОСТАТИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ГЛИБИНИ ВВЕДЕННЯ МЕТАЛЕВИХ ЕЛЕМЕНТІВ У ДІЕЛЕКТРИЧНІ МАТЕРІАЛИ

аспірант Івіцька Д. К., к.т.н. Баженов В. Г., НТУ України "КПІ ім. І. Сікорського"

Питання використання методів неруйнівного контролю металевих елементів у діелектричних матеріалах має поширення у промисловості. Зокрема, однією із сфер застосування є контроль глибини введення інтелектуальних датчиків при створенні інтелектуальних полімерних композиційних матеріалів.

Авторами [1-3] розроблено низку технічних рішень, метою яких є удосконалення електростатичного методу неруйнівного контролю (зокрема підвищення завадостійкості) для широкого спектру матеріалів та конструкцій, виробів із діелектриків та провідних матеріалів без використання контактної рідини. Запропоновано структурну схему приладу для реалізації даного методу з метою проведення неруйнівного контролю.

Для контролю глибини введення інтелектуальних датчиків у ПКМ доцільно використовувати електростатичний амплітудно-фазовий спосіб неруйнівного контролю з використанням ортогональних опорних сигналів та цифровою обробкою сигналів, що дозволяє реєструвати з великою точністю зміну не тільки фазового зсуву вимірювального сигналу (який при ортогональній обробці, як відомо, не буде залежати від амплітуди вимірювального сигналу), але і зміну амплітуди вимірювального сигналу, які безпосередньо визначають глибину введення датчиків.

Було проведено дослідження описаного способу з використанням поліетилену низького тиску та металевого включення у вигляді інтелектуального датчика. Дослідження показало, що відносна електрична ємність прямує до свого установленого значення нелінійно. Тому, з метою оцінки чутливості електродів до інтелектуального датчика було побудовано графік залежності розбіжності відносних електричних ємностей від глибини введення датчика, що зображено на рис. 1.

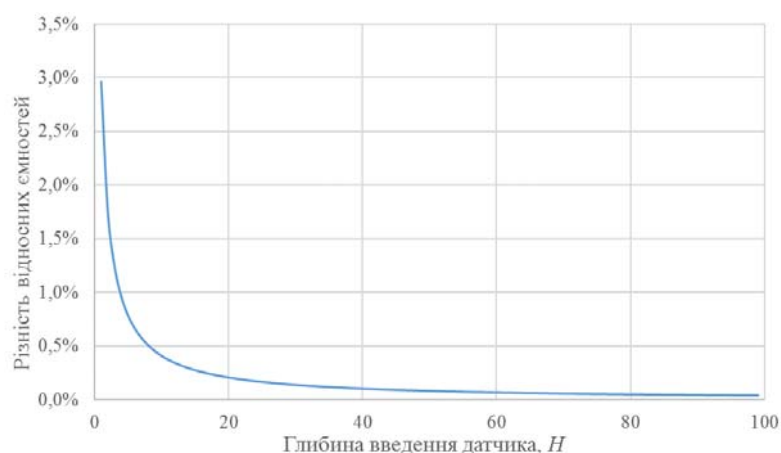


Рис. 1. Залежність розбіжності відносних електричних ємностей від глибини введення датчика

Як видно з рис. 1 для різних матеріалів існує певна глибина занурення, після якої його ідентифікація буде практично не можлива.

В результаті дослідження отримані розподіли електричного поля та значення відносної електричної ємності для різної глибини введення металевих елементів у діелектричний матеріал, що дозволило визначити можливості електростатичного контролю. Також опрацьовано методику визначення максимально можливої глибини введення металевих елементів.

## СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Баженов, В. Г. Удосконалений електростатичний метод неруйнівного контролю [Текст] / В. Г. Баженов, Д. К. Івіцька, С. В. Грузін // Методи та прилади контролю якості. — 2013. — №2. — С. 26–28.
2. Електростатичний спосіб неруйнівного контролю [Текст] : пат. на винахід 107893 Україна: МПК G 01 B 7/00 / Баженов В. Г., Івіцька Д. К., Грузін С. В.; заявник та власник Баженов В. Г.— №a201315068; заявл. 23.12.13; опубл. 25.02.15, Бюл. № 4. — 4 с.
3. Електростатичний амплітудно-фазовий спосіб неруйнівного контролю [Текст] : пат. на винахід 109357 Україна: МПК G 01 B 7/00, G 01 N 27/22 / Баженов В. Г., Івіцька Д. К., Овчарук С. А., Муненко В. Л.; заявник та власник Баженов В. Г.— №a201404947; заявл. 12.05.14; опубл. 10.08.15, Бюл. № 15. — 5 с.

УДК 53.088

# ОПТИМІЗАЦІЯ МОДЕЛЕЙ РОЗПОДІЛЕНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

к.т.н. **Бутенко В.М.**, *Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків*

Суть новизни пояснюється залежністю систематичних похибок трансформатора напруги (ТН)

$\delta_{U2}$  від навантаження вторинних кіл ТН  $S_{U2}$ , тобто  $\delta_{U2}(K_{S2})$  пряма 1 на Рис. 1, де  $K_{S2} = \frac{S_2}{S_{2H}}$  ( $S_{2H}$  –

номінальна потужність вторинних кіл ТН у ВА,  $S_2$  – поточна потужність). Пряма 1 обмежена точками  $K_{S2} = K_{S2min} = 0,25$  і  $K_{S2} = 1,0$ . Пряма 2 – це пряма 1, яка перенесена паралельно самій собі угору на  $\delta_{U2}(1,0)$ . На Рис. 2 показана залежність систематичних похибок трансформатора струму (ТС)  $\delta_{I2}$ , від

величини струму в лінії електропостачання  $K_{II}$  ( $K_{II} = \frac{I_1}{I_{1H}}$ , де  $I_{1H}$  – номінальний струм первинного

кола ТС, а  $I_1$  – його поточне значення). Залежність 3 (Рис. 2) побудована по точкам метрологічних вимірювань:  $K_{II} = 0,01$ ;  $K_{II} = 0,05$ ;  $K_{II} = 0,2$ ;  $K_{II} = 1,0$ ;  $K_{II} = 1,2$ . Ділянка залежності між нормованими точками  $K_{II} = 0,2$  і  $K_{II} = 1,2$  – практично пряма лінія. Залежності 1 (рис. 1) і 3 (рис. 2) для ТН і ТС відповідно побудовані по точках метрологічних вимірювань (по точках у свідоцтвах та відповідних протоколах про державну метрологічну атестацію ТС і ТН), які виконані на місці їх встановлення та експлуатації точці комерційного обліку і контролю електроенергії після виткової корекції ТС і ТН.

По значенню реального струму у первинному колі ТС, наприклад,  $K_{IIP} = 0,8$  отримують графічно похибки вимірювання вторинного кола ТС  $\delta_{I2X}$  (прямі 4 і 5 на рис. 2).  $\delta_{I2} < 0$ . Щоб сумарна похибка вимірювання струму і напруги дорівнювалася нулю необхідно вибрати похибку вимірювання напруги, яка дорівнює  $\delta_{U2X} = -\delta_{I2X}$ . По отриманій похибці вимірювання напруги графічно отримуємо значення  $K_{S2X}$  за допомогою прямих 6 і 7 (див. рис. 1). Отримане навантаження вторинного кола ТН  $K_{S2X}$  дає можливість визначити параметри вторинного кола ТН, які дозволяють звести сумарну похибку вимірювання струму і напруги до нуля для конкретного значення струму  $I_{IP}$  в лінії електропостачання.

$$Z_{2X} = \frac{[U_{2H}(1 + \delta_{U2X})]^2}{S_{2X}}, \quad (1)$$

$$R_{2X} = Z_{2X} \cos \varphi_2, \quad X_{2X} = \sqrt{Z_{2X}^2 - R_{2X}^2}, \quad L_{2X} = \frac{X_{2X}}{\omega}, \quad (2)$$

де:  $Z_{2X}, R_{2X}, X_{2X}, i L_{2X}$  – відповідно повний, активний, індуктивний опір та індуктивність вторинного кола ТН;

$\omega = 2\pi f = 314$  рад/с (для  $f = 50$  Гц.) – кутова частота;

$\cos \varphi_2 = 0,8$  – значення вторинного кола ТН, яке нормується;

$U_{2H}$  – номінальна напруга вторинної обмотки ТН.

Однак графічний метод незручний у використанні дає значні похибки. Тому, враховуючи, що в нормованих діапазонах  $0,2 \leq K_{II} \leq 1,2$  і  $0,25 \leq K_{S2} \leq 1,0$  залежності відповідно  $\delta_{I2}(K_{II})$  і  $\delta_{U2}(K_{S2})$  мають лінійний характер, то корекцію параметрів вторинних кіл ТН можна отримати аналітично. Із прямокутного трикутника на рис. 2 маємо:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{|\delta_{I2}(0,2) - \delta_{I2}(1,2)|}{1,2 - 0,2} = |\delta_{I2}(0,2) - \delta_{I2}(1,2)|;$$

де  $|\delta_{I2}(0,2) - \delta_{I2}(1,2)|$  – різниця похибок ТС по модулю в нормованих точках  $K_{II} = 0,2$  і  $K_{II} = 1,2$ , заданих згідно свідоцтва та протоколу про державну метрологічну атестацію.

Похибка вимірювання струму вторинного кола ТС при  $K_{IIP}$  буде визначатися (рис. 2):

$$\delta_{I2X}(K_{IIP}) = [\delta_{I2}(0,2) + K_{IIP} \operatorname{tg} \beta].$$

Оптимальним вибравши  $\delta_{U2X} = -\delta_{I2X}$

Із прямокутного трикутника EDN (рис. 1) знаходимо:

$$DN = (K_{S2X} - 0,25) = \frac{ED}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{(\delta_{U2}(0,25) - \delta_{U2X})}{\operatorname{tg} \alpha} \Rightarrow K_{S2X} = \left[ 0,25 + \frac{(\delta_{U2}(0,25) - \delta_{U2X})}{\operatorname{tg} \alpha} \right].$$



З прямокутного трикутника ВАС (рис. 1) маємо:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{AB}{AC} = \frac{[\delta_{U_2}(0,25) + |\delta_{U_2}(1,0)|]}{1,0 - 0,25} = \frac{[\delta_{U_2}(0,25) + |\delta_{U_2}(1,0)|]}{0,75}$$

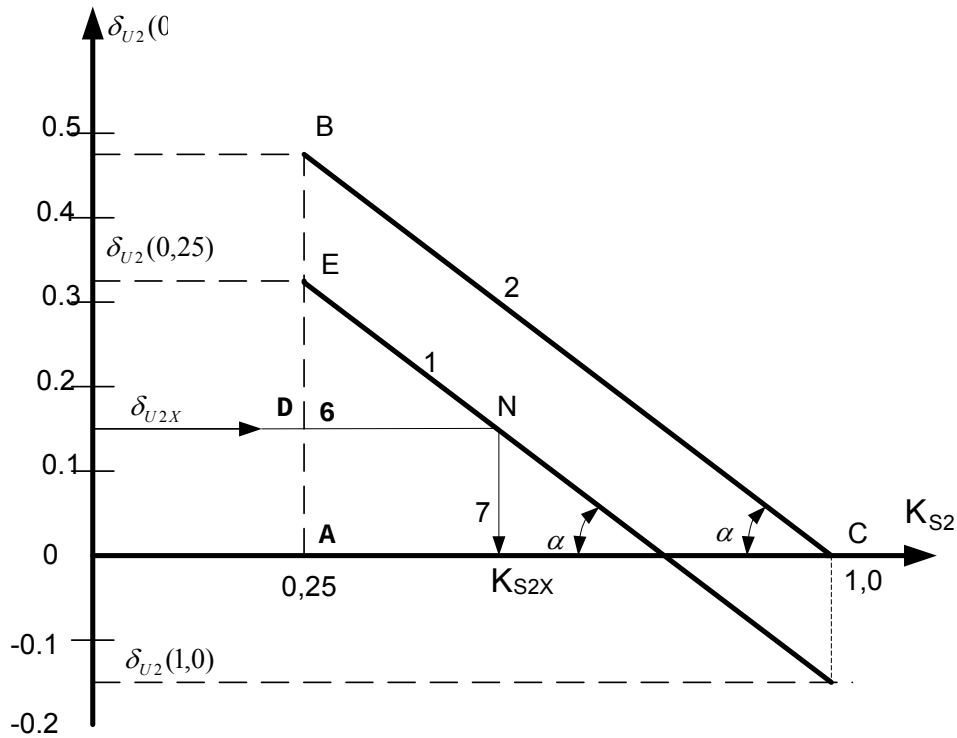


Рис. 1. Залежність похибки трансформатора напруги від його навантаження

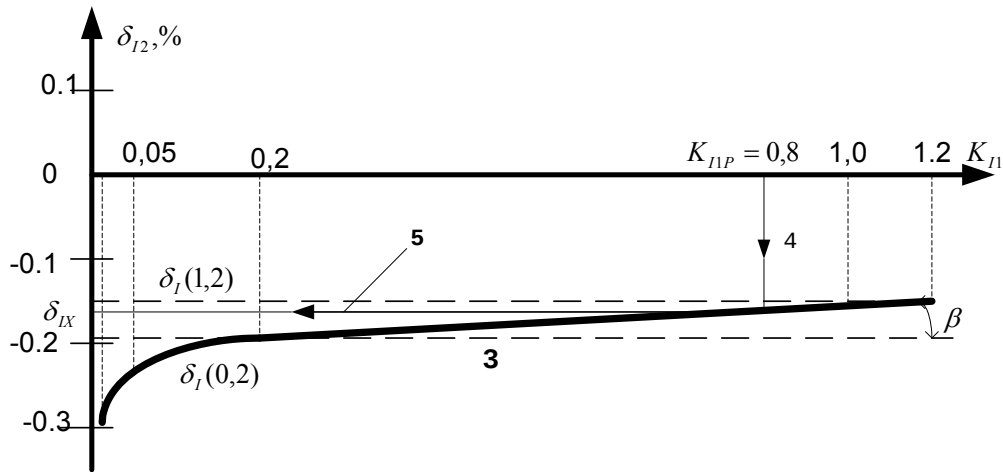


Рис. 2. Залежність похибки трансформатора струму від його навантаження

В подальшому по формулам (1) і (2) визначимо параметри навантаження вторинних кіл ТН для отримання похибки вимірювання напруги  $\delta_{U2X} = -\delta_{I2X}$  для струму первинного кола ТС  $K_{IP}$ .

Це дає можливість отримати рівні по значенню та різні за знаком похибки вимірювання ТС  $\delta_I$  і ТН  $\delta_U$ , тобто  $\delta_U + \delta_I \approx 0$  або  $\delta_U \approx -\delta_I$ .

Це дозволить зменшити похибку вимірювання обсягу електроенергії практично до похибки, що залежить тільки від похибки лічильника електроенергії.

УДК 681.2.088

## ОЦІНКА ВЕЛИЧИНИ ВХІДНОГО СИГНАЛА НЕПЕРЕРВНОГО ОБ'ЄКТА З ПІСЛЯДІЄЮ

*асист. Дороніна М.А., д.т.н. Корсун В.І., ДВНЗ "Національний гірничий університет", м. Дніпро*

Точність вимірювань динамічних величин має ключове значення для високих технологій. Проте, проблема вимірювання динамічних величин набуває все більшого значення і у традиційних галузях промисловості.

Не стоїть осторонь і задача оцінки величини вхідного сигналу об'єкта та величини його затримки самим об'єктом.

Класичний підхід до розв'язання оберненої задачі у даному випадку полягає у знаходженні сигналу на вході об'єкта за умови, що відомими є математичний оператор об'єкта та його вихідний сигнал. Вхідний сигнал при цьому знаходиться шляхом розв'язання інтегрального рівняння згортки. До недоліку зазначеного методу слід віднести необхідність наявності інформації щодо точної математичної моделі датчика (імпульсної перехідної функції).

В роботі запропоновано новий підхід до розв'язання цієї задачі.

Одночасне знаходження як величини самого сигналу, так і часу його затримки об'єктом здійснюється на базі застосування ідеології дуалізму понять «сигнал» та «система», математичного апарату випадкових впливів хвильової структури та теорії оцінювання.

Математична модель об'єкта, вхідний сигнал  $u(t)$  якого оцінюється, у часовому просторі має вигляд:

$$y^{(1)}(t) + ay(t) = ku(t - \tau), \quad y(0) = 0. \quad (1)$$

Відносно вхідного сигналу  $u(t)$  відомо, що він є сталою величиною з невідомим значенням.

Далі будемо розглядати ситуацію, коли  $u(t)=1[t]$ , а сигнал  $u(t - \tau) = 1[t - \tau]$  представлено у вигляді:

$$1[t - \tau] = 1[t] + \xi(t),$$

де  $\xi(t) = -1[t] + 1[t - \tau]$ .

Складова  $\xi(t)$  вхідного сигналу  $1[t - \tau]$  згідно принципу дуалізму понять «сигнал» та «система» еквівалентна за своєю динамічною дією такому структурному елементу моделі об'єкта, яким є елемент затримки з передавальною функцією  $\exp(-\tau s)$ . Ця складова в подальшому розглядається як випадкове збурення хвильової структури.

З урахуванням вищесказаного математична модель (1), яка є моделлю типу «вхід-вихід», запишеться у вигляді моделі типу «вхід-стан-вихід»:

$$\begin{cases} z^{(1)}(t) = -az(t) + k\xi(t) + k * 1[t], & z(0) = 0, \\ \xi^{(1)}(t) = 0, & \xi(0) = -1, \quad y(t) = z(t). \end{cases}$$

Задача оцінки величини сталого вхідного сигналу  $u(t)$  і часу  $\tau$  його затримки об'єктом далі розв'язується шляхом оцінки завади хвильової структури  $\xi(t)$ .

В роботі останнє здійснюється за допомогою спостерігача Люєнбергера пониженого порядку.

Для цього вводиться в дію ще один (але фіктивний) вихідний сигнал  $\varphi(t) = l_1 x(t) + l_2 \xi(t)$ .

$$\hat{\varphi}^{(1)}(t) = (kl_1/l_2)\hat{\varphi}(t) - (l_1c + l_1^2k/l_2)y(t) + (kl_1) * 1[t], \quad \hat{\varphi}(0) = 0. \quad (2)$$

Розв'язавши рівняння (2) відносно  $\hat{\varphi}(t)$ , отримують також і оцінку сигналу завади  $\hat{\xi}(t)$ :

$$\hat{\xi}(t) = -(l_1/l_2)y(t) + (1/l_2)\hat{\varphi}(t).$$

Результати виконаних обчислювальних експериментів з процесами оцінки величини сигналу та часу його затримки говорять на користь запропонованого у роботі.

УДК 629.7.062:681.518.2

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЮ СТІЙКІСТЮ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ**

*д.т.н. Фірсов С.М., Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
"Харківський авіаційний інститут"*

Аналіз світових тенденцій розвитку безпілотної авіаційної техніки свідчить про посилення вимог до забезпечення її безпеки не тільки шляхом покращення льотно-технічних характеристик безпілотних літальних апаратів (БПЛА), а також через забезпечення та зростання польотного ресурсу шляхом удосконалення інтелекту бортових систем автоматичного керування (САК).

Збільшення ресурсу систем автоматичного керування безпілотних апаратів є однією з ключових задач при проектуванні, розробці та експлуатації БПЛА, необхідність вирішення якої зумовлена розбіжністю міжремонтних ресурсів планера безпілотного літака та його функціональних елементів. В той час, як міжремонтний ресурс планера БПЛА складає близько 1000 годин, а міжремонтний ресурс двигуна – 500 годин, міжремонтний ресурс САК не перевищує 100 годин польоту. Зазначена невідповідність призводить до багаторазового переустановлення елементів авіоніки з невиробленим міжремонтним ресурсом, підвищенню затрат експлуатаційного обслуговування, зростанню вартісних показників безпілотного апарата та зниженню показників ефективності його використання.

Недостатній міжремонтний ресурс САК БПЛА більшою мірою визначається мінімальним міжремонтним ресурсом її елементів, що є невід’ємними складовими системи керування.

В існуючій системі планово-попереджувальних ремонтів САК, застосовуваний в практиці обслуговування авіаційної техніки, відсутні зіставлення ресурсу систем керування з ресурсом планера БПЛА, що не дозволяє вирішити протиріччя між величинами міжремонтних ресурсів елементів САК та планера БПЛА. В системах обслуговування за технічним станом, що використовується на деяких безпілотних апаратах та реалізують гнучкий облік міжремонтного ресурсу САК, відсутні засоби парировання відмов, що виникають безпосередньо в польоті БПЛА в режимі реального часу. Застосування традиційних методів та підходів збільшення ресурсу САК, пов’язаних з резервуванням її елементів, призводять до збільшення маси конструкції, а також сприяють підвищенню енергетичних і вартісних показників БПЛА, що зменшує його конкурентоздатність на сучасному ринку авіаційних розробок.

Отже, за сформованих умов проектування, виробництва й експлуатації безпілотних апаратів виникає необхідність у розробці інтелектуальних засобів, що підвищують ресурс САК з використанням сучасних досягнень в області функціонально стійких систем керування, які забезпечать зберігання її повної або часткової працездатності у випадку відмови елементів під час польоту безпілотного апарату у режимі реального часу.

Результати вирішення задач, пов’язаних із розробкою САК, стійких до відмов, описані в наукових працях закордонних і вітчизняних дослідників: Р. Ізермана, Р. Кларка, Л.О. Мироновського, П.П. Пархоменко в області діагностування і відновлення працездатності систем керування; А.А. Красовського, Ф.Ф. Пашенко, Б.М. Петрова в області інтелектуального керування технічними системами; А.С. Куліка, Д.В. Лебедева, В.Ю. Рутковського в області розробки методів і інструментальних засобів забезпечення активної відмовостійкості САК. Як показує аналіз робіт провідних вчених запропоновані методи підвищення безпеки систем автоматичного керування не відображають динаміки процесів керування, не враховують можливості оперативного діагностування з заданою глибиною, а також гнучкого відновлення його працездатності в аварійному стані. Також невирішеними залишаються задачі, пов’язані з формалізацією процесу відновлення працездатності САК у режимі реального часу.

В результаті проведеного дослідження отримано наступні результати: концепцію забезпечення функціональною стійкістю САК, методи визначення надмірних ресурсів підсистем САК та їх розташування; підходи до забезпечення функціонально стійким управління рухом на системному рівні; отримано критерії оцінювання функціональної стійкості систем; визначено необхідні та достатні умови забезпечення функціональної стійкості на підсистемному рівні; доведено необхідні та достатні умови забезпечення функціональної стійкості на системному рівні; моделі та методи багаторівневого діагностування та відновлення функціонального стану системи управління рухом аерокосмічними об’єктами.

УДК 681.121

# ЗАСТОСУВАННЯ СТАТИСТИЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ВИЩИХ ВУГЛЕВОДНЕВИХ КОМПОНЕНТ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

Романів В.М., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Контроль якісних характеристик природного газу здійснюється шляхом відбору проб з подальшим їх визначенням на стаціонарному хроматографі кожні 10 діб, а також із застосуванням потокових хроматографів, які розміщені безпосередньо на газопроводах і визначають параметри газу протягом декількох хвилин. Це дозволяє мати оперативну інформацію про якість газу і вносити відповідні корекції в режими його спалювання на великих енергоємних підприємствах та підприємствах де природний газ є сировиною.

Однак через значну вартість потокових хроматографів їх застосування обмежене. У роботі [1] запропоновано методику визначення концентрації вуглеводневих компонент природного газу безпосередньо в газопроводі. Суть методики полягає в вимірюванні основних компонент ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8$ ) за допомогою трьохкувєтної схеми, а сумарна концентрація  $\text{C}_4\text{H}_{10}+$  визначається на підставі попередньо одержаних статистичних даних аналізу компонентного складу хроматографічним методом на конкретному замірному вузлі.

Для оцінки статистичних даних у роботі [2] запропоновано метод, який ґрунтується на селективному фрагментарному опрацюванні даних сумісно із методом медіанних центрів з подальшим розрахунком функцій степеневого полінома. Однак даний метод виявився не оптимальним для частини замірних вузлів дані, яких аналізувались. Тому були проведені аналітичні дослідження експериментальних даних паспортів на газ одержаних на замірному вузлі газорозподільчої станції Угринів. Зокрема було проаналізована функціональна залежність вищих вуглеводневих компонент ( $\text{C}_4\text{H}_{10}+$ ) від пропану ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ). На рисунку 1 наведено залежності похибки визначення  $\text{C}_4\text{H}_{10}+$  від застосування методу опрацювання експериментальних даних із 40 значень.

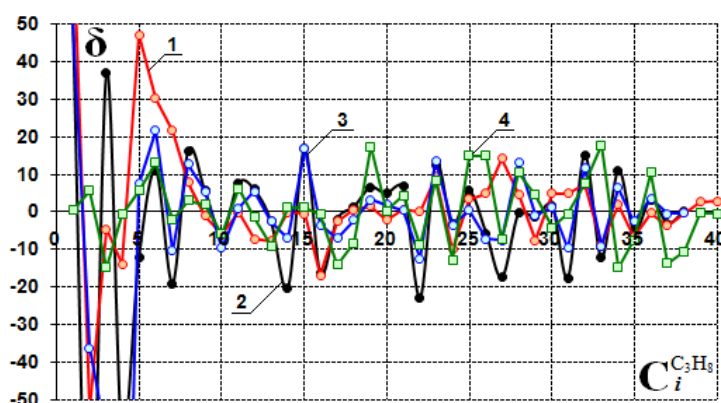


Рис. 1. Залежності похибки визначення  $\text{C}_4\text{H}_{10}+$  від застосування методу опрацювання експериментальних даних із 40 значень: 1- поліном 4 порядку; 2-метод ковзної медіани з 3-ох; 3-метод ковзного середнього з 3-ох; 4- метод медіанних центрів з подальшим розрахунком функцій степеневого полінома.

Як можна побачити із результатів досліджень, для визначення вищих вуглеводневих компонент для  $\text{C}_3\text{H}_8 \leq 0.75\%/\text{об.}$  (точка 10) найдоцільніше застосувати метод медіанних центрів з подальшим розрахунком функцій степеневого полінома, а для  $\text{C}_3\text{H}_8 > 0.75\%/\text{об.}$  доцільніше використати поліном 4 порядку.

## СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Романів В.М., Мельничук С.І. Цифрова система оцінювання енергетичних параметрів природного газу за поглинаючою здатністю ІЧ-випромінювання його компонентами // Сборник научных трудов SWorld.- Выпуск 3. Том 6.-Иваново:Маркоза АД.2013.-ЦИТ:313-1121.-С.87-97.
2. Романів В. М. Методика адаптивного оцінювання вищих вуглеводневих компонент природного газу зі статистичним розширенням інформаційної бази/ В.М. Романів, С.І. Мельничук // Системи обробки інформації.-Х.: Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2015.- Вип. 6(131). –с. 127-130.

УДК 681.121.04

# НАДАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО НАЛАГОДЖЕННЯ ЗАМІРУ ПОДОБОВИХ ОБ'ЄМІВ ПРИРОДНОГО ГАЗЛІФТНОГО ГАЗУ З ГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН НГВУ "НАДВІРНАНАФТОГАЗ"

*к.т.н. Рудак С.М., Науково-дослідний і проектний інститут ПАТ "Укрнафта", м. Івано-Франківськ*

Стратегія досягнення енергетичної безпеки України побудована на ефективному використанні енергетичних ресурсів, скороченні їх споживання та зменшенні втрат, підвищенні точності і вірогідності їх обліку. У першу чергу це стосується енергоносіїв.

Незважаючи на значну наукову і практичну зацікавленість питаннями обліку енергоносіїв, майже не проводились дослідження механізмів запобігання одержанню невірогідних результатів, що спричиняють значні дисбаланси.

Системний підхід до вирішення цього питання потребує розроблення і створення результативної та ефективної системи управління обліком, яка повинна забезпечувати придатність вимірювального обладнання та забезпечувати відповідну якість вимірювання витрати газу.

Основною причиною відхилення технологічних параметрів роботи газових свердловин НГВУ «Надвірнанафтогаз» від встановлених, є утворення в ліфті, газопроводі, сепараторі, нафтопроводі чи штуцері гідратних або парафінових відкладів (надалі гідратів). Зокрема наявність рідини у вимірювальному (газліфтному) газі може суттєво впливати на покази дифманометра.

При великому вмісті в потоці газу рідини, результати вимірювання з допомогою перетворювача витрати (призначеного для вимірювання витрати сухого газу) є непередбачуваними. Причому при підвищенні тиску  $P$  та зниженні температури  $T$  газу з високим вологовмістом у вимірювальному трубопроводі створюються утворення (особливо в зимовий період), що осідають у вигляді твердих кристалів.

Для запобігання гідратоутворення використовують різні методи: підігрів або осушування газу, спеціальні інгібітори, конденсатозбірники та відстійні камери на вимірювальному трубопроводі, періодичну продувку перетворювачів витрати тощо.

З врахуванням специфіки та умов обліку газліфтного газу, розташуванням замірних дільниць, наявністю зовнішніх комунікацій та з метою уникнення утворення гідратів пропонується створення підігріву замірних дільниць та імпульсних ліній з використанням стрічки нагрівальної саморегулюючої типу 33НТР2-ВТ.

Крім того, оскільки одними з основних фізичних параметрів, які впливають на утворення гідратів в газопроводах є тиск  $P$  та температура  $T$  вимірювального середовища, то для більш достовірного обліку газліфтного газу та з метою прогнозування утворення гідратів в трубопроводі доцільним було б реалізувати корекцію витрати газліфтного газу на свердловинах по тиску та температурі, використовуючи вимірювальний перетворювач тиску типу РС-28 (Aplisens) та відповідно температури типу ТСМУ (або їм подібні за технічною суттю).

Варто зазначити, що найбільш якісно в роботі з подібними вимірювальними середовищами на вузлах обліку газу об'єктів НГВУ "Надвірнанафтогаз" зарекомендували себе перетворювачі різниці тисків типу EJX Yokogawa. Переваги таких перетворювачів:

- цифровий сигнал на виході;
- висока точність  $\pm 0,025$  % шкали;
- висока роздільна здатність;
- можливість переналаштування шкали;
- відсутність впливу температури і гідростатичного тиску;
- висока чутливість; симетричний сигнал для позитивного і негативного перепадів тиску;
- висока стабільність; відсутність гістерезису.

Тому, на основі вищенаведеного та з врахуванням досвіду експлуатації обладнання обслуговуючим персоналом вузлів обліку газу НГВУ "Надвірнанафтогаз", пропонується спроектувати вузли обліку газліфтного газу та обладнати наступним устаткуванням: замірною дільницею трубопроводу на якому монтується замірний пристрій; діафрагмою з кутовим методом відбору тиску; перетворювачем вимірювальним температури типу ТСМУ; вимірювальним перетворювачем тиску типу РС-28 (Aplisens); перетворювачем різниці тисків типу EJX (Yokogawa); обчислювачем об'ємної витрати газу типу Універсал-01; бар'єром іскробезпеки типу БИ-01; акумуляторним блоком типу Універсал АБ-12; модемом типу GSM Cinterion MC; стрічкою нагрівальною саморегулюючою типу 33НТР2-ВТ.



## ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА МНОГОМЕРНЫХ СИГНАЛОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ КОРРЕКТНОСТИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

*докторант Калугарь Дмитрий, к.т.н. Абабий Виктор, к.т.н. Судачевски Виорика, Технический  
Университет Молдовы, г. Кишинев, Республика Молдова*

В данной работе представлен способ применения методов цифровой обработки многомерных сигналов для оценки корректности трассировки печатных плат. Данная задача характерна для производственных процессов как единичного, так и массового выпуска электронных устройств.

В специальной литературе предоставлены множество примеров контроля и тестирования печатных плат, которые предусматривают как визуальный контроль, так и внутрисхемное тестирование, периферийное/граничное сканирование, и функциональное тестирование [1-4]. Перечисленные методы обеспечивают достаточное качество контроля, но требуют дополнительных затрат при функциональном тестировании, так как функциональное тестирование осуществляется после установки компонентов на печатной плате.

Если представить печатную плату как плоскость  $f(x, y)$ , на которой задано множество узлов контроля  $N(i, j)$ ,  $i = \overline{1, \dots, I}$ ,  $j = \overline{1, \dots, J}$ , где  $N(i, j) = N_{In}(i_{In}, j_{In}) \cup N_{Out}(i_{Out}, j_{Out})$  (соответственно множество входных и выходных узлов) и  $N_{In}(i_{In}, j_{In}) \cap N_{Out}(i_{Out}, j_{Out}) \neq \emptyset$ , то можно определить систему уравнений  $D$ , которая  $N(i, j) \xrightarrow{D} N_{Out}(i_{Out}, j_{Out})$ .

Каждый контрольный узел печатной платы  $N(i, j)$  представляет собой одномерный дискретный или аналоговый сигнал, заданный на плоскости  $f(x, y)$  с координатами  $(i, j)$ .

Множество уравнений  $D$  можно классифицировать по трем основным функциям тестирования:

- **система логических уравнений  $D_L$** , для оценки корректности трассировки печатных плат. В данном случае система уравнений  $D_L$  оперирует логическими сигналами, где множество входных узлов  $N_{In}(i_{In}, j_{In})$  генерируют последовательность логических «1» и «0», а множество выходных узлов  $N_{Out}(i_{Out}, j_{Out})$  считывает соответствующие сигналы и в соответствии с уравнениями  $D_L$  определяет корректность трассировки печатной платы;

- **система физических уравнений  $D_F$** , для оценки физических параметров проводников печатных плат. Система уравнений  $D_F$  описывает физические свойства каждого проводника и их взаимодействие в пространстве;

- **система дифференциальных уравнений  $D_\partial$** , для оценки динамических параметров проводников печатных плат. Система уравнений  $D_\partial$  описывает динамические свойства каждого проводника, переходные и частотные характеристики, переходные и амплитудно-частотные характеристики в зависимости от нагрузки генерируемые узлами  $N_{Out}(i_{Out}, j_{Out})$ .

Алгоритм цифровой обработки многомерных сигналов для оценки корректности печатных плат заключается в решении систем уравнений  $D_L$ ,  $D_F$ ,  $D_\partial$  в отдельности или комбинации из этих систем уравнений:  $D_L \cup D_F$ ,  $D_F \cup D_\partial$ ,  $D_L \cup D_\partial$  или  $D_L \cup D_F \cup D_\partial$ .

Важным условием при составлении систем уравнений  $D_L$ ,  $D_F$ ,  $D_\partial$  является возможность применения алгоритмов параллельной обработки многомерных сигналов.

### ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

1. Городов В.А. Методы электрического контроля печатных плат.// Технологии в электронной промышленности №1, 2005, стр. 68-71.
2. Медведев А.М. Электрическое тестирование печатных плат.// Технологии в электронной промышленности №2, 2005, стр. 79-84.
3. Карпов С.В. Проблемы контроля многослойных печатных плат. М.: Радиотехника, 2003.
4. Пирогова Е.В. Проектирование и технология печатных плат. М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2005. 560 стр.

УДК 669.184

## УПРАВЛІННЯ КОНВЕРТЕРНОЮ ПЛАВКОЮ

д.т.н. *Богусевський В.С.*, к.т.н. *Сухенко В.Ю.*, *НТУ України "КПІ ім. І. Сікорського"*

Фізико-хімічну основу виробництва сталі в конвертері визначають процеси окислення домішок чавуна, в першу чергу вуглецю. Сучасний рівень розвитку вимірювальної техніки не дозволяє проводити в агресивному, високотемпературному, хімічно реагуючому середовищі прямий контроль швидкості проходження фізико-хімічних процесів, що визначають управляемі координати об'єкта – масові частки елементів в металі й шлаку, їх температуру.

Моментом закінчення продувки є досягнення заданого маркою сталі вмісту вуглецю. При цьому температура метала, що визначається температурним режимом плавки, і вміст сірки, що залежить від режиму шлакоутворення, повинні також відповідати вимогам отримання заданої марки сталі. Таким чином, неперервний контроль режиму зневуглицювання дозволить управляти температурним режимом і режимом шлакоутворення ванни конвертера з метою одночасного досягнення заданих маркою кінцевих параметрів металу.

Незважаючи на велику кількість досліджень, що направлені на контроль процесу зневуглицювання, до теперішнього часу відсутнє концептуальне рішення цього питання, що знижує точність контролю й управління процесом. Як джерело непрямой інформації про хід конвертерної плавки нами використані теплові характеристики водоохолоджувальних елементів, що тісно зв'язані як зі швидкістю зневуглицювання, так і з температурою ванни по ходу продувки.

Відомо, що тільки біля 10 % CO допалюється у порожнині конвертера. Від допалювання в атмосферному кисні продуктів неповного окислення вуглецю ванни над горловиною конвертера утворюється факел полум'я. Індикаторами потужності цього тепловиділення може служити теплосприймаюче водоохолоджувальне устаткування конвертерної установки – киснева фурма, кесон, екрани газоходу (ЕГ), що працюють як теплообмінні апарати. З деякими припущеннями можна прийняти, що поверхнева щільність теплового потоку на фурмі й кесоні або при стабільній витраті охолоджувальної води температурний напір пропорційний миттєвій кількості CO, що згоряє при відповідних температурних умовах процесу. У свою чергу, витрата CO в порожнині конвертера пропорційна швидкості зневуглицювання ванни. Таким чином, теплові характеристики фурми і кесона непрямо відображають швидкість окислення вуглецю в процесі продувки або з перерахунковим коефіцієнтом ступінь використання кисню на окислення вуглецю. Швидкість зневуглицювання ( $v_c$ ) і температуру  $t$  ванни визначаємо із системи рівнянь

$$v_c = \beta_1 q_\phi - \beta_2 t, \quad (1)$$

$$t = \beta_3 \sqrt[4]{\frac{q_k}{v_c}} - \beta_4 v_c, \quad (2)$$

де  $q_\phi$  і  $q_k$  – відповідно поверхнева щільність теплового потоку на стінку фурми і теплового потоку від випромінювання газу на стінку охолоджувача конвертерних газів, Вт/м<sup>2</sup>;  $\beta_1, \dots, \beta_4$  – коефіцієнти.

Для управління плавкою в процесі продувки формули (1) і (2) доповненні виразами для визначення керуючих діянь:

$$m_{\text{охл}} = f(v_c, v_b, C, t) \quad (3)$$

$$H - \Delta H = f(v_c, v_b, C, t), \text{ якщо } t > t_3; \quad (4)$$

$$H + \Delta H = f(v_c, v_b, C, t), \text{ якщо } t < t_3, \quad (5)$$

де  $m_{\text{охл}}$  – маса охолоджуючих матеріалів, т;  $H$ ,  $\Delta H$  – відповідно відстань сопла фурми до рівня спокійного металу і необхідна зміна цієї відстані, калібр;  $v_t$  – швидкість зміни температури ванни, °C/хв.;  $C$  – вміст вуглецю в металі, %;  $t_3$  – задане значення температури ванни, що визначається як функція початкових (маса чавуна і лома, хімічний склад чавуна, номер плавки по кампанії футеровки конвертера, тривалість простою конвертера й інш.) і заданих (марка сталі, основність шлаку й інш.) умов продувки, а також вмісту вуглецю в металі, °C.

**Висновки.** Теплові потоки на водоохолоджувальні елементи конвертерної установки (фурми, кесону і ЕГ) визначаються швидкістю зневуглицювання і температурою ванни конвертера і дозволяють в процесі продувки неперервно визначати ці параметри. Порівняно прості пристрої для вимірювання теплових потоків (диференціальна термopа для теплового потоку на фурму) і датчик подовження під'ємної частини газоходу (для теплового потоку на ЕГ) дозволяють контролювати вихідні параметри процесу з високою точністю.

УДК 681.58

# ТЕНДЕНЦІЇ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕЛЕВІЗІЙНИХ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ПЛАВКИ РОБОЧИХ ЛОПАТОК ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ

к.т.н. Маркін М.О., к.т.н. Маркіна О.М., Кущовий С.М., НТУ України "КПІ ім. І. Сікорського"

В даний час великий практичний інтерес існує до нових матеріалів різного призначення: конструкційних, надпровідникових та з підвищеним рівнем експлуатаційних властивостей [1].

На теперішній час значна частина всіх формованих відливок, що мають високий рівень стійкості, особливо в аерокосмічній і автомобільній промисловості виробляються з алюмінієвих сплавів [2]. Провідні тенденції розвитку приладобудування потребують підвищення якісних характеристик монокристалічних матеріалів, аналізу їх динаміки кристалізації та контроль міцності. Яскравим прикладом контролю якісних характеристик монокристалічних матеріалів є робочі лопатки газотурбінних двигунів (ГТД) та газотурбінних установок (ГТУ). Тому виробництво таких складних деталей з урахуванням конструктивно-технологічних і експлуатаційних факторів зменшить собівартість авіаперевезень та підвищить ресурс експлуатації промислових турбін. Одним з важливих параметрів для контролю при виготовленні монокристалічних складних деталей є температура.



Рис. 1. ГТД двигун Trent-1000, ПД-1 1

Відомим способом отримання робочих ГТД та ГТУ є метод направленої кристалізації. Дана технологія їх отримання порівняно проста і продуктивна, оскільки процес направленої кристалізації здійснюється при підвищених швидкостях росту кристалу і виконується в промислових умовах температурних градієнтів [3]. Контроль температури безконтактними методами є невід'ємною складовою будь-якого технологічного процесу плавки металу. Лопатки турбін є одними з найбільш складних і важливих деталей ГТД та ГТУ. Від надійності лопаток турбін залежать ресурси і економічність двигунів та установок в процесі експлуатації. Надійність лопаток, у свою чергу, визначається якістю їх виготовлення, а саме: макро- та мікроструктурою, геометрією самої відливки та її тепловими властивостями [4]. Тому вкрай важливо проводити контроль температури на етапі відливання та кристалізації робочої лопатки. Для вирішення проблеми вимірювання температурного поля при направленій кристалізації лопаток ГТД та ГТУ пропонується використовувати телевізійну інформаційно-вимірювальну систему (ТІВС), що є сукупністю оптичних і електронних засобів, за допомогою яких інформація про структуру, стан та властивості об'єкту, що міститься в його випромінюванні, перетворюється в електронний сигнал. При використанні контрольно-вимірювального комплексу на основі ТІВС виключається фактор перегріву металу, а відповідно зменшується випуск неякісної продукції та знижуються витрати електроенергії. В комплексі інформація

про температуру плавки з пірометра передається на сервер і відображається графічно, що дозволяє в будь-який час переглянути закінчені процеси плавки.

Важливим є контроль температури в процесі направленої кристалізації робочих лопаток ГТД та ГТУ, так як недотримання умов технологічного процесу призведе до зниження якості виробів, утворення в них дефектів та підвищення витрат електроенергії, що зумовить збільшення вартості виготовлення. Макро- та мікроструктура відливки формує фактор її якості, так як робочі лопатки є невід'ємною складовою конструкції літака, а саме – однією з найбільш навантажених частин двигуна. І, відповідно, якщо вона втрачає цілісність своєї геометрії чи структури, то це тягне за собою вихід зі строю двигуна і проблему руху всього літака.

## СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Н.А.Азаренков, В.Г.Кириченко, С.В.Литовченко и др. Проблемы современного материаловедения. Фундаментальные и прикладные исследования на кафедре материалов реакторостроения ХГУ // Вісник ХНУ. 1999, №443, в.2, с.73-76.
2. S.G. Shabestari, H. Moemeni, J. Mater. Process. Technol. 153–154 (2004) 193–198
3. И.К.Засимчук. Физические условия достижения оптимальной структуры монокристаллов разбавленных металлических сплавов, выращиваемых из расплава // Металлофизика и новейшие технологии. 2001, т.23, №3, с.293-323.
4. Б.Н. Баженов, А.Г. Чумаков, С.И. Мельник. Метод тепловой дефектоскопии лопаток турбин. авиационно-космическая техника и технология, 2007, № 7 (43)

УДК 674.815 : 631.572

## ДЕЯКІ АСПЕКТИ ВИГОТОВЛЕННЯ АРБОЛІТОВИХ ВИРОБІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СТЕБЕЛ РІПАКУ

*к.т.н. Копанський М.М., Національний лісотехнічний університет України, м. Львів*

**Актуальність теми.** Одним із перспективних видів рослинної сировини для виготовлення деревинних композиційних матеріалів є стебла ріпаку. Ріпак – надзвичайно цінна кормова культура, але він також може бути і одним з елементів сировинної бази у виробництві вказаних матеріалів. Проведений аналіз останніх досліджень з використання відходів сільськогосподарського виробництва для виготовлення продукції целюлозно-паперового виробництва та виробництва ДКМ дає підстави зробити висновок про те, що, окрім пшеничної та житньої соломи, є доцільним використання з цією метою і стебел ріпаку. Із соломи ріпаку (2-6 тонн з гектара) можна виготовляти папір, целюлозу, картон [1].

**Мета і завдання дослідження.** Мета роботи – встановити закономірності впливу технологічних параметрів на властивості деревинних композиційних матеріалів з використанням ріпакових відходів. Відповідно до поставленої мети необхідно було вирішити такі основні завдання:

- встановити можливість і доказати доцільність використання ріпаку у виробництві арболіту;
- дослідити вплив складу арболітової суміші, вмісту ріпакової сировини, кількості цементу на фізико-механічні властивості деревинних композиційних матеріалів.

**Методика досліджень.** Дослідження проводилися за трьома напрямками.

Перший напрямок дослідження був направлений на визначення впливу співвідношення ріпакових і деревинних частинок у деревинно – цементній композиції на фізико – механічні властивості арболіту.

Другий напрямок досліджень був присвячений визначенню впливу фракції ріпакових часток на фізико – механічні показники арболіту. При цьому виготовлявся арболіт марки М25, як найбільш поширений у будівництві.

Третій напрямок досліджень був направлений на визначення фізико – механічних властивостей арболіту різних марок виготовлених з використанням тільки ріпакового наповнювача. Компонентний склад карболітової суміші підбирався згідно існуючих норм витрат для арболіту виготовленого з деревинного наповнювача.

Змінними факторами при проведенні досліджень впливу основних технологічних параметрів сировини і матеріалів на властивості деревинних композиційних матеріалів прийняті: співвідношення деревинних і ріпакових частинок в різних пропорціях, % (75:25, 50:50, 25:75, 0:100), фракційний склад частинок ріпаку.

Випробування зразків проводились відповідно до ДСТУ Б В.2.7-82-99. Виготовлялись дослідні зразки розмірами 100×100× 100 мм.

Зразки досліджували на водопоглинання, набрякання за товщиною та на міцність на стиск.

**Результати досліджень.** Проведені у відповідності із поставленими завданнями експериментальні дослідження дозволили отримати результати, які забезпечують встановлення закономірностей впливу технологічних параметрів на властивості арболіту виготовленого з використанням відходів ріпаку.

Основними чинниками, що впливають на міцність арболіту є вміст водорозчинних речовин у деревному наповнювачі, адгезія деревного наповнювача до цементного в'язучого, міцність наповнювача, активність цементу і його витрата на 1 м<sup>3</sup> цього матеріалу.

Підвищений вміст мінеральних речовин у стеблах ріпаку має позитивний вплив на адгезію з мінеральними в'язучими.

Експериментально доведено, що деревинні композиційні матеріали, виготовлені за звичайною технологією, з додаванням у композиційні матеріали деревинних частинок до 35% ріпакових частинок мають механічні показники що відповідають вимогам державного стандарту ДСТУ EN 312-2:2003.

**Висновки.** На основі результатів експериментальних досліджень запропоновано способи виготовлення деревинних композиційних матеріалів на основі мінерального в'язучого з використанням відходів ріпаку які дають змогу розширити сировинну базу завдяки залученню відходів сільськогосподарського виробництва, а саме ріпакової сировини, зменшити собівартість арболіту і, зекономити цінну деревинну сировину.



UDK 665.6.7

# MECHANICAL DESIGN OF MULTI-OPERATED OIL AND GAS SEPARATOR OF HEATER-TREATER TYPE

*Doct. Liaposhchenko O.O., PhD Nastenka O.V., PhD Pavlenko I.V.,  
magister Demianenko M.M., Sumy State University*

Oil extracted from wells is always unsuitable for direct processing in its initial state. Crude oil contains oilfield water, assist gas, minerals, and mechanical impurities. Thus, clean oil is the main raw material for the production of liquid energy supplies, paint oils and lubricants, bitumen and coke. Impurities in oil content reduce the quality of both oil and refined products. Therefore, improving of oil preparation technology and designing of resource-saving industrial oil equipment is an urgent task nowadays.

Crude oil heating is a necessary technological process for reduction of oil density and viscosity. Thus complex preparation of oil for transport and processing, which provides its degassing, dehydration, desalting and stabilization is usually carried out in two ways - using the expensive set of equipment (tube furnace, de-emulsifier, settling reservoir, oil and gas separator, electric dehydrating device) or using sectioned units for oil preparation. Recently, sectioned units for oil preparation are becoming widespread; the main device at these units is the so-called oil and gas separator with direct heating or better known as the device of «Heater-Treater» (heater de-emulsifier) type.

Scientists of Sumy State University have developed research and industrial design of sectioned horizontal three-phase separator of «Heater-Treater» type with built-in tubular heater of direct heating and degassing of crude oil, which is additionally equipped with sections of electrostatic coalescence, louver packages, nozzles for separation of water oil emulsion, mesh demister, liquid trap, vortex gas separator of fine gas fuel depuration and. It is designed to prepare oil to atmospheric distillation by heating with degassing and destruction of the oil hydrophobic emulsion of reverse type (water in oil) in an electric field with subsequent settling of de-emulsified oil for dehydration purpose as a component of a unit for oil preparation at the oil deposit named after V.N.Vynogradov ("LUKOIL" Group).

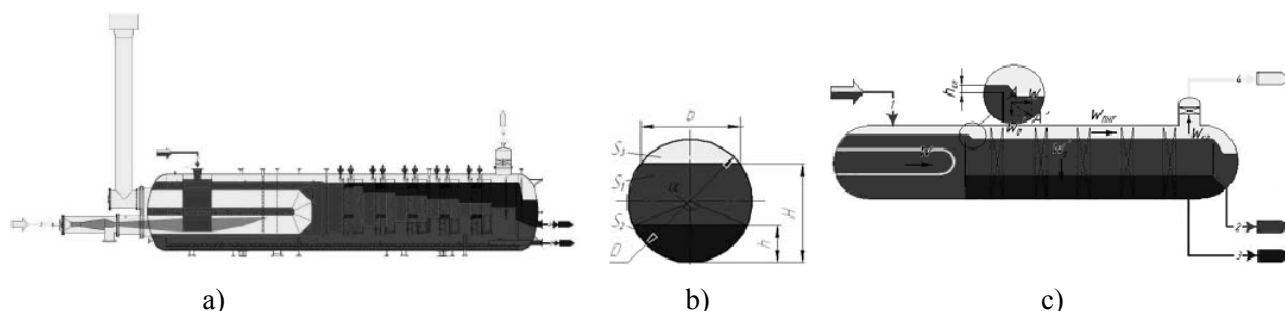


Fig. 1. Sectioned horizontal oil and gas separator of «Heater Treater» type (Heater de-emulsifier): a) basic scheme of the device operation; b) the scheme of phases distribution in the cross section of the apparatus; c) estimated scheme of the gravity phase segregation 1 – water oil emulsion; 2 - oil; 3 - free water; 4 - assist petroleum gas.

Design of the developed multi-operated separator of the «Heater-Treater» type combines direct heating section with junction input (shelf deflector), which is separated with a partition from the coalescence and sludge sections and is purposed for initial separation of the mixture. Having performed numerous calculations one determined that it is enough to place five vertical sections of louver units of surface coalescence and sludging, that are intended for both oil and water separation and for separation of liquid droplets from gas. In front each of the five sections there are installed vertical electrode grids combined in complex systems of electrostatic coalescence. It is important that one uses assist gas as fuel gas, which is released in the device, and which is usually flared because its transportation and processing is irrational due to the high cost. For gas separation in the oil and gas separator one can place mesh demister, vortex or laminar liquid trap on the device casing. Device operational scheme and the schemes of phase's placement are shown in Figure 1.

When designing oil gas and water separator, one pays much attention to the device energy efficiency: as the fuel gas there is used assist petroleum gas, one has also improved thermal loading of apparatus for heating crude oil depending on its water content and well productivity.

Authors propose scientific approach for improving calculation methodology of this equipment type. Studying of the necessary electric field strength for supporting Van der Waal's forces of droplets snapping is of particular interest for further research.



УДК66.022

**ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ У ПРОМИСЛОВОСТІ**

*к.т.н. Івіцький І.І., к.т.н. Сівецький В.І., д.т.н. Колосов О.Є., к.т.н. Сокольський О.Л.,  
НТУ України "КПІ ім. І. Сікорського"*

Введення у виробу з полімерних композиційних матеріалів інтелектуальних датчиків (ІД) дозволяє проводити дистанційну діагностику та моніторинг цих виробів безпосередньо під час їх експлуатації. Це актуально в таких сферах, як: авіакосмічна промисловість (контроль н.д.с. елементів літальних апаратів); медицина (контроль елементів штучних клапанів серця, тощо); суднобудування (контроль зносу найбільш відповідальних елементів підводних човнів); автомобілебудування та машинобудування (контроль напружень, які виникають у відповідальних місцях під час експлуатації). Інтелектуальні полімерні композиційні матеріали (ІПКМ) найчастіше використовуються як оболонки конструкцій силового і спеціального призначення. Інтелектуальна оболонка являє собою сукупність електронних пристроїв, які здійснюють прийом, переробку і передачу інформації. Вони розміщені безпосередньо в самій обшивці, що виконується з ІПКМ.

Питання комп'ютерного моделювання введення у розплав полімерного матеріалу ІД, що дають змогу здійснювати моніторинг відповідальних деталей та вузлів, зокрема їх н.д.с. досліджено у роботах [1-2]. При введенні датчиків необхідно точно контролювати глибину введення, адже при контролі н.д.с. необхідно враховувати розміщення датчика у виробі. Комп'ютерне моделювання дозволило встановити доцільні технологічні параметри при введенні ІД у розплав полімерного матеріалу. Слід зауважити, що проблема отримання даних з ІД, введених у полімерний композит, багатопланова. З одного боку, питання стосується технології та обладнанні для введення датчиків в полімерні композити, інтерпретації даних деформацій і інших властивостей, отриманих від датчиків, та пов'язане з полімерною інженерією. З іншого боку, питання прийому сигналів про глибину залягання інтелектуальних датчиків і їх подальша обробки, пов'язані з неруйнівним контролем.

Було досліджено можливість отримання сигналу про глибину залягання інтелектуальних датчиків, що вводяться на певну глибину в полімерний композиційний матеріал з використанням електростатичного методу неруйнівного контролю [3]. Завдяки моделюванню визначено максимально можливу глибину введення інтелектуального датчика у полімерний матеріал, яка може бути виміряна з заданою точністю. Крім того, отримані результати дозволяють шляхом числового моделювання встановлювати максимальну глибину введення інтелектуальних датчиків у полімерний матеріал. З практичної точки зору розроблено конструкції пристроїв та методи введення ІД у полімерний матеріал при переробці методами екструзії, лиття під тиском та пресування [4]. Запропоновані методи та пристрої забезпечать введення ІД в будь-які задані точки полімерних виробів, що дозволить зменшити кількість аварій та нещасних випадків під час експлуатації таких виробів завдяки завчасному отриманню сигналів від введених ІД про настання критичного стану.

Застосуванні інтелектуальних полімерних композиційних матеріалів у промисловості дозволяє здійснювати дистанційний моніторинг н.д.с. відповідальних вузлів та деталей у режимі реального часу. Завдяки моніторингу можливе вчасне виявлення критичних напружень у матеріалі та отримання інформації про його напружений стан, що дає змогу реагувати на його зміни за допомогою актуаторів.

**СПИСОК ПОСИЛАНЬ**

1. Івіцький І. І. Моделювання введення інтелектуальних датчиків у розплав полімерного композиційного матеріалу / І. І. Івіцький, О. Л. Сокольський, В. М. Куриленко // Технологічний аудит та резерви виробництва. — 2016. — №5/3(31). — С. 22—26.
2. Комп'ютерне моделювання введення інтелектуального датчику у розплав полімерного матеріалу у програмному комплексі ANSYS Polyflow / І. І. Івіцький, В. І. Сівецький, О. Є. Колосов, О. Л. Сокольський, В. М. Куриленко // Матеріали II Всеукраїнської н-т конференції з міжнародною участю «Комп'ютерне моделювання та оптимізація складних систем». — 2016. — С. 38—40.
3. Modeling the electrostatic control overdepth of the introduction of intelligent sensors into a polymer composite material / I. Ivitskiy, V. Sivetskiy, V. Bazhenov, D. Ivitska // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. — 2017. — Vol. 1. — №5(85). — P. 4—9.
4. Сівецький В. І. Методи та пристрої для виготовлення виробів з інтелектуальних полімерних композиційних матеріалів / В. І. Сівецький, О. Л. Сокольський, І. І. Івіцький, О. Є. Колосов, В. М. Куриленко // Вісник НТУ «ХПІ». Механіко-технологічні системи та комплекси. — 2016. — №4. — С. 95—101.

УДК 633:669.013.5

**COKE AND REDUCING AGENTS WITH BIOMASS FOR METALLURGY  
AND CHEMICAL INDUSTRY***PhD Koveria A.S., National Metallurgical Academy of Ukraine, c. Dnipro*

Long-term practice of using fossil fuels in metallurgy and chemical industry has led to heavy raw-material dependence of productions and environmental problems. Considering that fossil fuels are non-renewable, according to the law of conservation of energy would be a situation when this resource is exhausted. Alternative raw materials in the production of synthetic carbonaceous materials can be biomass (namely secondary wood resources, agriculture and plant growing), that can use without prior complex technological operations.

As is known, different productions of ferrous, non-ferrous metallurgy and chemical industry have different requirements for fuels and reducing agents. An effective way to produce fuels and reducing agents the required quality, reducing the production costs and environmental impact is the use of renewable raw materials such as biomass, including products of its pyrolysis – charcoal.

Based on this, has a scientific and practical interest in studying the use of solid biomass to produce coke and reducing agents in mixtures with coal and coal instead.

Renewable raw materials and products of its pyrolysis have a number of necessary properties for use in metallurgy and chemical industry: low ash content, low sulfur content, required amount of carbon. For the rational use of biomass in thermal processes it is necessary to know its physical and chemical properties. Improve technological characteristics of biomass possibly through the use of schemes for its preparation (drying, pelletizing and briquetting) and processing processes (changing particle size, heating rate, final temperature).

The author has conducted researches on high-temperature coking (final temperature 1050°C) mixtures of coal and biomass additives – wood, straw and husk sunflower – in the form of pellets. The results of the physical and mechanical properties of coke showed the possibility of obtaining reducing agents and fuels of the required quality for different consumers, including blast furnace production.

Use of biomass in the processes of production of fuels and reducing agents for metallurgy and chemical industry will replace the share of fossil fuels that will promote to expand the raw material base of production, improve the technical and economic indices, reduce dependence on coal supplies, and also will contribute to improving the environmental component of the metallurgical and chemical industries.

УДК 502/504:678.745.8

**ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛІАКРИЛАМІДУ У СТРУКТУРУВАННІ ҐРУНТУ***к.т.н. Хомко Н.Ю., Національний університет "Львівська політехніка"*

Поряд з агротехнічними та агролісомеліоративними застосовують і хімічні заходи боротьби з ерозією, які поліпшують структурно-агрегатний стан ґрунтів, підвищують їх стійкість до ерозії.

Процес структуроутворення полягає у тому, що окремі гранули ґрунту та групи його часточок вкривають колоїдними плівками, які сприяють їх послідовному склеюванню в комплекси. Велике значення при цьому мають органічні колоїди, особливо розчинний гумус. Підвищену клеючу здатність мають органічні речовини типу гумінової та ульмінової кислот, які утворюють водотривкі пористі грудочки агрономічно цінної структури.

Структуроутворення потребують насамперед щільні суглинкові та глинисті ґрунти. Для створення і відновлення агрономічно цінної структури застосовують спосіб додавання до ґрунту невеликої кількості структуроутворювальних речовин, які поліпшують водостійкість його структури.

Для створення водостійкої структури використовують синтетичні латекси, бітумні емульсії, відходи нафтової промисловості, високомолекулярні сполуки – полімери та співполімери, які складаються з похідних акрилової, метакрилової та малеїнових кислот – криліуми.

Криліуми можна вносити в сухому або рідкому (краще) стані, в ґрунті вони перетворюються на нерозчинні полімери.

Більшість криліумів істотно поліпшує водостійкість структури ґрунту в разі внесення їх у кількості 0.05 – 0.10 % маси ґрунту. До ефективних синтетичних препаратів належить поліакриламід (ПАА), який в дозі 500 кг/га сприяє збільшенню на 50 % кількості водостійких агрегатів у безструктурному дерново-підзолистому ґрунті [1]. Його ґрунтозміцнювальна дія триває 2-3 роки. Найдоцільніше ПАА застосовувати у дозі 0.045 % маси ґрунту на дерново-підзолистих ґрунтах важкого гранулометричного складу.

Широкого застосування криліуми не набули через високу їх вартість.

У промислових масштабах в Україні у минулому столітті поліакриламід одержували полімеризацією 4-9%-х водних розчинів акриламід у окисно-відновному середовищі у присутності ініціатора – персульфату калію чи амонію, триетаноламіну і гідросульфату натрію. Мономер акриламід одержували гідратацією акрилонітрилу у присутності сірчаної кислоти (сірчанокислотний метод). Подальша нейтралізація і розділення продуктів реакції створювали значні труднощі, якщо одержувати акриламід високої чистоти.

Метод мав багато недоліків, зокрема: велика витрата сірчаної кислоти на процес, низький вихід аміду (92-93%), значна кількість відходів виробництва, зокрема неутилізованого сульфату кальцію, стічних вод.

За гетерогенно-каталітичного методу одержання акриламід вихід акриламід також високий і за дотримання певних умов виготовлення каталізатора та проведення реакції можна досягнути майже 100% селективності за акриламідом [2]. Для гідратації акрилонітрилу запатентовано мідні та мідьвмісні каталізатори відомих зарубіжних фірм (Nalko Chemical Co., Amer. Cyanamid Co., BASF AG). Запропоновано ефективні активатори мідного каталізатора – сульфати алюмінію та міді і визначено оптимальні концентрації добавок –  $3 \cdot 10^{-4}$  моль-екв/г<sub>кат</sub> [3]. Реакційна маса містить акриламід, воду, непрореагований нітрil. Для виділення аміду потрібно відфільтрувати реакційну масу від каталізатора і відігнати непрореагований нітрil. Після цього одержують 4-6%-й розчин акриламід, який очищають від іонів металів змінної валентності і подають на полімеризацію або на відгонку води і кристалізацію аміду.

**СПИСОК ПОСИЛАНЬ**

1. Смаглій О.Ф. і ін. Агроекологія. Навчальний посібник.-К: Вища освіта, 2006. – 671с.
2. Хомко Н.Ю. Технологічні аспекти одержання акриламід гетерогенно-каталітичною гідратацією акрилонітрилу// Вісник Національного університету «Львівська політехніка» «Хімічна технологія речовин та їх застосування». – 2014. – №787. – С. 343–346.
3. Мокривський Т.М., Мокрий Є.М., Хомко Н.Ю. Гідратація аліфатичних нітрilів на мідному каталізаторі. Доп. НАН України, 1998. – №3. – С.146 – 149.

УДК 628.316:004.942

# ОЦІНКА ВПЛИВУ СИНТЕТИЧНИХ ДЕТЕРГЕНТІВ НА ШВИДКІСТЬ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД В АНОКСИДНИХ УМОВАХ

к.т.н. *Россінський В. М.*, д.т.н. *Саблій Л. А.*, *НТУ України "КПІ ім. І. Сікорського"*

Міські стічні води містять завислі речовини 147-468 мг/дм<sup>3</sup>, сполуки азоту 13-63 мг/дм<sup>3</sup>, синтетичні поверхнево-активні речовини 8-25 мг/дм<sup>3</sup>. Показник БСК<sub>5</sub> міських стічних вод в середньому складає 100-300 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>.

Синтетичні детергенти, як амфифільні ксенобіотики, чинять негативний вплив на процеси окиснення органічних забруднюючих речовин в спорудах біологічного очищення стічних вод за рахунок локалізації субстрату, диспергування активного мулу, порушення кисневого режиму та пригнічення життєдіяльності мікроорганізмів активного мулу.

Використовуючи рівняння Моно із константою напівнасичення за синтетичними детергентами 30 мг/дм<sup>3</sup> [1] виконано оцінку швидкості окиснення органічних забруднюючих речовин в аноксидних умовах від ступеня рециркуляції мулової суміші, початкової концентрації синтетичних детергентів ( $C_{surf} \in [0,15]$ ), дози мулу ( $a_i$  (г/дм<sup>3</sup>)  $\in [1.5,6]$ ) при початковій концентрації розчинених органічних забруднюючих речовин  $C_{inlet}=150$  мгБСК<sub>повн</sub>/дм<sup>3</sup>; муловому індексі  $J_i$  (см<sup>3</sup>/г)  $\in [70,130]$ ; максимальній питомій швидкості окиснення  $\rho_{max} = 85$  мгБСК<sub>повн</sub>/дм<sup>3</sup>; константі напівнасичення за Оксигеном  $K_o = 0,625$  мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>; концентрації розчиненого Оксигену в муловій суміші 0,1 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> та концентрації нітратів в муловій суміші 5 мгN-NO<sub>3</sub>/дм<sup>3</sup> (рисунок).

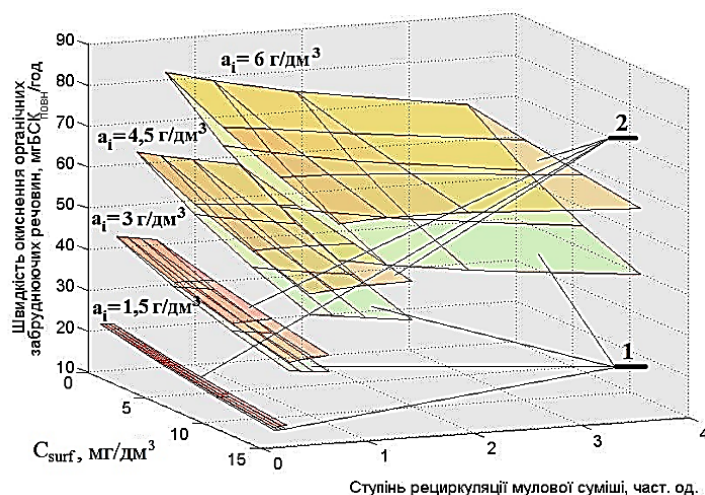


Рис. 1. Залежності швидкості окиснення органічних забруднюючих речовин в аноксидних умовах від ступеня рециркуляції мулової суміші, дози мулу ( $a_i$ , г/дм<sup>3</sup>), початкової концентрації синтетичних детергентів ( $C_{surf}$ , мг/дм<sup>3</sup>) та ступеня їх біодеструкції: 1 – 0; 2 – 1.

За результатами проведеного експерименту для аноксидних умов встановлено, що швидкість окиснення органічних забруднюючих речовин для граничної умови повної біодеструкції синтетичних детергентів на етапах біологічного очищення стічних вод є більшою на 32%, порівняно зі швидкістю окиснення органічних забруднюючих речовин за відсутності біодеструкції синтетичних детергентів. Врахування ступеня біодеструкції синтетичних детергентів на етапах біологічного очищення стічних вод є важливим для визначення тривалості обробки стічних вод в біореакторах з аноксидними умовами, експлуатаційних затрат для досягнення необхідного ступеня очищення від органічних забруднюючих речовин, визначенні об'ємно-планувальних рішень при реконструкції діючих споруд з біологічного очищення стічних вод.

## СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Россінський В. М., Саблій Л. А. Моделирование очищения стічних вод в аеробних та аноксидних біореакторах в присутності синтетичних детергентів // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки : Науково-технічний збірник. Випуск 27 / Головний редактор А. М. Кравчук. К. : КНУБА, 2016. С. 302-311.

УДК 66.021.4:[66-97:66.012.1]

**КОНТАКТНІ ПРИСТРОЇ ТЕПЛОМАСОБМІННИХ АПАРАТІВ  
РЕГУЛЬОВАНОЇ ІНТЕНСИВНОСТІ***д.т.н. Мікульонюк І.О., НТУ України "КПІ ім. І. Сікорського"*

Забезпечення ефективної роботи технологічного обладнання хімічних, харчових і споріднених виробництв є важливим завданням, від вирішення якого залежить якість одержуваної продукції.

Однією з проблем, що виникають під час експлуатації абсорбційних апаратів, є небажане підвищення температури в контактній частині апарата, зокрема внаслідок теплоти абсорбції. При цьому ефективність масообміну через зниження рушійної сили процесу істотно знижується. Для відновлення потрібної ефективності запропоновано збільшувати питому поверхню фаз, що взаємодіють в апараті, за досягнення ними певної (критичної) температури [1].

Розроблено конструкцію насадки тепломасообмінного апарата [2], яка залежно від температурного режиму здатна змінювати питому поверхню. Вона містить оболонку у вигляді круглого прямого циліндра з двома відкритими основами й розміщений усередині неї щонайменше один поздовжній елемент, шарнірно закріплений на оболонці й виконаний у вигляді сектору циліндричної трубки, а також споряджений обмежником повороту і пружиною для його відтискання всередину оболонки. При цьому оболонка або кожний з поздовжніх елементів виконані у вигляді постійного магніту, а кожний з поздовжніх елементів або оболонка – з феромагнітного матеріалу з точкою Кюрі, що відповідає температурі настання критичного режиму проведення процесу.

У разі використання насадки в апараті поздовжні елементи завдяки магнітним властивостям притягаються до оболонки, і тому контакт фаз в об'ємі насадки здійснюється на зовнішній поверхні оболонки й на внутрішній поверхні поздовжніх елементів. Під час зростання температури в абсорбері температура абсорбенту підвищується, а коефіцієнт масопередачі зменшується. Для відновлення ефективності насадки необхідно збільшити її питому поверхню, що відбувається автоматично. Так, у разі досягнення оброблюваними в апараті фазами температури, що дорівнює точці Кюрі матеріалу оболонки або поздовжніх елементів відповідний елемент втрачає магнітні властивості й під дією пружин поздовжні елементи відходять від внутрішньої поверхні оболонки, що збільшує питому поверхню насадки. У разі же зниження температури до точки Кюрі насадка повертається у свій вихідний стан.

Крім насадки також розроблено конструкцію тарілки масообмінної колони [3], точніше клапан клапанної тарілки, що містить споряджений пластинчастими напрямними з обмежниками його підйому відносно полотна тарілки диск, у якому виконано отвір з розташованим над ним додатковим диском з обмежниками його підйому відносно основного диска. Диск або додатковий диск виконані у вигляді постійного магніту, а додатковий диск або диск – з феромагнітного матеріалу з точкою Кюрі, що відповідає температурі настання критичного режиму проведення процесу, що припускає необхідність збільшення прохідного перерізу клапана для підвищення ефективності роботи тарілки.

Принцип роботи цієї тарілки аналогічний принципу роботи елемента насадки, що розглянуто, але при цьому прохідний переріз клапана змінюється внаслідок переміщення додаткового диска відносно основного диска.

Недолік запропонованих конструкцій – можливість їх застосування лише для певного технологічного процесу. У разі же зміни критичної температури процесу необхідно замінити відповідний елемент контактних пристроїв, виготовлений з матеріалу, що має відповідну точку Кюрі.

**СПИСОК ПОСИЛАНЬ**

1. Мікульонюк І. О. Механічні, гідромеханічні і масообмінні процеси та обладнання хімічної технології: підручник. Київ: НТУУ «КПІ», 2014. 337 с.
2. Пат. № 97233 U Україна, МПК B01J 19/30. Насадка тепломасообмінного апарата / І.О. Мікульонюк; заявник і патентовласник Нац. техніч. ун-т України «Київ. політехн. ін-т». № u2014 07640; заявл. 07.07.2014; опубл. 10.03.2015, Бюл. № 5.
3. Пат. № 97232 U Україна, МПК B01D 3/20. Клапан клапанної тарілки масообмінної колони / І.О. Мікульонюк; заявник і патентовласник Нац. техніч. ун-т України «Київ. політехн. ін-т». № u2014 07639; заявл. 07.07.2014; опубл. 10.03.2015, Бюл. № 5.



УДК 681.325.3

# МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ ФАЗОМАНІПУЛЬОВАНИХ СИГНАЛІВ НА ОСНОВІ ПРОЦЕДУРИ РАНДОМІЗАЦІЇ

к.т.н. Лазарович І.М., Прикарпатський національний університет  
ім. В. Стефаника, м. Івано-Франківськ

В сучасних телекомунікаційних системах, які використовують як провідникові, так і безпроводні середовища передавання даних, використовуються різноманітні підходи щодо забезпечення завадостійкості. В більшості випадків висока завадостійкість досягається за рахунок введення інформаційної надлишковості та широкосмугових сигналів, що вводить ряд обмежень у застосуванні таких методів[1]. Водночас, в каналах зв'язку із обмеженою смугою пропускання для передавання даних часто застосовуються методи фазової маніпуляції (PSK). Відомо, що найвищою завадостійкістю серед PSK-методів характеризується BPSK – бінарна фазова маніпуляція, проте при  $SNR < 1$  надійність безпомилкового приймання різко знижується [2].

В роботі [3] наведено метод підвищення завадостійкості BPSK, який використовує процедуру рандомізації для перетворення прийнятого сигналу в наближений до псевдовипадкового. При цьому застосовується метод кореляційного детектування. Узагальнена структурна схема, яка відображає функціонування методу наведена на рис. 1.

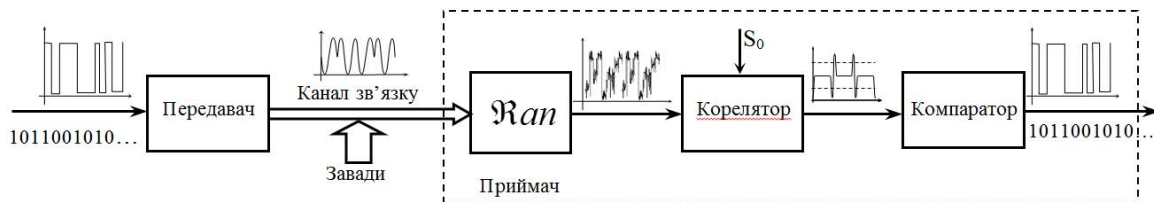


Рис.1 Структура системи передавання з рандомізацією

Слабким місцем такого методу є складність визначення рівня апертури кореляційної функції, за яким відбувається детектування сигналу. Тому пропонується використовувати не постійне значення апертури, а обчислювати ковзне математичне сподівання та середньо-квадратичне відхилення (СКВ) [2] для дискретних значень функції кореляції. Вихід значення кореляційної функції за межі апертури, відповідатиме детектування інформаційного біту. При цьому значення адаптивної апертури  $a_i$  кореляційної функції обчислюється згідно виразу:

$$a_i = M_{R_{xy}(j)} \pm k\sigma_{R_{xy}}$$

де  $M_{R_{xy}}$  – ковзне математичне сподівання кореляційної функції на вибраному проміжку  $n$ ,

$\sigma_{R_{xy}}$  – середньо-квадратичне відхилення,

$k$  – коефіцієнт, який враховує тип кореляційної функції.

Для перевірки ефективності запропонованого алгоритму було розроблено програмну модель, яка реалізує приймання BPSK-сигналів, спотворених адитивним AWGN-шумом із змінним SNR. При перевірці достовірності методу застосовувались наступні дискретні представлення функцій кореляції: взаємоструктурна, взаємомодульна, взаємкореляційна, взаємоеквівалентності [1]. Визначено, що найвищих показників завадостійкості можна досягнути на основі взаємоструктурної та взаємкореляційної функцій при  $k$  в межах 3...3.5, що відповідає відомому правилу  $3\sigma_x$  [1].

Наведені рішення дозволили досягнути ймовірності правильного приймання сигналів  $P_i$ , що прямує до 100% при SNR вище 0,22-0,25, що складає 7-8дБ. В порівнянні із отриманими раніше показниками методів на основі рандомізації із постійною апертурою, даний метод має на 20-25% вищу завадозахищеність. Недоліком методу є необхідність додаткових обчислень для визначення адаптивної апертури, що в цілому приводить до ускладнення технічної реалізації.

## СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Изд. 2-е, испр. : Пер. с англ. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2003. – 1104 с.
2. Феер К. Беспроводная цифровая связь: методы модуляции. — Пер. с англ. // Под. ред. В. И. Журавлёва. — М.: Радио и связь, 2000. — 520 с.
3. Лазарович І.М. Перспективи застосування методів рандомізації для формування сигналів в оптимальному приймачі / І.М. Лазарович // Наукові вісті Інституту менеджменту та економіки "Галицька академія" (технічні науки). – 2011. – № 2(19).– С. 44 – 47.

УДК 621.372

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТИПОВИХ МОДЕЛЕЙ ЦИФРОВИХ ПРИСТРОЇВ ФАЗОВОЇ СИНХРОНІЗАЦІЇ

*д.т.н. Бондарєв А.П., к.т.н. Максимів І.П., Національний університет "Львівська політехніка"*

Невід'ємною складовою сучасних радіоприймачів є пристрої фазового автопідстроювання частоти (ФАПЧ). Вони мають широкий спектр застосування: починаючи від мобільних телефонів, та закінчуючи системами космічного зв'язку. Тому дослідження цих пристроїв з метою їх удосконалення є актуальною науковою задачею.

Найбільшого поширення набула схема ФАПЧ, запропонована Р. Бестом [1]. Особливістю цієї схеми є те, що у ній реалізовано елемент затримки  $z^{-1}$ , за допомогою якого відбувається корекція величини відхилення фази сигналу. Передавальна характеристика такого пристрою є наступною:

$$H(z) = \frac{K_p \cdot (z - 1) + K_i}{(z - 1)^2 + K_p \cdot (z - 1) + K_i}, \quad (1)$$

де  $K_p$  – коефіцієнт пропорційності,  
 $K_i$  – коефіцієнт інтегрування.

Схема Р. Беста є найбільш поширеною, проте не єдиною існуючою схемою фізичної реалізації ФАПЧ. У роботі [2] запропоновано концепцію оптимально-узгодженого фільтра приймача радіосигналів з фазовою модуляцією. На базі математичної моделі цього фільтра синтезовано пристрій ФАПЧ [3], особливістю якого є зменшення величини відхилення фази сигналу за допомогою пропорційно-інтегруючих фільтрів. Передавальна характеристика такого ФАПЧ є наступною:

$$H(p) = \frac{\Omega_{yA} K_0(p)}{p + \Omega_{yA} K_0(p)}, \quad (2)$$

де  $\Omega_{yA}$  – девіація частоти сигналу,  $m_0$  – коефіцієнт пропорційності,  $T_0$  – стала часу фільтра.

$$K_0(p) = \frac{1 + pm_0T_0}{1 + pT_0}, \quad p = j\omega,$$

З виразу (2) видно, що ефективність роботи другої схеми залежить від параметрів використаних у ній фільтрів. Тому правильний підбір цих параметрів є критичним для ефективної роботи такого ФАПЧ. У роботі [4] проведено імітаційне моделювання ФАПЧ із перебором параметрів фільтрів та визначенням областей їх допустимих значень. Отримані рекомендовані значення параметрів фільтрів використано для подальших досліджень.

Для дослідження вищеописаних реалізацій ФАПЧ, було побудовано їх імітаційні моделі у програмному середовищі Simulink. На основі цих двох моделей було проведено експеримент, метою якого було порівняння ефективності цих двох реалізацій за критерієм завадостійкості. Для цього, на вхід імітаційних моделей було подано цифрові квадратурні сигнали з фазовою маніпуляцією. На ці сигнали накладався шум однакової потужності, після чого сигнали проходили процедуру детектування та демодуляції з використанням фазових детекторів на базі ФАПЧ. Якщо під час детектування виникали помилки, то вони фіксувались. У результаті проведення кількох експериментів за умови різного відношення сигнал/шум, детектор, реалізований на базі ФАПЧ з оптимально-узгодженими фільтрами, продемонстрував на 7% вищу стійкість до завад.

Отже, проведений порівняльний аналіз двох реалізацій ФАПЧ показав, що в існуючої фізичної реалізації пристрою ФАПЧ, який широко розповсюджений у сучасних радіотехнічних пристроях, є альтернатива, що продемонструвала вищу завадостійкість. Ці висновки зроблено на основі проведеного імітаційного моделювання, тому для того, щоб зробити остаточні висновки, необхідно провести більше ретельне дослідження, зокрема, з проведенням натурних експериментів.

### СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Best Roland E. "Phase-Locked Loops: Design, Simulation, and Applications, Sixth Edition" // Roland E. Best – McGraw-Hill Education New York, 2007.
2. Тихонов В.И. Марковские процессы // В.И. Тихонов, М.А. Миронов – Москва, Сов. Радио, 1977.
3. Бондарєв А.П. Пристрій фазового автопідстроювання частоти. Патент України на винахід № 66435 // А.П. Бондарєв, М.С. Мартинів – Бюлетень №5, 2004.
4. Бобало Ю.Я. Визначення області допустимих параметрів фільтрів у модифікованому детекторі сигналів із квадратурною модуляцією // Ю.Я. Бобало, А.П. Бондарєв, І.П. Максимів – Вісник НУЛП "Радіоелектроніка та телекомунікації", Львів, 2015 – ст. 5-11.

УДК 621.397.13

# СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ І КЕРУВАННЯ ЯКІСТЮ ВІДЕОКОНТЕНТУ ДЛЯ ЦИФРОВИХ ВИПУСКОВИХ ТЕЛЕСТУДІЙ

д.т.н. *Абакумов В.Г., Попович П.В. НТУ України "КПІ ім. І. Сікорського"*

На сучасних телеканалах під час формування цифрових телевізійних програм за якість відеозображення відповідає інженерний персонал телевізійної студії, який встановлює і контролює відповідні параметри відеокодера, що здійснює формування відеопотоку. З іншого боку якість відеозображення залежить не лише від швидкості потоку відеоданих на виході відеокодера, але й від вмісту самого зображення. За однакових параметрів відеопотоку глядач гірше сприймає зображення, які містять рухомі сцени, масштабування та панорамування (наприклад, під час трансляцій спортивних змагань, концертів), порівняно з відеозображеннями, що не містять динаміки (наприклад, під час перегляду художнього фільму чи телепрограми з ведучим на передньому плані). Оскільки під час створення телевізійних програм важливим фактором є забезпечення однакового за якістю сприйняття відеозображень з різною динамікою, то впровадження системи контролю якості відеоконтенту, яка здійснює керування цифровим відеопотоком в залежності від вмісту та якості відеозображення телевізійної програми, дозволить випусковим телестудіям поліпшити якість зображення кінцевого відеопродукту та забезпечити її інваріантність від кваліфікації та фізичного стану інженерного персоналу.

З цією метою запропоновано систему моніторингу і керування якістю відеоконтенту (рис. 1), в якій використано відеотранскoder зі зворотним зв'язком, що дозволяє змінювати швидкість цифрового відеопотоку відповідно до вимірної якості сформованого відеозображення. Штатний відеокoder, який складається з блоків дискретного косинусного перетворення (ДКП), квантування (КВ) та кодування зі змінною довжиною кодового слова (ККЗД), формує стиснутий цифровий відеопотік, який характеризують значеннями коефіцієнта квантування  $q_0$  та бітової швидкості  $R_0$ . Для керування якістю сформованого відеоконтенту через лінію зворотного зв'язку стиснутий відеопотік надходить на декодер відеотранскodера, з виходу якого отримують декодовану та спотворену внаслідок стиснення послідовність відеокадрів, що подають у блок об'єктивного аналізу якості та керування бітовою швидкістю (ОАЯ та КБШ). На інший його вхід подають неспотворену початкову послідовність відеокадрів. Блок аналізу якості обчислює значення об'єктивного показника якості  $Q_0^{cp}$  сформованого відеопотоку, за допомогою якого здійснює класифікацію послідовностей відеокадрів в залежності від їх вмісту (всього запропоновано  $k=9$  класів) та визначення бажаної якості послідовності відеокадрів  $Q_{tr,k}^{cp}$ , після чого відбувається обчислення нового значення коефіцієнта квантування  $q_{tr}$ , який буде використано для формування відеопотоку з бажаним показником якості.

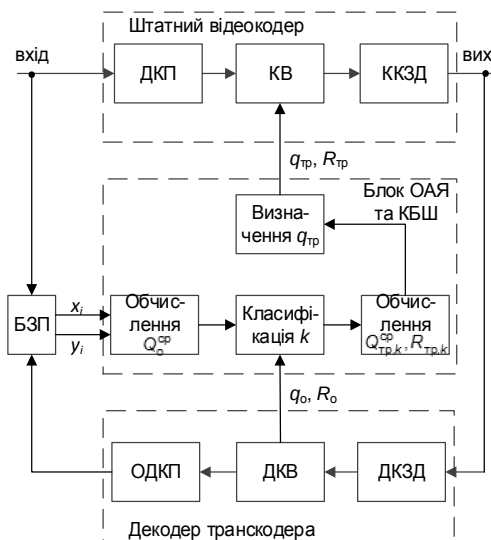


Рис. 1.

Інженерний персонал телестудії може здійснювати моніторинг якості сформованого відеозображення шляхом контролю значення об'єктивного показника якості на індикаторному пристрої системи. Як об'єктивний показник якості запропоновано використовувати індекс структурної схожості зображень (MS-SSIM), який за результатами експериментальних досліджень максимально корелює із суб'єктивним сприйняттям зображення глядачами.

Отримано функцію керування транскoderом, яка пов'язує його вхідні та вихідні параметри:

$$q_{tr,k} = q_{0,k} \cdot c \cdot \left[ \exp\left(\left(Q_{tr,k}^{cp} - Q_{0,k}^{cp}\right)/a\right) - d \right]^{-1},$$

де  $a$  – параметр, який визначає клас  $k$  послідовності відеокадрів;

$c$  і  $d$  – параметри, які залежать від типу кадрів (I, P чи B), визначені експериментально.

Таким чином, розроблена система моніторингу і керування якістю відеоконтенту дозволяє поліпшити якість підготовленого для передавання відеозображення, що містить динамічні сцени, шляхом запобігання появи артефактів, помітних на екрані за стандартних умов відтворення зображення, за рахунок узгодження швидкості бітового потоку та помітності спотворень на зображенні.

УДК 621.372

# ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИМІРЮВАННЯ ЧАСТОТНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОГРАМНО РЕАЛІЗОВАНОГО ПРИСТРОЮ ФАПЧ

д.т.н. *Бондарєв А.П., Алтунін С.І., Національний університет "Львівська політехніка"*

Пристрій ФАПЧ є найбільш поширеним пристроєм фазової синхронізації, який використовують у різноманітних системах керування, передачі інформації, радіолокації та радіонавігації. Основною характеристикою ФАПЧ є його передавальна функція фази. У цій роботі проведено експериментальне вимірювання частотної характеристики (ЧХ) передавальної функції програмно реалізованого пристрою ФАПЧ і порівняння отриманих графіків теоретичними залежностями. Наш пристрій ФАПЧ створений на основі структурної схеми, яка зображена в [2], і складається з програмно реалізованих фазового детектора (ФД), цифрового фільтра (ЦФ), та генератора, керованого напругою (ГКН).

Передавальну функцію замкнутого контуру ФАПЧ  $H(s)$  можна представити в нормалізованому вигляді [1] або виразивши її через параметри ЦФ  $\{m, f_c\}$  (коефіцієнт пропорційності та частоту зрізу відповідно), який в цій реалізації є прототипом пропорційно-інерційної ланки:

$$H(s) = \frac{s\omega_p(2\zeta - \omega_p/K_0K_{\Phi D}) + \omega_p^2}{s^2 + 2\zeta\omega_p s + \omega_p^2} = \frac{s \cdot mK_0K_{\Phi D} + 2\pi f_c K_0K_{\Phi D}}{s^2 + s \cdot (2\pi f_c + mK_0K_{\Phi D}) + 2\pi f_c K_0K_{\Phi D}}, \quad (1)$$

де  $s$  – комплексна змінна,  $\omega_p$  та  $\zeta$  – резонансна частота контуру ФАПЧ та коефіцієнт затухання;

$K_{\Phi D}$ ,  $K_0$  – коефіцієнти передачі ФД та ГКН відповідно.

ЧХ пристрою ФАПЧ було виміряно шляхом подавання на вхід пристрою ЧМ-сигналу з частотою, рівній власній частоті ГКН, та індексом модуляції  $\mu = \Delta\omega/\Omega < \pi/4$  (щоб ФД працював на лінійній ділянці своєї характеристики). Модуль передавальної функції ФАПЧ  $|H(j\Omega)|$  визначаємо як функцію від частоти модуляції  $\Omega$ , і розраховуємо через величину амплітуди сигналу на виході ЦФ та значення девіації частоти  $\Delta\omega$ . Вираз для обчислення  $|H(j\Omega)|$  наведено в [1].

Вимірювання ЧХ досліджуваного пристрою ФАПЧ проведено за таких його параметрів: частота дискретизації  $F_s = 100$  кГц;  $K_0 = 2000$ ;  $K_{\Phi D} = 0,5$ ;  $f_c = 5$  Гц; та двох значень параметра ЦФ  $m_1 = 0,05$ ;  $m_2 = 0,1$ . Результати експериментальних вимірювань зображені на рис. 1 суцільною лінією. На цих же графіках показані розрахункові криві ЧХ, отримані за формулою з [1].

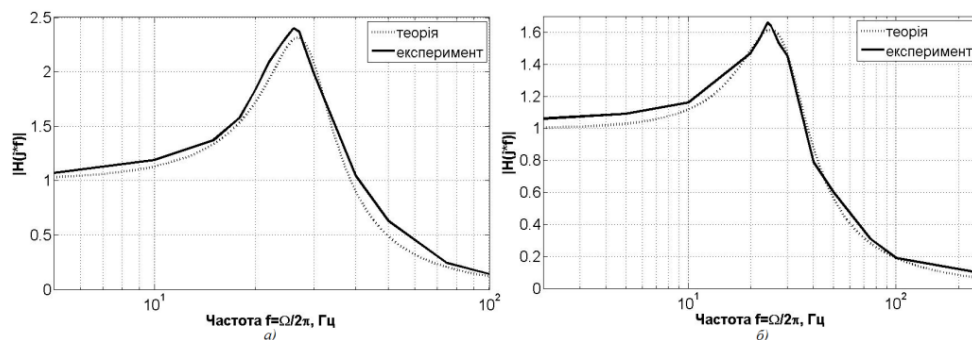


Рис.1. ЧХ передавальної ф-ції пристрою ФАПЧ при  $K_0=2000$ ;  $K_{\Phi D}=0,5$ ;  $f_c=5$  Гц, а)  $m_1=0,05$ ; б)  $m_2=0,1$ .

Графіки на рис.1 показують, що експериментальні результати з достатньою точністю відповідають розрахованим – різниця між ними складає в середньому не більше 5 % в обох випадках, а піки обох кривих практично збігаються.

Результати вимірювань ЧХ програмно реалізованого пристрою ФАПЧ вказують на те, що методика вимірювань, запропонована в [1], дає можливість якісно оцінити частотні властивості пристрою ФАПЧ. Щоправда, важливо, щоб індекс модуляції був достатньо малим, щоб ФАПЧ працював у лінійному режимі, а також забезпечити якомога більше співвідношення між частотою модуляції та несучою частотою для зменшення впливу паразитних гармонік.

## СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Best R.E., Phase-locked loops: design, simulation, and applications (professional engineering) / Ronald E. Best. – New York: McGraw-Hill Companies Inc., 2003 – 436 с.
2. Бондарєв А.П. Програмно-апаратна реалізація цифрового пристрою фазового автоматичного підстроювання частоти / А. П. Бондарєв, С. І. Алтунін // Вісник Національного університету «Львівська політехніка», серія Радіoeлектроніка та телекомунікації. – 2016 - №849 – с. 83 – 90.



УДК 621.39

# ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРСПЕКТИВ ТА ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ WiGig ПРИ ПОБУДОВІ ЛОКАЛЬНИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ

д.т.н. Горбатий І.В., Звізло Р.С., Національний університет "Львівська політехніка"

З кожним роком виникає потреба в наданні більшої кількості телекомунікаційних послуг, що спричинює збільшення об'ємів інформації, які необхідно передавати телекомунікаційними мережами. Це обумовлює необхідність підвищення швидкості передавання інформації, а також більш раціонального використання наявних мереж і підвищення ефективності їх окремих компонентів.

Підвищення швидкості передавання інформації в телекомунікаційних мережах може бути досягнуте за рахунок впровадження сучасних технологій передавання. Протягом останніх років серед технологій передавання в телекомунікаційних мережах значного розвитку зазнали технології безпроводового доступу, зокрема сімейство технологій Wi-Fi. Питанню дослідження технологій, які застосовують для безпроводового передавання інформації, присвячено значну кількість публікацій [1, 2]. Серед питань, які потребують додаткових досліджень, є порівняння якості та ефективності телекомунікаційних мереж, побудованих з використанням різновидів сімейства технологій Wi-Fi.

Метою цієї роботи є дослідження перспектив та особливостей використання технології WiGig при побудові локальних телекомунікаційних мереж з урахуванням їх показників якості й ефективності.

Досліджено найбільш вживані різновиди сімейства технологій Wi-Fi та здійснено порівняння їх характеристик. Проаналізовано частотну ефективність технологій, що використовують діапазони частот 2,4 ГГц, 5,0 ГГц та 60 ГГц. Проведені дослідження показали можливість збільшення швидкості передавання даних до 7 Гбіт/с завдяки використанню діапазону частот 60 ГГц, що в понад десять разів більше порівняно із застосуванням діапазонів частот 2,4 ГГц та 5,0 ГГц (таблиця). У таблиці позначено: СКК – сигнально-кодова конструкція, OFDM – мультиплексування з ортогональним частотним ущільненням, КАМ – квадратурна амплітудна модуляція, SC – одна носійна.

Таблиця 1

Характеристики якості та ефективності різновидів сімейства технологій Wi-Fi

| Стандарт IEEE | Рік прийняття | Діапазон, ГГц | Ширина каналу, МГц | Модуляція         | Максимальна швидкість передавання |
|---------------|---------------|---------------|--------------------|-------------------|-----------------------------------|
| 802.11b       | 1999          | 2,4           | 20                 | СКК               | 11 Мбіт/с                         |
| 802.11g       | 1999          | 5             | 20                 | OFDM              | 54 Мбіт/с                         |
| 802.11a       | 2003          | 2,4           | 20                 | СКК, OFDM         | 54 Мбіт/с                         |
| 802.11n       | 2009          | 2,4; 5        | 20, 40             | OFDM (до 64 КАМ)  | 600 Мбіт/с                        |
| 802.11ac      | 2014          | 5             | 40, 80, 160        | OFDM (до 256 КАМ) | 6,93 Гбіт/с                       |
| 802.11ad      | -             | 60            | 2160               | SC/OFDM           | 6,76 Гбіт/с                       |

Здійснено дослідження перспектив та особливостей використання технології WiGig. Розглянуто можливість розроблення пристроїв Wi-Fi, що працюють в діапазонах частот 2,4 ГГц, 5,0 ГГц та 60 ГГц. За результатами проведених досліджень зроблено наступні висновки:

- технологію WiGig доцільно використовувати для з'єднання пристроїв у телекомунікаційній мережі в радіусі 10-12 метрів, оскільки хвилі в діапазоні частот 60 ГГц погано долають перешкоди у вигляді стін та інших високощільних конструкцій;
- технологія WiGig, що використовує діапазон частот 60 ГГц, дає змогу зменшити споживання електроенергії, тому її доцільно застосовувати в мобільних пристроях;
- перевагою технології WiGig є зменшення розмірів антен (довжина антени в діапазоні 60 ГГц становить приблизно 2,5 мм порівняно з довжиною антени 30 мм в діапазоні 5 ГГц);
- перевагою WiGig порівняно з іншими різновидами Wi-Fi є можливість використовувати вузьконаправлені антени, що дає змогу в одному приміщенні використовувати декілька пристроїв, котрі можуть передавати різні сигнали одночасно, не створюючи перешкод один одному.

## СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Deepthi. Designing low power high throughput MAC for 802.11AD WLAN SoC / Deepthi, V. Rajapurohit, V. S. Chakravarthi // 2016 IEEE Annual India Conference (INDICON). – 2016, P. 1–5.
2. Горбатий І.В. Дослідження технічної ефективності радіоканалів телекомунікаційних мереж на основі технології Wi-Fi [Електронний ресурс] / І.В. Горбатий // Проблеми телекомунікацій. – Харків, 2016. – №2 (19). – С. 44–52. – Режим доступу до журн.: <http://pt.journal.kh.ua/>



УДК 621.391

## НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ЗАВАДОСТІЙКОГО КОДУВАННЯ У ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЯХ

*к.т.н. Штомпель М.А., Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків*

Ефективність впровадження інформаційного суспільства в Україні значним чином залежить від удосконалення національної телекомунікаційної інфраструктури. Сучасні телекомунікаційні системи та мережі будуються з використанням цифрового обладнання, що підтримує різноманітні телекомунікаційні технології, стандарти та протоколи. При цьому важливим питанням є забезпечення заданої достовірності передачі інформації у даній телекомунікаційній інфраструктурі.

Стандартний підхід до вирішення цієї задачі полягає у застосуванні різних завадостійких кодових конструкцій, що входять до складу відповідних телекомунікаційних технологій та стандартів. Різноманітність існуючої телекомунікаційної інфраструктури та відмінності у вимогах до достовірності передачі інформації в залежності від особливостей конкретної телекомунікаційної послуги призводять до необхідності розробки та використання завадостійких кодових конструкцій різних класів та методів їх декодування.

Первісний етап розвитку завадостійкого кодування характеризується застосуванням у телекомунікаціях алгебраїчних блокових та згорткових кодів, а також послідовних каскадних кодів. При цьому блокові та згорткові коди можна розглядати у якості базових кодових конструкцій, на основі яких створювалась більш складна та ефективна каскадна кодова конструкція – послідовний код. На даному етапі декодування блокових кодів здійснювалось на основі алгебраїчних процедур з формуванням жорстких рішень, а декодування згорткових кодів – на основі імовірнісних процедур, що забезпечували можливість отримання м'яких рішень.

З іншого боку, на теперішньому етапі розвитку завадостійкого кодування у сучасних телекомунікаційних технологіях та стандартах широко впроваджуються нові базові кодові конструкції – коди з малою щільністю перевірок на парність, полярні коди, коди Лабі, що використовуються як відокремлено, так і у складі каскадних кодових конструкцій. При цьому класичні блокові та згорткові коди використовуються в основному тільки як складові турбоподібних каскадних конструкцій, що характеризуються більшою ефективністю, ніж послідовні каскадні коди. Декодування сучасних завадостійких кодів засновано на ітеративних процедурах, що дозволяють отримати як жорсткі, так і м'які рішення.

Основні завадостійкі кодові конструкції, що використовуються при побудові телекомунікаційних систем та мереж, представлені на рис. 1.

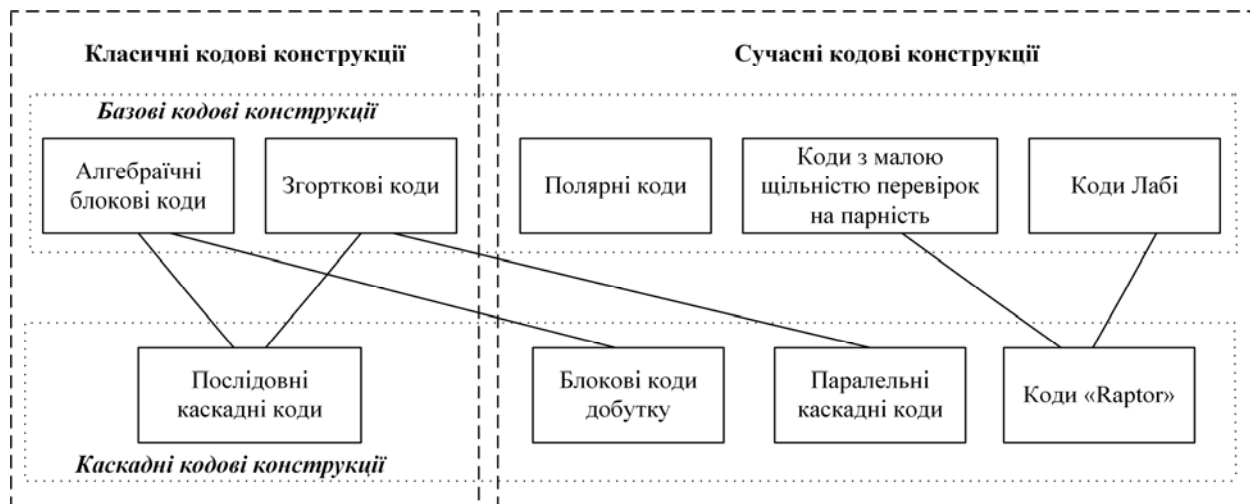


Рис. 1. Класифікація завадостійких кодових конструкцій

Таким чином, ключовими напрямками розвитку завадостійкого кодування у телекомунікаціях є створення нових більш ефективних базових та каскадних кодових конструкцій, а також удосконалення методів ітеративного м'якого та жорсткого декодування даних кодів. При цьому слід враховувати особливості та обмеження конкретної телекомунікаційної технології, що використовується при реалізації національної телекомунікаційної інфраструктури, що є фундаментом для впровадження інформаційного суспільства в Україні.

УДК 621.39

# ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ МОДУЛЯЦІЇ В СУЧАСНИХ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ СИСТЕМАХ ПЕРЕДАВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ

д.т.н. *Горбатий І.В., Гера Р.Я., Національний університет "Львівська політехніка"*

У ХХІ столітті активно розвиваються волоконно-оптичні системи передавання (ВОСПІ) інформації. Перевагою таких систем є забезпечення великої швидкості передавання інформації при високій надійності зв'язку. Для високошвидкісного передавання у сучасних магістральних телекомунікаційних системах та мережах застосовують сімейство технологій WDM, зокрема при використанні технології DWDM досягають швидкості передавання до 100 Гбіт/с при формуванні до 200 сигналів на різних довжинах хвилі.

Актуальною задачею, що потребує здійснення наукових досліджень, залишається подальше підвищення швидкості передавання інформації у ВОСПІ. Цьому питанню присвячена значна кількість публікацій [1, 2]. Метою цієї роботи є порівняльний аналіз методів модуляції в сучасних ВОСПІ для виявлення серед них таких методів, що забезпечать підвищення швидкості передавання без заміни чи модернізації кабельних ліній зв'язку.

Проведено порівняльний аналіз сучасних та перспективних для застосування у ВОСПІ методів цифрової модуляції сигналу. За результатами досліджень встановлено, що в традиційних волоконно-оптичних системах передавання застосовують бінарну амплітудну маніпуляцію – БАМн (однополярні сигнали), що характеризується низькою ефективністю. Для підвищення ефективності в ряді сучасних волоконно-оптичних систем почали застосовувати квадратурну фазову маніпуляцію (КФМн):

$$u_{КФМн} = U_0 a_I u_{mI}(t) \cos(\omega_0 t + \varphi_0) + U_0 a_Q u_{mQ}(t) \cos(\omega_0 t + \varphi_0 - (\pi/2)), \quad (1)$$

де  $a_I, a_Q$  – коефіцієнти пропорційності для синфазного  $I$  та квадратурного  $Q$  каналів модулятора, 1/В;

$u_{mI}(t), u_{mQ}(t)$  – модулюючі сигнали на входах перемножувачів у синфазному  $I$  й квадратурному  $Q$  каналах модулятора, В.

У перспективних волоконно-оптичних системах запропоновано застосовувати новий різновид амплітудно-фазової модуляції, зокрема амплітудну модуляцію багатьох складових [2]:

$$U_{АМБС}(t) = \sum_{n=1}^N U_0 a_n u_{mn}(t) \cos(\omega_0 t + \varphi_0 + \varphi_n), \quad (2)$$

де  $a_n$  – коефіцієнти пропорційності для  $n$ -х каналів модулятора, 1/В;

$u_{mn}(t)$  – модулюючі сигнали на входах перемножувачів у  $n$ -х каналах модулятора, В.

Обчислено енергетичну  $\beta_{мод}$ , частотну  $\gamma_{мод}$  та інформаційну  $\eta_{мод}$  ефективність волоконно-оптичних систем при застосуванні згаданих методів модуляції (таблиця 1).

Таблиця 1

Ефективність ВОСПІ при застосуванні різних методів цифрової модуляції

| Модуляція | $\beta_{мод}$ , дБ | $\gamma_{мод}$ , біт/с/Гц | $\eta_{мод}$ | Модуляція | $\beta_{мод}$ , дБ | $\gamma_{мод}$ , біт/с/Гц | $\eta_{мод}$ |
|-----------|--------------------|---------------------------|--------------|-----------|--------------------|---------------------------|--------------|
| БАМн      | -15,6              | 1                         | 0,19         | 8-ФМн     | -13,47             | 3                         | 0,493        |
| БФМн      | -9,6               | 1                         | 0,30         | 8-КАМ     | -12,90             | 3                         | 0,509        |
| КФМн      | -9,9               | 2                         | 0,46         | 8-АМБС    | -11,86             | 3                         | 0,540        |

За результатами проведених досліджень зроблено висновок про доцільність використання у ВОСПІ сучасних різновидів амплітудно-фазової модуляції, зокрема 8-КАМ та 8-АМБС. Це дозволить підвищити швидкість передавання в 3 рази.

## СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Bruno G., Tartaglia A., Mosti S. Experimental demonstration of multi-vendor interoperable 100G DWDM CFP line interfaces / G. Bruno, A. Tartaglia, S. Mosti // 18th Italian National Conference on Photonic Technologies (Fotonica 2016). – 2016, P. 1–4.

2. Gorbatyy I.V. Investigation of the technical efficiency of state-of-the-art telecommunication systems and networks with limited bandwidth and signal power / I.V. Gorbatyy // Automatic Control and Computer Sciences. – New York, 2014. – Vol. 48, No. 1, P. 47–55.

UDC 621.327.9

**MICROWAVE SULFUR VAPOR LAMP FOR EVERYDAY LIFE: PUBLIC AND AGRICULTURAL LIGHTING***PhD Kuzmichev A.I., magister Perevertailo V.V., NTUU "KPI of the I. Sikorsky"*

Microwave (MW) energy in plasma and light technology is a very interesting and urgent area of application. Plasma lamps and searchlights based on the energy of the MW discharge are not widely used nowadays but, we think, they can become competitive in some ways of light application. Major causes of that are followings: MW with power of hundreds of Watts can ignite luminous plasma very easily; such plasma can be excited without electrodes; absence of any polluting materials in construction of the MW lamp (as compared with other types of gas-discharge lamps); wide radiation pattern of MW lamps (almost 360°); MW lamp spectrum (continuous [1], almost as sunlight); intensity (10 times bigger than LED lamps); total lumens on workspace and coefficient of utilization [2]; in addition, MW plasma light can be easily transformed into other types of energy (for heating, photochemistry, *etc.*). All these advantages make great positive argument to choose this field for research and development.

MW plasma lamps can be used in many different places where people work, live, take a rest, for large area illumination, for example: business and conference halls, rooms with a ceiling height of more than 6 m, for which it is difficult to realize the light in other ways, park and industrial areas, highways, roads, streets, parking lots, advertising and information boards, buildings and different structures, sports ground, stadiums, downhill skiing complexes *etc.* These are just a little list of possible application of MW plasma lamps. Besides one MW lamp can replace two or even three similar lights (based on diodes, metal-halide lamp or sodium lamp of high pressure) due to their directional characteristics and luminous efficiency.

**Aim and Objectives**

Simulation of microwave plasma, developing of new types of supply voltage schemes and case constructions of the MW lamp *etc.* help to improve the one. Use of sulfur MW lamps has the potential to reduce the total amount of energy required for lighting, which is one of our investigation topics. In addition, optical fibers have been studied as a distribution system for sulfur lamps, but no practical system has ever been marketed yet. Microwave plasma generators, which work on high voltages and frequencies, are needed for such problem solving.

Our objectives are consideration of possible ways to build the sulfur vapor lamps, simulating of improved microwave plasma lamp and developing. MW discharges (around 2.45 GHz) are characterized by the absence of electrodes and are able to create a high density of charged or active particles, which encourages their use in the ion plasma technology. That's why we used the frequency of 2.45 GHz for plasma generation. However, in our research work we'll try to develop a new MW generator of 2.45 GHz based on powerful MW transistors.

Currently microwave high power transistors are commercially available [3]. Nevertheless, information on the development of such generators for gas discharge lamps in the literature has not been identified yet. MW plasma light requires power of 500 W; therefore, basing on two or three transistors in the circuit of the power supply will be able to achieve the required power for gas-discharge sulfur plasma lamp. Comparison with the magnetron microwave generator the use of such transistors scheme allows us to increase MW plasma operating life (approximately 60,000 hours), reduce power consumption (hundreds of Watts) of the lamp and improve its mass-dimensional characteristics.

**Microwave plasma lamps for public lighting**

The sulfur plasma consists mainly of dimmer molecules ( $S_2$ ), which generate the light by means of molecular emission. Unlike atomic emission, molecular emission spectrum is continuous throughout the visible spectrum. As much as 73% of the emitted radiation is in the visible spectrum, partially in infrared and less than 1% in ultraviolet frequency ranges. The main practical importance of such lamps is their light, which is similar to sun [3-5]. The correlated color temperature is about 6,000 Kelvin with a color-rendering index (CRI) up to 85. Luminous efficacy of such lamps can be reached up to 120 lumens per watt!

**Microwave plasma lamps for agricultural industry**

Apart from facts described above it is very useful the addition of  $CaBr_2$  to sulfur radiating medium, which intensifies red light. The increase of red light emission is more efficacious for plant growth than is visible light at shorter wavelengths. It was shown in [6]. The addition of  $CaBr_2$  increases the emission at wavelengths near 625 nm, where the quantum efficiency for photosynthesis is close to 1. Other additives such as lithium iodide (LiI) and sodium iodide (NaI) can be used to modify the output spectra too.

Plants require not only sunlight but also sunrise/sunset imitation, which is very important for agricultural greenhouse industry. MW sulfur vapor lamp fulfils these requirements too. The lamp can be dimmed to 15% of maximum intensity without losses of the light quality.

## REFERENCES

1. C.W. Johnson, H.W.P van der Heijden, G.M. Janssen, J. van Dijk, J.J.A.M. van der Mullen. (2002). A self-consistent LTE model of a microwave-driven, high-pressure sulfur lamp. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 35, 342-351.
2. F.A. Florentine, L. Anderson, D. MacLennan, L.A. Whitehead. (1995). Lighting High Bay Areas With Electrodeless Lamps. *Right Light Three Conference*, 20, 416-421.
3. A. Kuzmichev, V. Perevertailo. (2015). Microwave gas-discharge sulfur vapor lamp. *Electronics and Communications*, 20, 15-21.
4. R.A. Zhidkov, V.V. Malyshev. (2013). Plasma irradiator for growth of green planting in hothouse. *Herald VIESH*, 1 (10), 45-47.
5. O.Yu. Alexandrova, S.V. Bondarenko, E.M. Gutsait, R.A. Zhidkov. (2013). Plasma lighting devices based on microwave discharge. *Technologies of information-oriented society*, 9, 9-11.
6. R.A John. (2000). Sulfur Lamp With  $\text{CaBr}_2$ . Additive for Enhanced Plant Growth. *NASA Tech Briefs. Engineering solutions for design & manufacturing*, 8, 176.

УДК 621.923.74

**МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ РУХУ ТВЕРДОГО ТІЛА АНІЗОТРОПНОЮ ПОВЕРХНЕЮ ТРАНСПОРТНО-ОРІЄНТУЮЧОГО ВІБРАЦІЙНОГО МОДУЛЯ***к.т.н. Сорочак О.З., НУ "Львівська політехніка"*

Застосування комп'ютерного моделювання фізичних процесів, які відбуваються при роботі різних машин і пристроїв, один із сучасних напрямків розвитку наукових досліджень. Натурні експериментальні дослідження, так би мовити в металі, є досить складним і, з огляду на сучасний стан фінансування освіти і науки, дорогим заняттям. Створення ж математичної моделі певного фізичного процесу дозволяє в 5-10 разів скоротити строки експериментальних тестувань, не говорячи вже про значне зниження їх вартості, зважаючи на доступність і можливості сучасної обчислювальної техніки.

Одним із шляхів покращання характеристик вібраційних транспортерів є використання анізотропного покриття лотка, яке дозволяє інтенсифікувати процес транспортування [1] за рахунок сприятливого впливу різниці коефіцієнтів тертя в різних напрямках переміщення заготовки, зменшити рівень шуму при транспортуванні заготовок на ефективних режимах з мікропольотами останніх, а також покращити антифрикційні властивості поверхні лотка, особливо при транспортуванні заготовок з ріжучими поверхню виступами і задирками. Ворсове покриття лотка широко застосовується при поєднанні транспортування з технологічними операціями миття (очищення) та сушіння заготовок, їх переорієнтації в процесі переміщення [2], що приводить до інтенсифікації цих процесів.

Задачі теорії вібраційного переміщення зводяться до пошуку для нелінійних рівнянь руху рішень, яким відповідає накладання на рівномірний рух періодичних коливань. В більшості задач теорії вібраційного переміщення нелінійність породжується наявністю сил сухого тертя і неутримуючих зв'язків. Основні труднощі, які виникають при розв'язуванні таких задач викликані неаналітичністю характеристик, оскільки диференціальні рівняння руху на окремих етапах (тобто в різних частинах фазового простору) записуються в різних аналітичних формах. Як правило, на кожному етапі рівняння порівняно легко інтегруються, але знаходження моментів переходу від одного етапу руху до другого є досить складною задачею. Математичні методи рішення нелінійних задач динаміки вібраційних машин можна розділити на точні і приблизні [3]. До них відносяться:

1. Метод поетапного інтегрування є найбільш простим і разом з тим найбільш універсальним способом рішення нелінійних задач даного класу. При його використанні, задавши конкретними початковими умовами, знаходять рух частинки на першому етапі, момент закінчення цього етапу і характер руху на наступному, другому етапі. Далі обчислюють значення координат і швидкостей в початковий момент цього етапу, знаходять рух на цьому етапі, момент закінчення етапу і характер руху на наступному, третьому етапі. Такі обчислення повторюють до того часу, поки або прийдуть до певного встановленого режиму руху системи, або в достатній ступені до нього наблизяться.
2. Зворотній метод. Рух динамічної коливної системи в основному характеризується моментами переходу від одного етапу руху до іншого. Оскільки зовнішня сила, яка діє на систему, періодична, то можна очікувати, що з плином часу буде встановлюватися рух, в якому розміщення моментів переходу на осі часу також буде носити періодичний характер. Ця властивість і лежить в основі визначення усталених режимів.
3. З приблизних методів слід відмітити метод точкової апроксимації, при якому нелінійні диференціальні рівняння руху тіла на окремих етапах розв'язуються за допомогою чисельних методів, а результат – закон зміни координат тіла апроксимується аналітичними залежностями.

Слід відмітити, що розглянуті вище методи найкраще підходять для побудови математичної моделі реального процесу вібраційного переміщення та орієнтування виробів з подальшою реалізацією її на ПЕОМ, що на сьогоднішній день є одним з передових та перспективних способів теоретичних досліджень реального фізичного процесу.

**СПИСОК ПОСИЛАНЬ**

1. Мансур, Массу, Моркос, Лозье. Механизм транспортирования при помощи щеточных конвейеров. / Конструирование и технология машиностроения, №1, 1975, с. 156-163.
2. Надутый В.П., Лапшин Е.С. Математическое моделирование – основа повышения эффективности вибрационного процесса грохочения. Материалы Второй Промышленной международной н-т конференции “Эффективность реализации научного, ресурсного и промышленного потенциала в современных условиях”, п. Славское, Киев, 2002, с. 162-163.
3. Блехман И.И., Джанелидзе Г.Ю. Вибрационное перемещение. М.: Наука, 1964. – 410 с.



УДК 674.093.26

**ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ МАЛОТОКСИЧНОЇ ФАНЕРИ***д.т.н. Бехта П.А., асист. Салабай І.І., ДВНЗ "Національний лісотехнічний університет України", м. Львів*

Токсичність фанери можна зменшити або усунути у процесі її виготовлення підбиранням раціональних технологічних параметрів склеювання шпону і цілеспрямованим хімічним, фізичним чи комбінованим модифікуванням клеїв, зокрема, їх наповненням. Для наповнення клеїв на основі карбамідоформальдегідних смол найчастіше застосовують деревинне або житнє борошно, додавання яких збільшує собівартість матеріалу. Тому пошук нових речовин для модифікування клеїв є досить актуальним, насамперед, залучення для цього невикористовуваних відходів виробництв, зокрема, деревинного волокнистого шламу – відходів обігових вод виробництва волокнистих плит мокрим способом. *Мета дослідження* – розробити технологію виготовлення малотоксичної фанери на підставі раціональних параметрів режиму склеювання карбамідоформальдегідними клейовими композиціями, модифікованими деревинним волокнистим шламом. Під час досліджень використано: подрібнений деревинний волокнистий шлам з розміром частинок менше 0,2 мм і вологістю 10%; карбамідоформальдегідну смолу КФ-МТ; амоній хлорид; березовий лущений шпон товщиною 1,5 мм і вологістю 6%. За допомогою багатофакторного планування експерименту досліджено вплив параметрів технологічного режиму склеювання шпону (кількості волокнистого шламу в клеї (0; 2; 4 мас. ч. / 100 мас. ч. смоли), витрати клею (100; 115; 130 г/м<sup>2</sup>), тривалості (1; 3; 5 хв) та температури (110; 130; 150 °С) пресування) на вміст формальдегіду у фанері та її міцність на зріз.

З'ясовано, що на вміст формальдегіду у фанері впливають: кількість волокнистого шламу в клеї, у разі додавання якого в клей до 4 мас. ч. вміст формальдегіду у фанері зменшується на 16-30%; витрата клею, в разі зменшення якої від 130 до 100 г/м<sup>2</sup> вміст формальдегіду зменшується на 30-42%; та температура пресування, у разі підвищення якої від 100 до 150 °С вміст формальдегіду зменшується на 34-41%. У випадку останньої варто зазначити, що основне зменшення вмісту формальдегіду (на 31-39%) відбувається під час підвищення температури від 100 до 130 °С; звідси випливає, що подальше підвищення температури пресування є недоцільним. Тривалість пресування (від 1 до 5 хв) істотно не впливає на зміну вмісту формальдегіду у фанері. Отже, для зменшення вмісту формальдегіду у фанері необхідно, щоб затвердіння клею відбувалося за мінімально можливою товщини клейового шару і максимально можливою температурою затвердіння. Тоді кількість залишкового формальдегіду в затверділому клеї у виготовленій фанері буде мінімальна. Додавання волокнистого шламу, як наповнювача до клею, зменшує кількість смоли за однакової витрати клею, що, відповідно, зменшуватиме вміст формальдегіду в клеї. Деревинний волокнистий шлам характеризується високим вмістом лігніну, який під час взаємодії з формальдегідом у смолі зв'яже його, що також призводить до зменшення вмісту вільного формальдегіду в клейовій композиції і, відповідно, у готовому матеріалі.

Міцність фанери на зріз частково зменшується на 11-12% у разі додавання в клей до 4 мас. ч. волокнистого шламу, залишаючись при цьому більшою у 2,3-2,5 рази, порівняно з вимогами чинного стандарту, та зростає на 14-17% у разі підвищення температури пресування від 100 до 150 °С; до того ж основне збільшення міцності фанери на зріз (на 14-16%) відбувається з підвищенням температури від 100 до 130 °С. Незначне зменшення міцності фанери на зріз у разі додавання волокнистого шламу можливе через погіршення змочувальної здатності клею внаслідок збільшення його в'язкості, що призводить до зменшення площі контакту та відсутності суцільного клейового шару. З підвищенням температури пресування посилюється тепловий рух молекул клейового шару, зменшується в'язкість клею і покращується контакт між клеєм і деревиною. Витрата клею (від 100 до 130 г/м<sup>2</sup>) та тривалість пресування (від 1 до 5 хв) істотно не впливають на зміну міцності фанери на зріз.

Отримано адекватні регресійні залежності вмісту формальдегіду у фанері та міцності фанери на зріз від досліджуваних факторів, які дають змогу спрогнозувати вміст формальдегіду у фанері та міцність фанери на зріз від параметрів режиму склеювання шпону. Раціональною температурою пресування можна вважати 130 °С, оскільки підвищення температури від 130 до 150 °С істотно не збільшує міцність фанери на зріз та не зменшує вміст формальдегіду у фанері. Мінімальний вміст формальдегіду у фанері (3,6 мг / 100 г абс. сух. фанери) досягається за максимальної кількості волокнистого шламу (4 мас. ч.) в клеї, мінімальної витрати клею (100 г/м<sup>2</sup>), тривалості пресування 3 хв. і температури пресування 130 °С. Такий вміст формальдегіду є у 2,2 рази менший, ніж допустимий для класу емісії E1 (до 8 мг / 100 г абс. сух. фанери). При цьому, значення міцності фанери на зріз (2,5 МПа) відповідає вимогам стандарту ДСТУ EN 314-2:2006 (не менше 1,0 МПа).

УДК 678. 746: 744

## ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ ОДЕРЖАННЯ ГІДРОГЕЛЕВИХ ПЛІВОК ВІДЦЕНТРОВИМ ФОРМУВАННЯМ

*к.т.н. Гриценко О.М., д.х.н. Суберляк О.В., асп. Похмурська А.В., студ. Бедльовська Х.Я.,  
НУ "Львівська політехніка"*

Широке застосування у різних галузях науки та техніки знаходять полімерні гідрогелі, одержані на основі високогідрофільних зшитих полімерів. Особливої уваги заслуговують гідрогелеві матеріали на основі кополімерів 2-гідроксіетилметакрилату (ГЕМА) з полівінілпіролідом (ПВП). Підвищений інтерес до кополімерів ГЕМА з ПВП пояснюється їх високою здатністю до набрякання, сорбції низькомолекулярних речовин, в т.ч. лікарських форм, проникності для рідин та газів, що є передумовою їх використання для виготовлення плівкових матеріалів та мембран, які широко використовуються в медицині. На даний час найбільш поширеними методами одержання гідрогелевих плівок як в Україні, так і за кордоном є методи формування поливом, за допомогою формувального ножа та у формах між двома скляними або полімерними пластинами. Однак, такі методи є не достатньо технологічними, оскільки є багаторічним, довготривалим в часі, часто не забезпечують необхідну якість поверхні плівки. Потреба у якісних гідрогелевих плівках зростає з кожним роком, а тому і проблема пошуку простих та високопродуктивних методів їх виготовлення є на даний час актуальною.

Метою даної роботи було розробити новий метод одержання гідрогелевих плівкових матеріалів за допомогою відцентрового формування, використання якого забезпечує одержання якісних плівок, в одну стадію, за спрощеною технологією та з можливістю направленою регулювання їх товщини та фізико-механічних властивостей. Відцентрове формування є одним із методів виготовлення виробів з пластмас у вигляді тіл обертання заливкою матеріалу, що знаходиться у в'язкотекучому стані у форму, яка обертається в одній площині. Під дією відцентрових сил матеріал рівномірно розподіляється на внутрішній поверхні форми суцільним шаром, отримуючи під час затвердження необхідну конфігурацію.

Аналіз процесу відцентрового формування вказує на можливість використання даного методу для переробки ГЕМА-ПВП композицій.

Кополімеризацію ГЕМА з ПВП здійснювали у присутності сульфату феруму (II), що дало можливість отримувати плівки з високою швидкістю за кімнатної температури, в присутності кисню повітря, без додаткового вакуумування. З метою суміщення стадій синтезу кополімеру і подальшого його набрякання, кополімеризацію ГЕМА і ПВП здійснювали у воді. Залежно від складу вихідної композиції та вмісту розчинника тривалість формування становить від 20 до 60 хв.

Прототипом для конструювання установки для відцентрового формування плівок з полімерних гідрогелів було обрано установку з горизонтальною віссю обертання форми у вигляді пустотілого циліндра [1]. Для забезпечення безперешкодного вилучення готового виробу, що виключає можливість його руйнування або пошкодження, а також підвищення якості поверхні плівки та продуктивності виробництва, у формі передбачена трубчаста вставка, виконана з розрізом по твірній з полімеру, до якого матеріал плівки має низьку адгезію. З метою підвищення продуктивності відцентрової установки розроблено багатогніздну форму, що дає можливість одночасно одержати декілька виробів (можливо з композицій різного складу) за один технологічний цикл. За необхідності обігрівання відцентрової форми в конструкції установки передбачено нагрівальну камеру.

Обґрунтовані основні технологічні параметри відцентрового формування гідрогелевих плівок – час життєздатності композиції, температура формування, тривалість формування, частота обертання форми, відцентрова сила, тиск формування.

Розроблена технологія дає можливість одержувати плівкові матеріали з різною, наперед заданою, товщиною, на основі композицій з різною в'язкістю, наповнених (дисперсними порошковими наповнювачами органічної та неорганічної природи), багатшарових, армованих підкладками різної природи. За допомогою відцентрового формування були отримані гідрогелеві плівки на основі ГЕМА-ПВП кополімерів, які відзначаються підвищеною однорідністю та малою різновислинністю, що підкреслює перспективність використання методу для виготовлення гідрогелевих плівок медичного застосування.

### СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Патент 106952 України на винахід, МПК C08F271/02. Установка для відцентрового формування трубчастих виробів з полімерних матеріалів / Суберляк О. В., Гриценко О. М.; заявник і власник НУ «Львівська політехніка». – № а2013 14383; заявл. 09.12.2013; опубл. 27.10.2014; Бюл. №20.

УДК 630.32.002.5

**ДО ПИТАННЯ ТРЕЛЮВАННЯ ДЕРЕВИНИ НА ЛІСОСІКАХ  
З НИЗЬКОЮ НЕСУЧОЮ ЗДАТНІСТЮ***к.т.н. Магура Б.О., ДВНЗ "Національний лісотехнічний університет України", м. Львів*

Операція первинного транспортування (трелювання) деревини є однією з найважливіших операцій в лісозаготівельному процесі: на неї припадає 25-30 % трудовитрат з лісосічних робіт і 9-11 % всіх трудовитрат по комплексу лісозаготівель.

Відсутність підготовлених транспортних шляхів та необхідність збереження лісової екосистеми ставить до засобів первинного транспортування особливі вимоги щодо їх прохідності, продуктивності та екологічності. І якщо на лісосіках з достатньою несучою здатністю це питання на сьогоднішній день вирішено задовільно, то на заболочених ділянках в умовах підвищеної складності лісоексплуатації доводиться стикатися із проблемами.

Такі засоби первинного транспортування як трелювальні трактори, канатні установки, засоби малої механізації (візки, сани) є придатними для первинного транспортування в конкретних умовах лісозаготівлі, але в основному на твердих ґрунтах. Що стосується сильнозволожених і перезволожених ґрунтів, то існуючі засоби трелювання мають свої певні недоліки, які унеможливають їх застосування з точки зору техніки безпеки чи конструктивної придатності або ж їх використання є економічно невигідним. Тому розроблення екологобезпечних та енергозберігаючих технологій і устаткування для лісозаготівель у складних умовах лісоексплуатації є важливою задачею для науковців лісової галузі.

Для встановлення впливу різних факторів (вологість ґрунту, маса пачки деревини, тип контактної поверхні рушія (колісний або ковзаючого типу) на тягові зусилля було проведено експериментальні дослідження у виробничих умовах – в Страдцівському навчально-виробничому лісокомбінаті НЛТУ України. Експериментальні дослідження проводились в декілька етапів з використанням рушіїв колісного та ковзаючого типу на сухих, зволожених і перезволожених ґрунтах з різними масами пакету деревини.

В результаті проведених експериментальних досліджень було отримано залежності величини тягового зусилля для рушіїв колісного та ковзаючого типу на ґрунтах з різною несучою здатністю.

Як показали результати досліджень, найменший питомий тиск на ґрунт створюють трелювальні засоби з ковзаючою ходовою частиною, однак опір їх переміщенню суттєво зростає при зміні (збільшенні) несучої здатності ґрунтів, що часто трапляється в реальних умовах лісосіки. Окрім цього, такий засіб стає неефективним у випадку появи перешкоди (камінь, колода, корінь і т.д.), яка блокує рух на шляху його переміщення. Також на ґрунтах з низькою несучою здатністю, можливе «вгрузання» (заглиблення) в ґрунт, що також спричиняє значне збільшення опору переміщення, а відповідно і тягового зусилля.

Враховуючи вищесказане, та проаналізувавши роботу засобів трелювання у виробничих умовах на підприємствах галузі ми прийшли до висновку, що найбільш ефективним трелювальним засобом на ґрунтах з низькою несучою здатністю буде механізм, який поєднував би у собі як позитивні властивості колеса (низький коефіцієнт тертя) так і ковзаючих поверхонь – лиж або саней (низький питомий тиск на ґрунт).

На основі аналізу результатів експериментальних досліджень нами запропоновано і розроблено оригінальну конструкцію малогабаритного трелювального засобу типу "крокуючі сани", який поєднує в собі як переваги рушія ковзаючого типу, так і рушія колісного типу для використання на заболочених (перезволожених) лісосіках. На запропонований засіб отримано патент на корисну модель № 109011 [1].

**СПИСОК ПОСИЛАНЬ**

1. Патент на корисну модель UA 109011, МПК B60P 3/41 (2006.01), B62D 63/08 (2006.01). Малогабаритний трелювальний засіб "Крокуючі сани" [Текст] / Магура Б. О., Кий В. В.; заявник і власник патенту Національний лісотехнічний університет України. – № u 2016 00976; заявл. 08.02.2016; опубл. 10.08.2016. – Бюл. № 15.

UDC 621.315.592

# THE IMPACT OF THE METHOD OF UNDERLAY SURFACE PROCESSING ON THE DEVELOPMENT OF DEFECTS IN EPITAXIAL COMPOSITIONS IN THE COURSE OF SILICON PHOTO-TRANSDUCERS PRODUCTION

*PhD. Nikonova Z.A., PhD. Nyebesnyuk O.Y., PhD. Nikonova A.O., asp. Ivanchikov S.O., asp. Zahoda O.O., Zaporizhzhya State Engineering Academy*

For the production of silicon photo-transducers (PhT) the acquisition of epitaxial compositions (EC) with high resistivity of working layer. One of the main parameters characterizing the quality of EC is the density of dislocation and other structural defects. Great impact on the development of defects during epitaxial growth is produced by the quality of underlay preparation before that. Multiple research of relatively thin (less than 20-30 microns) epitaxial layers [2,3] demonstrated, that contamination or damages of underlay surface cause the development of defects of wrapping, counterparts, macroscopic protuberances in the growing layer. During inverted epitaxy there are no high requirements as for structural perfection of epitaxial layer as far as in PhT, produced on the basis of EC for which inverted silicon structures (ISS) serve with the working layer of mono-crystal substrate. Therefore in inverted epitaxy it is the problem of the development in the course of defects growth not in epitaxial layer, but in underlay, that becomes the major one. The processes of the development of defects in underlay in the course of growing thick (approximately 300 microns) epitaxial layer are scarcely researched by now. Scientists sustained the idea that when using dislocation-free underlays for growing in the working layer of ISS there are dislocations with the density of  $10^3 \text{ sm}^{-2}$  and more. Thus, investigation of the factors that determine the development of dislocations in underlay in the process of epitaxy, has now gained great practical value.

Great impact on the development of structural defects in the course of inverted epitaxy is produced by swirl-defects in dislocation-free underlays. Regardless of the method of underlay surface processing, in all ISSs grown over underlays, containing swirl stripes of micro-defects of A-type, identical in form and distribution stripes with high density of dislocations and wrapping defects in a supporting layer and with increased density of dislocations in operator layer can be observed. The impact of swirl stripes on the development of dislocations in both operator and supporting layers of ISS are illustrated by experimental data, systematized in Table 1.

Table 1.

Correlation of dislocation density in the locus of swirl-defect and in remaining scope of ISS (the method of processing of operator underlay side is CMP)

| Method of rear side of underlay processing | Operator layer of ISS | Supporting layer of ISS |
|--------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Chemical mechanical polishing              | 5                     | 3                       |
| Mechanical polishing                       | 170                   | 2                       |
| Gettering                                  | 18                    | 8                       |

The research of the development of defects in EC (silicon structures with dielectric isolation (SSDI)) demonstrated that while using dislocation-free underlays, A-micro-defects, contained in them, generate dislocations, starting with technological operation of the production of isolating layer of silicon dioxide. As we can see dislocations are developed in places of intersection of micro-defects stripes with dividing grooves. In this case micro-defects serve as a source and concentration of tension in the grooves – as stimulus of the generation of dislocations in mono-crystalline well. In the proceeding operation of deposition of polycrystalline silicon layer thermo-high-resiliency tension increase generation processes, while dislocation density rises to  $10^4 \text{ sm}^{-2}$ .

The empirical results obtained leads to the conclusion that it is advisable to apply dislocation-free underlays without micro-defects stripes of A-type for the production of PhT on EC basis with low density of dislocations. Under all equal conditions the best quality of EC is achieved by means of thorough chemical-mechanical polishing of operational side of underlay and gettering of the rear side.

## REFERENCES

1. Lin Jyi-Tsong. (2010), A novel planar-type body connected FinFET device fabricated by self-align isolation-last process, Solid-State and Integrated Circuit Technology. PP. 1235 - 1237.
2. V.V. Odinov, G.Ya. Pavlov. (2011), New processing equipment for innovative technologies micro, nano - and radio electronics, Technology and de-signing in the electronic equipment. v.3. PP. 41 - 43.
3. D.I. Levinson, A. Nikonov, O. Nebesnyuk. (2013), Modeling the distribution of impurities in the preparation of heavily instrumental silicon layers using high-energy treatment, Materialy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii «Scientific researches and their practical application. Modern state and ways of development 2013» v. J21310.



УДК 621.742

**РЕГЕНЕРАЦІЯ ПІЩАНО-ГЛИНЯСТОЇ ФОРМУВАЛЬНОЇ СУМІШІ***к.т.н. Лютий Р.В., Кущерева А.С., НТУ України "КПІ ім. І. Сікорського"*

Піщано-глинясті суміші мають значну перевагу в тому, що можуть використовуватися багаторазово для виготовлення сирих і сухих ливарних форм. Глина – зв'язувальний компонент з оборотним характером тверднення, яке відбувається внаслідок поглинання (у сирих сумішах) і видалення (у сухих) вологи.

Внаслідок тривалої експлуатації у сумішах накопичується значна кількість шкідливих домішок (пил, вуглецеві та органічні добавки, неактивна глина тощо). Вони знижують міцність, газопроникність та технологічні властивості сумішей, призводять до появи у виливках дефектів.

Формувальна суміш у навчальній лабораторії використовується багато років із невеликим відсотком освіження. Вона витримала понад тисячу заливань Al, Cu- сплавами, чавуном та сталлю. На сьогодні вміст глинястої складової біля 20%, газопроникність <70 одиниць, а для забезпечення міцності при стисканні >50 кПа необхідно додавати 7...8% вологи та прикладати значні зусилля при ущільненні. Якість поверхонь виливків із чавуну і сталі, навіть у сухих формах, незадовільна. Нанесення протипригарного покриття ускладнене через підвищену обсіпаємість.

Таким чином, суміш потребує або повної заміни, або комплексної регенерації. Зважаючи на необхідність економії матеріалів та можливість виникнення аналогічних проблем у подальшому, в роботі прийнято рішення про регенерацію.

Метою роботи є безпосереднє проведення регенерації піщано-глинястої лабораторної суміші до забезпечення рівня фізико-механічних і технологічних властивостей, достатнього для отримання якісних виливків із алюмінієвих, мідних і залізовуглецевих сплавів.

Для досягнення цього результату поставлено наступні дослідницькі задачі:

1. Проаналізувати варіанти процесів регенерації та відновлення властивостей формувальних сумішей.
2. Встановити вплив мокрої регенерації на зміну основних показників суміші.
3. Встановити мінімально необхідний відсоток освіження відпрацьованої суміші за рахунок кварцового піску для забезпечення її необхідних властивостей.
4. Дослідити вплив типу і кількості формувальної глини на властивості оборотної суміші.

Із процесів регенерації було вибрано мокрий спосіб, тобто промивання відпрацьованої суміші у воді. Цей спосіб дозволяє позбутися надлишкової кількості глинястої складової, пилу, вуглецевих домішок тощо. Після промивання та висушування вміст глинястої складової зменшився з 18,9% до 1,4%, тобто суміш за гранулометричним складом наблизилась до кварцового піску.

Звичайно, для забезпечення належного рівня властивостей регенована суміш має бути освіжена додаванням зв'язувального компонента, тобто формувальної глини. За загальним досвідом та літературними даними для сирої формовки рекомендовано використовувати бентонітову глину, яка також добре працює і в сухих формах, за умови незначного прогрівання при заливанні.

Додавання 7% формувальної бентонітової глини Костянтинівського родовища виявилось достатнім для відновлення міцності суміші до початкового рівня (не менше 60 кПа), при цьому значно покращилась така важлива характеристика як газопроникність, що пояснюється звільненням суміші від пилоподібних часток і підвищенням її пористості. Технологічні властивості (текучість, ущільнювальність, формувальність) знизилися, що характерно при додаванні великої кількості свіжої глини, але знаходяться на достатньому рівні.

Додавання свіжого піску (річковий Дніпровський пісок на основі кварцу  $3K_2O \cdot 0,25SiO_2$ ) у кількості 5...10% дає змогу значно збільшити характеристику міцності до (80 кПа) при збереженні рівня інших властивостей. У сухому стані ця суміш має міцність при стисканні 400...500 кПа і газопроникність понад 300 од., що більш ніж достатньо для виготовлення дрібних форм для чавунного та сталевих литва.

У результаті доведено доцільність проведення комплексної регенерації (мокре оброблення, додавання до 7% свіжої бентонітової глини та до 10% піску) навіть для тих сумішей, які були у використанні протягом тривалого (багаторічного) періоду. Таке оброблення, особливо у цехах із індивідуальним виробництвом, які не мають можливості замінити усю суміш, дозволить відновити комплекс властивостей суміші і забезпечить її подальше використання.



УДК721.742

**ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ НОВИХ СТРИЖНЕВИХ СУМІШЕЙ НА  
АВТОМАТИЧНИХ ЛИВАРНИХ ЛІНІЯХ***к.т.н. Лютий Р.В., Павлюх С.В., Бондар А.К., НТУ України "КПІ ім. І. Сікорського"*

Піщано-бентонітові суміші широко і успішно застосовуються для виготовлення дрібних (до 100 кг) чавунних і сталевих виливків у сирих формах. Важливою перевагою цього способу є можливість багаторазового використання одних і тих же сумішей як оборотних, з невеликим відсотком освіження.

Поряд із основною формувальною сумішшю, при виготовленні виливків використовується стрижнева, витрати якої становлять до 500 кг на тонну придатних виливків. Як правило, після вибивання форм значна частина цієї суміші потрапляє в оборотну.

Забруднення оборотних піщано-бентонітових сумішей залишками стрижнів призводить до зниження технологічних властивостей, падіння міцності, збільшення водопоглинання і, як наслідок, вологості і газотвірності. Тому важливим є дослідження негативного впливу стрижневих сумішей і встановлення сумісності їх з формувальними.

Якщо у формі і стрижнях використовують однаковий наповнювач (найчастіше піски на основі кварцу), то при поєднанні сумішей негативний вплив може бути незначним. У випадку ж застосування різних матеріалів потрапляння залишків стрижнів у піщано-бентонітову суміш є небажаним.

Відомо, що холоднотвердні стрижневі суміші, зміцнення яких базується на синтетичних смоляних зв'язувальних компонентах, традиційно знижують якість оборотних сумішей на формувальних лініях, і тому необхідним стає відокремлення залишків стрижнів від основного потоку з подальшою їх утилізацією. В протилежному випадку знижується якість литва.

Розроблення нових стрижневих сумішей є завжди актуальною темою для досліджень. Зокрема, на кафедрі ливарного виробництва чорних і кольорових металів НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського» протягом 2010...2016 рр. розроблено дві аналогічні за механізмом зміцнення стрижневі суміші, які містять неорганічні зв'язувальні компоненти – пірофосфат кремнію (суміш з кварцовим наповнювачем) та пірофосфат цирконію (суміш з цирконовим наповнювачем). Такі стрижні забезпечують високу якість поверхонь виливків із чавуну і сталі, є екологічно безпечними та мають економічні переваги. Але невідомо, до яких наслідків призведе застосування таких нових матеріалів у реальних виробничих умовах.

Метою проведеної роботи є встановлення впливу добавок розроблених на кафедрі стрижневих сумішей на комплекс властивостей сирової піщано-бентонітової суміші, яку використовують на автоматичній формувальній лінії.

Стрижневі суміші (одна – із кварцовим, інша – з цирконовим наповнювачем), вибиті із виливків, додавали у різних кількостях до оборотної піщано-бентонітової формувальної суміші. В процесі перемішування підтримували вологість на рівні 2,8...3,2%, загальна тривалість перемішування 3...4 хв. Для контролю фізико-механічних та технологічних властивостей виготовляли стандартні зразки за ГОСТ23409-78.

В результаті встановлено, що обидві стрижневі суміші при їх додаванні у кількості до 20% не чинять негативного впливу на комплекс властивостей. Зокрема, необхідні для виготовлення якісної ливарної форми за досить складними моделями технологічні властивості майже не змінюють своїх значень. Додавання цирконового наповнювача не впливає негативно на загальну і поверхневу міцність суміші, та незначною мірою знижує газопроникність, що пояснюється дрібними розмірами цирконового піску.

Міцність і газопроникність після додавання стрижневої суміші із кварцовим наповнювачем навпаки зростає, тобто ця добавка не забруднює, а навпаки, освіжує суміш.

Із отриманих даних очевидно, що нові стрижневі суміші можуть бути використані на автоматичних формувальних лініях у цехах, в яких передбачено виготовлення виливків у разових сирих піщано-бентонітових формах.

УДК 621.742

**НОВІ СТРИЖНЕВІ СУМІШІ ДЛЯ ЛИВАРНОГО ВИРОБНИЦТВА***к.т.н. Лютий Р.В., к.т.н. Кеуш Д.В., Пивошук А.Р., Скирденко М.В.,**НТУ України "КПІ ім. І. Сікорського"*

Сучасні технології зміцнення стрижневих сумішей розроблено для масового виробництва, у той час як розвиток ливарної галузі спрямований в інший бік – створення або технічне переобладнання малих і середніх підприємств із індивідуальним або серійним характером виробництва. У таких умовах застосування провідних світових технологій, які успішно впроваджено на заводах великих автомобільних і машинобудівних концернів, значною мірою збільшує собівартість продукції, ставить підвищені вимоги до культури виробництва і якості формувальних матеріалів.

Саме тому для розвитку ливарного виробництва України необхідним є пошук технологій, адаптованих до вітчизняних ливарних цехів, базованих на використанні доступних і недефіцитних матеріалів, з мінімальними капіталовкладеннями. До таких процесів відноситься виготовлення стрижнів із сумішей, які зміцнюються при нагріванні – в умовах теплового сушіння або гарячого оснащення. Необхідна кількість устаткування є, але через відсутність ефективних сумішей воно не завантажене.

Зв'язувальні компоненти, які використовуються для теплового зміцнення стрижнів – такі ж самі за хімічною природою матеріали, які входять до складу холоднотвердних сумішей (синтетичні смоли, рідке скло), а тому необхідності в тепловому зміцненні немає. У той же час, органічні зв'язувальні компоненти є досить токсичними і вже не перший рік у світовій практиці актуально стоїть питання їх замінити на більш екологічні матеріали. Отже, технологія зміцнення стрижнів при нагріванні може отримати розвиток за умови розроблення нових, бажано неорганічних зв'язувальних компонентів із високими термічною стійкістю та питомою міцністю.

Аналіз процесів зміцнення і можливостей використання неорганічних зв'язувальних компонентів для стрижнів показує, що високу міцність та термічну стабільність мають цементи, сульфати, фосфати. Фосфати наділені рядом цінних фізичних, хімічних, теплофізичних та інших властивостей.

Важливою перевагою ортофосфорної кислоти є здатність утворювати вогнетривкі сполуки з багатьма класами наповнювачів: оксидами, силкатами, алюмосилкатами. У сучасному ливарному виробництві можливості цих матеріалів використовуються мало, тому розроблення високоміцних фосфатних зв'язувальних компонентів на основі доступної і недорогої сировини є актуальним.

На кафедрі ливарного виробництва чорних і кольорових металів НТУУ КПІ ім. І.Сікорського проведено ґрунтовні дослідження із створення нових високоміцних неорганічних зв'язувальних сполук. Для цього вивчено фізичні, хімічні та термодинамічні особливості взаємодії ортофосфорної кислоти з різними групами неорганічних матеріалів при різних температурах.

Установлено, що дана кислота при нагріванні в інтервалі 150...300 °С утворює міцні та термостійкі зв'язувальні компоненти, які за хімічним типом відносяться до орто- або пірофосфатів металів. У лабораторних умовах вдалося синтезувати подібні фосфорні солі лужних металів (Na, K), лужноземельних (Mg, Ba), металів перехідної групи (Fe, Co, Mn, Al, Zr) та кислотних елементів (Si). Суміші для ливарних стрижнів, до складу яких входять ці зв'язувальні компоненти, характеризуються високим рівнем механічних та технологічних властивостей.

Реалізовано технологічний процес виготовлення ливарних стрижнів із розроблених сумішей для отримання виливків із залізовуглецевих сплавів. Виливки із чавуну, вуглецевих та легованих сталей не мають поверхневих дефектів, пригару, екзогенних газових вкраплень тощо. Таким чином, можна зробити висновок про високу якість стрижневих сумішей. Крім цього вони забезпечують легке вибивання стрижнів із внутрішніх порожнин виливків.

Для отримання нових зв'язувальних компонентів та сумішей на їх основі ми пропонуємо використовувати виключно поширені, екологічно безпечні матеріали із низькою вартістю: ортофосфорну кислоту, оксидні та алюмосилкатні вогнетривкі наповнювачі, неорганічні солі металів.

Для кожної окремої суміші розроблено оптимальну рецептуру, режими приготування та зміцнення стрижнів для забезпечення високої якості виливків.

УДК 622.324

**УСТРАНЕНИЕ МЕЖКОЛОННЫХ ПЕРЕТОКОВ ГАЗА**

*к.т.н. Калиева А.П., Казахский национальный исследовательский  
технический университет им. К.И. Сатпаева*

Основными технологическими факторами, влияющими на степень герметизации заколонного пространства, являются недостатки применяемых способов цементирования, особенности вытеснения буровых растворов тампонажными. Так, при наличии поглощающего горизонта цементный раствор часто не удается поднять до проектной высоты при определенной плотности тампонажного раствора, несмотря на регулирование его фильтрационных и реологических свойств, и в этом случае применяют пакеры двойные муфтовые (ПДМ), а также муфты ступенчатого цементирования (МСЦ).

К техническим факторам можно отнести нарушения герметичности обсадных колонн, недостатки в конструкции колонной оснастки, стыкующих устройств и т.д.

Для правильного выбора способа устранения межколонных перетоков газа надо знать причины его миграции, т.е. установить, идет ли газ из пласта на поверхность по заколонному пространству, заполненному цементным камнем, или же перетоки происходят в результате неплотности резьбовых соединений труб.

Залив скважину раствором до устья, начинали закачку воздуха компрессором в затрубное пространство при открытом трубном до получения в мернике агрегата 100 л раствора. Это означало, что уровень в эксплуатационной колонне диаметром 168 мм снизился на 12,5 м. Перекрыв трубу, продолжали нагнетать воздух компрессором в затрубное пространство до давления 5 МПа. Делали выдержку 10 мин с контролером давления межколонном и затрубном пространствах. Открыв трубу, принимали в мерник еще 200 л раствора. Уровень при этом уже снижался до 37,5 м. Снова перекрывали трубу, контролируя в течение 10 мин давление в межколонном пространстве. Эту операцию последовательно продолжали до тех пор, пока в межколонном пространстве не появлялось давление. Перед началом работ составляли по данным испытаний исследуемой скважины таблицу, а после каждого вытеснения объема раствора в неё вносили глубину опорожнения затрубного пространства нарастающим итогом.

Из существующих способов уплотнения резьбовых соединений труб в газовых скважинах применяются: закачка герметизирующих составов (полимеров) как с наполнителями, так и без них, закачка соляро-бентонированной смеси, кубовый остаток фурфуролового спирта с соляной кислотой, а также спуск пакеров на НКТ ниже места установки ПДМ и перевод скважин на пакерную эксплуатацию.

При закачке герметизирующих составов в качестве основного сырья применялся омыленный таловый пек (ОТП) в виде раствора, концентрацией от 18 до 25% и водный раствор хлорида кальция или магния. Механизм обработки заключается в том, что при контакте герметизирующего состава с солевым раствором мгновенно протекает реакция высаливания ОТП с образованием герметика, который за счет сил адгезии покрывает поверхности пор и трещин. Так, например, с ростом пластового давления в газохранилище из 28 скважин, оборудованных пакерами, в 17 в затрубном пространстве появлялось давление. Причиной этому являются пропуски газа в резьбовых соединениях НКТ и эксплуатационной колонны в верхней части, что свидетельствует об отсутствии жидкости при выпуске газа из затрубного пространства. Об этом же свидетельствуют и высокие темпы набора давления в затрубном пространстве. При снятии кривых восстановления межколонных давлений в различных скважинах видно, что характер при перетоках газа через резьбовые соединения значительно отличается от кривых восстановления давления при перетоках, связанных с негерметичностью заколонного пространства, заполненного цементным камнем.

При перетоках газа через резьбовое соединение темп нарастания заколонного давления во времени имеет определенную постоянную закономерность в то время как при перетоках по заколонному пространству, заполненному цементом, эта кривая с течением времени меняется. Это объясняется тем, что при перетоках газа по причине негерметичности резьбовых соединений размеры образовавшихся каналов, по которым проходит газ, не меняются, и поэтому их пропускная способность будет постоянной. В таких условиях нарастание межколонного давления во времени после закрытия задвижки будет определяться пропускной способностью и объемом межколонного пространства, которое заполняется газом. Чем больше пропускная способность и меньше объем межколонного пространства, тем меньше требуется времени на восстановление межколонного давления.

УДК 630\*816.2

# ВЛАСТИВОСТІ ЛИЧКОВАНИХ ДЕРЕВИННО-ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ ПЛОСКОГО СПОСОБУ ПРЕСУВАННЯ

*к.т.н. Лютий П.В., к.т.н. Ортинська Г.Є., ДВНЗ "Національний лісотехнічний  
університет України", м. Львів*

Деревинно-полімерні матеріали (ДПМ) – це перспективний матеріал, який характеризується хорошими експлуатаційними властивостями та використанням у різних галузях промисловості. Найрозповсюдженішим способом виготовлення ДПМ в США та Європі є екструзія. Однак спосіб екструзії дає змогу виготовляти погонажні ДПМ із обмеженим поперечним перерізом. ДПМ також можна виготовляти плоским пресуванням у гарячих пресах. Однак в процесі виготовлення ДПМ плоским способом важко досягнути рівномірного перемішування компонентів композиції, а особливо втримання полімеру на поверхні деревинних частинок без додавання спеціальних агентів зчеплення. Але це призводить до погіршення механічних властивостей ДПМ, зокрема міцності під час статичного згинання. Підвищення показників міцності можна досягти шляхом введення в деревинно-полімерну композицію різного роду модифікувальних добавок, а також армувальні личкувальні матеріали (Twintex, S-TEX). Опорядження ДПМ можна також здійснювати матеріалами, які зазвичай використовують для стружкових плит (СП), наприклад березовий лущений шпон і дубовий струганий шпон. Значним недоліком використання натурального шпону є різке зниження водостійкості ДПМ. Для покращення фізичних і механічних властивостей шляхом можна покривати їх поверхні ламінатом високого тиску (HPL). Тому, мета даного дослідження полягала в дослідженні властивостей ДПМ отриманих плоским способом пресування з одночасним їх личкуванням HPL.

Матеріали та методика дослідження. Для виконання експериментальних досліджень було використано такі матеріали: деревинна стружка вологістю 2-3%, поліетиленова (ПЕ) плівка, частинки вторинного поліетилену низької щільності (ВПЕ), декоративний ламінат високого тиску (HPL) товщиною 0,5 мм. ПЕ плівку і ВПЕ застосовували як клей для приклеювання HPL до поверхні ДПМ. Крім того, для порівняння личкували ДПМ декоративним ламінатом високого тиску без використання будь-якого клею. Фракційний склад деревинних частинок та ВПЕ наведено у табл. 1.

Таблиця 1 – Фракційний склад деревинних частинок та ВПЕ

| Компоненти        | Розміри отворів, мм |      |       |       |        |            |         |
|-------------------|---------------------|------|-------|-------|--------|------------|---------|
|                   | -/5                 | 5/4  | 4/2   | 2/1   | 1/0,63 | 0,63/0,315 | 0,315/0 |
| Деревинна стружка | 4,75                | 12,2 | 15,79 | 40,28 | 15,67  | 9,13       | 2,18    |
| ВПЕ               | 9,53                | 3,04 | 53,14 | 32,45 | 1,83   | -          | -       |

Співвідношення між деревинною стружкою та ВПЕ становило 60:40. Отриману деревинно-полімерну композицію формували на HPL листі, попередньо на який наносили клей у вигляді ВПЕ, ПЕ плівки або взагалі клей не використовували. Зверху на деревинно-полімерну композицію знову наносили клей (ВПЕ, ПЕ плівку або без клею) та HPL лист. Після чого сформований пакет піддавався гарячому пресуванню за температури 180 °С, тиску 3,5 МПа, впродовж 8,0 хв. Після закінчення гарячого пресування личкований ДПМ охолоджували під тиском до температури 30-40 °С. Розміри личкованих ДПМ становили 250x230x8 мм, а прогнозована щільність 800 кг/м<sup>3</sup>. Для встановлення фізико-механічних показників личкованих ДПМ було використано стандарті методики, а саме ДСТУ EN 310, ДСТУ ISO 16984, ДСТУ 4761. Результати дослідження. Встановлено, що використання клею для приклеювання HPL хоча й дає змогу підвищити межу міцності під час статичного згинання, але цей вплив не є суттєвим (табл. 2). Зокрема, межа міцності під час статичного згинання у разі використання ВПЕ зростає на 14%, а у разі використання ПЕ плівки – на 24%, порівняно із личкованими ДПМ без клею.

Таблиця 2. – Результати ANOVA тесту

|                               | Досліджуваний показник                                           | SS       | df | Mean Square            | F      | Sig.  |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------|----|------------------------|--------|-------|
| Тип клею для приклеювання HPL | Межа міцності під час статичного згинання                        | 127.733  | 2  | 63.866                 | 3.477  | 0.057 |
|                               | Модуль пружності під час статичного згинання                     | 286207.5 | 2  | 143103.769             | 2.040  | 0.165 |
|                               | Межа міцності під час розтягування перпендикулярно площині плити | 0.000    | 2  | 8.684×10 <sup>-5</sup> | 0.228  | 0.798 |
|                               | Набрякання за товщиною за 2 год.                                 | 0.132    | 2  | 0.066                  | 0.177  | 0.839 |
|                               | Набрякання за товщиною за 24 год                                 | 122.678  | 2  | 61.339                 | 58.600 | 0.000 |



Примітка: SS – сума квадратів; df – ступінь вільності; MS – середній квадрат; F- критерій Фішера; Sig. – значущість фактора.

Висновки. Тип клею для приклеювання HPL суттєво не впливає на фізико-механічні властивості личкованих ДПМ, за винятком набрякання за товщиною після вимочування у воді впродовж 24 год. Хоча, застосування ПЕ плівки дає змогу отримати личковані ДПМ із дещо вищими показниками міцності та водостійкості порівняно з ВПЕ чи без використання клею. Дещо меншими показниками міцності характеризуються личковані ДПМ із використанням ВПЕ. Показники набрякання за товщиною після вимочування у воді впродовж 2 год. личкованих ДПМ із різним типом клею для приклеювання HPL були практично однаковими. Набрякання за товщиною після 24 год вимочування у воді суттєво зменшується у разі використання клею для приклеювання HPL.

УДК 629.4.077

### КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ГАЛЬМІВНИХ МЕХАНІЗМІВ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ

*к.т.н. Равлюк В. Г., Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків*

Результати всебічного аналізу роботи механізмів паралельного відведення гальмівних колодок від поверхні кочення коліс вантажних вагонів показали, що використовується для цієї мети застарілий та малонадійний пристрій. Після пробігу вагонів тільки 10-15 тис. км настає його відмова, тому гальмівні колодки некеровано звисають й починають терти по колесах під час руху без гальмування.

Встановлено, що в процесі руху механізм, який досліджується зазнає інтенсивних динамічних навантажень. Крутий момент, який виникає при цьому перевищує момент в самому механізмі статичними силами тертя. Тому гальмівні колодки під дією таких навантажень схилиються до упору верхніми кінцями в поверхні кочення коліс вагона. Механізм відведення гальмівних колодок повинен ліквідувати такий їх нахил під час кожного гальмування. Однак, перед початком кожного гальмування під дією сили, яка збільшується від штока гальмівного циліндра під час гальмувань, колодки верхніми своїми кінцями будуть все сильніше впиралися у обертаючі колеса до того часу, поки не будуть подолані статичні сили тертя в регулюючих пристроях триангельної гальмівної системи.

Тривалість такої негативної дії збільшує ненормативне спрацювання гальмових колодок. У результаті цього зменшується ефективність гальмувань та збільшується зверхрегламентований знос колодок. Через це виникають проблеми з безпекою руху вантажних поїздів. Для моделювання зазначених явищ у механізмі відведення гальмівних колодок від поверхонь кочення коліс вантажних вагонів створена математична модель, яка базується на результатах вимірювання зносу гальмівних колодок триангельної системи візків, що експлуатуються на залізницях України.

Запропонована комп'ютерна модель пристрою для запобігання клиноподібного зносу гальмівних колодок у візках вантажних вагонів. У пристрою шляхом урівноваження триангеля досягається рівномірне відведення колодок без часткового їх спирання на колеса. У розробленій комп'ютерній моделі центр отвору розпірки триангеля розташовується на одній прямій з центрами двох опорних шарнірів підвісок гальмівних башмаків. Крім цього впроваджується напрямний криволінійний стрижень, кінці якого шарнірно закріплені в циліндричних ковзунах, які жорстко приєднані уздовж його розпірок до двох суміжних триангелів симетрично відносно циліндричного шарніра розпірки триангеля.

Використовуючи створену математичну модель явищ зносу гальмівних колодок у залежності від пробігу вагонів шляхом комп'ютерного моделювання було напрацьовано удосконалення триангеля.

Протягом 2012-13 рр. нові триангельні системи було впроваджено в дослідну експлуатацію вагонів для перевезення вантажів. На протязі останнього часу за дослідними вагонами проводиться моніторинг технічного стану гальмівних систем фахівцями кафедри вагонів Українського державного університету залізничного транспорту за участю автора, який дозволив зібрати статистичний матеріал величин зносу гальмівних колодок у залежності від пробігу вагонів.

Накопичені експериментальні дані глибинно аналізувались, з точки зору дозволеної експлуатації запропонованої триангельної системи відведення гальмівних колодок від коліс, а також можливості розробки зміненої системи регулювання в умовах експлуатації у залежності від величин зносу колодок і коліс, щодо підвищення строку експлуатації гальмівної системи вцілому.



УДК 621.891.539.375.6

## ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ФАБО ГІЛЬЗ ЦИЛІНДРІВ

*к.т.н. Шепеленко І.В., асп. Будар Мохамед Р.Ф., Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький*

Багаточисленними дослідженнями доведено, що фінішна антифрикційна безабразивна обробка (ФАБО) гільз циліндрів має економічні переваги у порівнянні з традиційними способами обробки, дозволяє скоротити час обкатування двигуна, а, отже, зменшити витрату пально-мастильних матеріалів, збільшити ресурс двигуна й підвищити його надійність.

Разом з тим, технології ФАБО, що використовуються, характеризуються низькою продуктивністю, нерівномірністю покриття за товщиною, великими навантаженнями на інструмент, значним тепловиділенням, а також необхідністю подальшого зміцнення поверхневого шару.

Підвищити продуктивність та якість обробки можливо за рахунок застосування нових технологій і схем здійснення ФАБО, ефективних технологічних середовищ для фрикційно - механічного нанесення покриття, розробки інструментів, що дозволяють усунути зазначені проблеми, а також використання сучасних матеріалів.

Аналіз методів фінішної обробки отворів показав, що найбільш перспективним з погляду підвищення зносостійкості та міцності зчеплення покриття з основою варто вважати напрямок з використанням методів комбінованої обробки. Можливість поєднувати ФАБО з методами ППД, зокрема з деформуючим протягуванням, дозволить підвищити продуктивність процесу, а також якість фінішної обробки отворів. У цьому зв'язку, вдосконалювання ФАБО внутрішніх циліндричних поверхонь деталей шляхом використання можливостей деформуючого протягування представляється актуальним.

Авторами даної роботи виконано ряд досліджень щодо розробки конструкції інструментів для ФАБО гільз циліндрів. Так, з метою підвищення зносостійкості оброблюваних поверхонь, продуктивності та якості процесу розроблений пристрій для фрикційно - механічного нанесення антифрикційних покриттів на внутрішні циліндричні поверхні (рис.1).

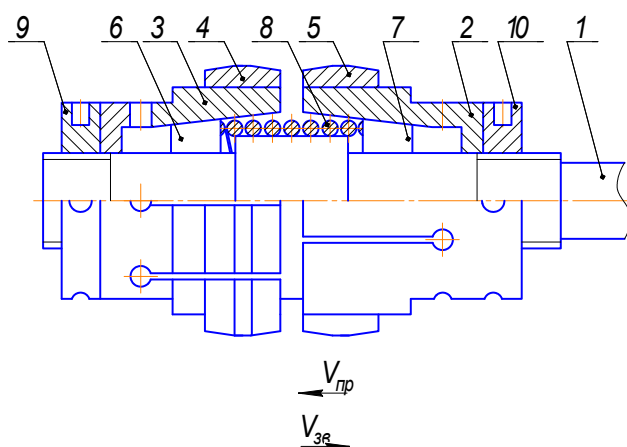


Рис. 1. Пристрій для ФАБО внутрішніх циліндричних поверхонь, 1 – оправка; 2, 3 – втулка розрізна; 4, 5 – бруски антифрикційні; 6, 7 – втулки корпусні; 8 – пружина; 9, 10 – гайка

Робота пристрою, що встановлюється в штоку гідравлічного пресу, полягає в наступному. При прямому переміщенні  $V_{пр}$  антифрикційні бруски 4, 5 за рахунок пружної деформації пелюсток розрізних втулок 2, 3 та руху конусних втулок 6, 7, які регулюються пружиною 10, притискаються до поверхні, що обробляється. При цьому, зона обробки постійно змочується робочою рідиною (гліцерином), яка сприяє розм'якшенню й розчиненню оксидних плівок поверхні деталі, що обробляється, та антифрикційних брусків 4, 5. Гайками 9, 10, завдяки наявності пружини 10, здійснюється рух конусних втулок 6, 7 та регулювання тиску антифрикційних брусків. Внаслідок тертя та зношування антифрикційних брусків 4, 5 та дії робочої рідини, виконується перенесення антифрикційного матеріалу на оброблювальну поверхню. При зворотному переміщенні пристрою  $V_{зв}$  процес ФАБО продовжується, а дискретне обертання деталі забезпечує нанесення антифрикційного покриття на всій внутрішній поверхні деталі. Використання запропонованого пристрою дозволило підвищити якість обробки, а, отже, ефективність застосування ФАБО гільз циліндрів.

УДК 666.792; 621.9.025.7

**ТЕХНОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ ВИГОТОВЛЕННЯ КРУПНОПОРИСТИХ АЛМАЗНИХ КРУГІВ НА КЕРАМІЧНИХ ЗВ'ЯЗКАХ**

*Федоренко Д.О., д.т.н. Федорович В.О., д.т.н. Федоренко О.Ю.,  
НТУ "Харківський політехнічний інститут"*

Шліфування з використанням є найбільш високопродуктивним способом обробки деталей з металів, твердих сплавів та неметалічних матеріалів. Найбільш перспективним напрямом підвищення ефективності використання алмазних кругів є розробка легкоплавких керамічних зв'язок із заданими властивостями, що у порівнянні з алмазними кругами на металічних чи полімерних зв'язках дозволить підвищити твердість і температуру абразивної обробки інструментом та здійснювати шліфування в режимі самозаточування, що суттєво збільшить їх продуктивність та розширить область використання. Одною з найважливіших характеристик алмазних кругів є зв'язка, яка разом з маркою і зернистістю алмазів обумовлює працездатність інструменту, створює умови для роботи в режимі раціонального самозагострення (відновлення робочої поверхні при шліфуванні за рахунок оновлення ріжучих поверхонь алмазів, розкриття нових та видалення затуплених зерен), і, в кінцевому рахунку, продуктивність обробки та економічну ефективність його використання.

Актуальним напрямком розвитку алмазно-абразивного інструменту є виготовлення крупнопористих кругів на легкоплавких керамічних зв'язках, використання яких забезпечує цілісність алмазів при спіканні алмазоносного шару та дозволяє змінювати кількісні та якісні характеристики його поруватої структури в широких межах.

Як відомо, круги з підвищеною поруватістю (у порівнянні з кругами закритих структур № 1-4) забезпечують зниження температури в зоні шліфування на 30-40 %, що виключає прижоги, створює сприятливі умови для різання при інтенсивних режимах шліфування, підвищує продуктивність обробки в 2-2,5 рази та зменшує вірогідність втрати ріжучої здатності за рахунок «засалювання» робочої поверхні інструменту при шліфуванні високопластичних металів. Крім того крупні пори забезпечують ефективне відведення стружки та кращі умови для подачі мастильно-охолоджуючих рідин в зону шліфування.

Мета роботи – розробка складів легкоплавких керамічних зв'язок із заданими властивостями і технологічних параметрів виготовлення з їх використанням крупнопористих алмазних кругів з середньою та відкритою структурами.

В результаті комплексу досліджень на основі композицій системи  $\text{Na}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ , модифікованих оксидами  $\text{Li}_2\text{O}$  і  $\text{TiO}_2$  розроблені склади легкоплавких керамічних зв'язок із заданими теплофізичними та фізико-механічними властивостями, які забезпечують спікання алмазоносного шару при температурі 600–650 °С. Показана можливість отримання крупно пористої структури керамоматричного алмазовмісного композиту при використанні в якості пороутворювача  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  та визначена кількість добавки (2,5 та 4,0 мас. % понад 100 % на суху речовину) для отримання композиту з поруватістю 35 і 45 об. % відповідно. Досліджено фізико-хімічні процеси, що супроводжують формування поруватої структури зв'язок при нагріванні в інтервалі температур 20–800 °С в нестационарних умовах. На прикладі отриманих композитів, що належать до різних типів структур алмазних кругів (№ 2 та № 7) визначено розподіл пор за розмірами. Встановлено, що максимальний розмір пор в шліфувальному елементі із структурним типом № 2 не перевищує 125 мкм при переважному вмісті пор з розміром 70÷80 мкм; в шліфувальному елементі із структурним типом № 7 переважають пори з розмірами 300÷350 мкм, а окремі пори досягають ~ 500 мкм.

Визначені технологічні параметри отримання: температура варки склокомпоненту керамічної зв'язки 1100 °С, витримка при максимальній температурі 1 год. Подрібнення фрити шляхом сухого помелу до повного проходження крізь сито № 0063. Змішування компонентів технологічної суміші (алмазів, склопорошку, SiC як вторинного абразиву і пластичної глини). Компактування суміші, зволоженої з використанням розчину тимчасового зв'язуючого, у вигляді пластин шляхом напівсухого пресування під тиском 20 МПа. Вільне спікання при температурі 600 °С впродовж 30 хв., яке супроводжується спучуванням та утворенням крупно поруватої структури пластин.

Дослідження топографічних характеристик робочої поверхні алмазного круга, виготовленого з крупнопористих елементів, показали, що величина  $t_{ps}$ , яка характеризує ефективність роботи інструмента, змінюється впродовж 10 хв обробки лише на 0,4÷0,55 %. Це свідчить про те, що шліфування крупнопористими алмазними кругами на розроблених легкоплавких керамічних зв'язках відбувається в режимі раціонального самозагострення.

УДК 666.3.019; 666.325.4

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДІВ ХІМІЧНОГО ЗВ'ЯЗУВАННЯ ШКІДЛИВИХ ДОМІШОК В ЦЕГЕЛЬНО-ЧЕРЕПИЧНИХ ГЛИНАХ***д.т.н. Федоренко О.Ю., Лігезін С.Л., Чиркіна В.Ю., НТУ "Харківський політехнічний інститут"*

Для виробництва стінових і покрівельних керамічних матеріалів зазвичай використовують широко розповсюджені цегельно-черепичні глини, більшість з яких засмічені шкідливими домішками, що спричиняють виникнення дефектів виробів та погіршують їх якісні та естетичні характеристики. Так, внаслідок використання глинистої сировини, засміченої крупнозернистими карбонатами (кальцитом, вапняком, доломітом тощо) на поверхні готових виробів утворюються включення (так звані «дутики»), що викликають відшарування та сколи на поверхні виробів. Такі дефекти виробів найчастіше проявляються вже під час експлуатації керамічних виробів, які виготовлені з глини з високим вмістом карбонатів кальцію і магнію, які гідратуються із майже трикратним збільшенням об'єму та викликають суцільне руйнування поверхні кладки, що спричиняє масові рекламції на продукцію.

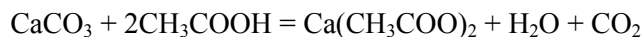
Особливості сировинної бази і технології виробництва будівельної кераміки обумовлюють необхідність виключення негативного впливу крупнозернистих карбонатів (0,5 мм і більше) на якість виробів. Успіх вирішення цієї задачі за неможливості тонкого подрібнення карбонатвмісних глини у виробництві грубокерамічних виробів полягає в розробці методів хімічного зв'язування активного оксиду кальцію на етапі підготовки сировини та приготування керамічної маси.

Метою роботи є оцінка ефективності методів хімічного зв'язування карбонатних домішок, що містяться в цегельно-черепичних глинах та надання рекомендацій для нейтралізації їх негативного впливу на якість виробів будівельної кераміки.

Проведеними дослідженнями встановлено фактори, які в найбільшій мірі впливають на дутикоутворення, зокрема дисперсність та кількість включень, вид, активність, щільність і твердість карбонатів. В свою чергу рівень міцності карбонатних порід залежить від їх генетичного походження.

Здійснена оцінка перспективних методів хімічного зв'язування активних оксидів CaO і MgO, що утворюються внаслідок реакцій декарбонізації при випалі виробів. Встановлено, що використання аморфного кремнезему хоч і призводить до капсулювання включень шляхом утворення на їх поверхні водонепроникного шару з воластоніту. Недоліком цього методу є суттєве погіршення ступеня спікання виробів (водопоглинання після випалу збільшується з 12 до 36 %). Тому використання цього методу при виготовленні керамічної цегли і черепиці можливе лише при введенні до складу мас інтенсифікаторів спікання. Більш доцільним для капсулювання включень активної CaO є введення до складу керамічних мас залізовмісних компонентів полірувального шламу «крокус», що застосовують при механічній обробці стекол. Продуктом реакції CaO і  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  твердий розчин, оболонка з якого утворюється на поверхні включень. Втім використання цього способу обмежено колірною гамою керамічної продукції і не придатний для використання для виготовлення виробів світлих кольорів.

Більш ефективним способом попередження дутикоутворення за результатами досліджень є використання на етапі масоприготування низькоконцентрованих розчинів слабких органічних кислот (наприклад оцтової кислоти). Встановлено, що внаслідок хімічної реакції:



утворюються ацетат кальцію та диоксид вуглецю, завдяки чому відбувається розрихлення структури та зменшення твердості включень. Це сприяє їх легкому самодиспергуванню при механічній переробці глинистої сировини на технологічному обладнанні, типовому для заводів будівельної кераміки. Таким чином, оцтова кислота низької концентрації виконує роль диспергатора карбонатних домішок, що містяться в глинах та суглинках.

За результатами досліджень рекомендовано використовувати 2 % розчин оцтової кислоти в якості рідини для зрошування глинистої сировини на етапі її проміжного зберігання у буртах, що сприятиме зниженню міцності твердих карбонатних включень, і забезпечить необхідний рівень їх диспергування при переробці на вальцях тонкого подрібнення до розмірів, що виключають появу дутику. Для попередження корозії металевих частин обладнання до складу суміші слід додавати інгібітори корозії (наприклад уротропін), кількість якого залежить від елементного складу металу, з якого виготовлені деталі устаткування.

УДК 621.74: 669.131.7

**РАЦІОНАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ЛИТТЯ ЧАВУННИХ  
ПРОКАТНИХ ВАЛКІВ З ЗАСТОСУВАННЯМ ДЛЯ ОБРОБКИ РОЗПЛАВІВ ВІДХОДІВ  
СПЕЦІАЛЬНИХ ВИРОБНИЦТВ**

*д.т.н. Іванова Л.Х., Національна металургійна академія України, м. Дніпро*

Програма розвитку України, яка затверджена на період до 2020 року, передбачає як першочерговий пріоритет реструктуризацію гірничо-металургійного комплексу на основі діючих та впровадження нових високоефективних технологічних процесів одержання залізовуглецевих розплавів і виробництва з них готових деталей й заготовок.

Поліпшення якості продукції ливарного виробництва, підвищення його надійності й довговічності є насущною вимогою нашого часу. Переважна частина виливків виготовляється з чавуну, тому удосконалення його фізико-механічних властивостей та експлуатаційних характеристик служить важливим резервом у справі економії енергетичних і матеріальних ресурсів та інтенсивного розвитку промисловості.

Комплексне легування та модифікування чавунів є ефективними способами підвищення механічних та експлуатаційних властивостей виливків. Щорічно в Україні виробляється біля 1 млн. т чавунних виливків, і тільки 5...6% від їх випуску з високоміцного чавуну, що суттєво менше, ніж у світовому випуску таких виливків (30...60%). Особливо впливовим це є для вальцеливарного виробництва як основного виробника чавунних виливків.

Основними причинами, які стримують широке застосування високоміцного чавуну в практиці вітчизняного вальцеливарного виробництва, є нестабільність модифікувального ефекту, погіршення санітарно-гігієнічних умов в ливарному цеху при обробленні розплавів магнієм або модифікаторами на основі магнію за ДСТУ 3362-96, а також як показав аналіз експлуатаційних властивостей валків, стійкість чавунних валків залишається низькою, в основному, через відсутність сучасних ефективних технологій. В зв'язку з вищевикладеним, робота, що спрямована на розробку раціональних технологій одержання ливарних чавунів з кулястим і вермикулярним графітом з застосуванням легування різними відходами і на цій основі підвищення якості виливків, а також заміни феросплавів на основі дефіцитних елементів відходами, є актуальною.

Метою роботи була розробка раціональних технологій виробництва прокатних валків із чавунів з кулястим або з вермикулярним графітом із застосуванням для обробки розплавів відходів різних спеціальних виробництв. Для досягнення цієї мети були поставлені такі задачі: дослідити вплив відходів та сумішей, що їх містять, на структуру та властивості ливарних білих, половинчастих та сірих валкових чавунів, а також розробити технологічні параметри лиття прокатних валків за раціональними технологіями.

В науково-дослідній роботі наведено нове рішення науково-прикладної задачі, яка міститься в широкому застосуванні нових матеріалів, перспективних процесів легування і модифікування розплавів, в тому числі відходами спеціальних виробництв, які містять відповідні хімічні елементи, що забезпечують поліпшення фізико-механічних властивостей та експлуатаційних характеристик чавунів.

На основі проведених експериментальних досліджень зроблені такі основні висновки:

- запропоновано й обґрунтовано застосування як легувальних елементів дослідних відходів для оброблення чавунних розплавів. Нові технологічні процеси оброблення чавунних розплавів дозволяють підвищити властивості чавунів, збільшити коефіцієнт засвоєння легувальних елементів у порівнянні з використанням феросплавів, що в комплексі з низькою ціною, наприклад, шлаків, оксидів, сприяє зменшенню вартості обробки розплавів, а також підвищенню стійкості виливків;
- на основі аналізу масиву експериментальних даних розроблені нові хімічні склади чавунів з підвищеними фізико-механічними та експлуатаційними властивостями та нові способи лиття прокатних валків із чавунів з вермикулярним графітом, новизна котрих підтверджена патентами на винаходи;
- результати роботи рекомендуються до упровадження на вальцеливарних, ливарних та машинобудівних заводах країни;
- упровадження нових та удосконалених технологічних процесів виробництва виливків, в тому числі прокатних валків із нових чавунів, забезпечить значний економічний ефект.



УДК 666.762

# ОСОБЛИВОСТІ МОДИФІКУВАННЯ ФЕНОЛФОРМАЛЬДЕГІДНИХ СМОЛ КРЕМНІЙОРГАНІЧНИМИ СПОЛУКАМИ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ПЕРИКЛАЗОВУГЛЕЦЕВИХ МАТЕРІАЛІВ

Семченко Г.Д., к.т.н. Бражник Д.А., Старолат О.Є., Рожко І.М., НТУ "Харківський політехнічний інститут"

Периклазовуглецеві вогнетриви знаходять все більше застосування в сучасних теплових агрегатах чорної металургії завдяки своїм високим експлуатаційним характеристикам: високій термостійкості і сталості об'єму в широкому діапазоні температур, високій вогнетривкості у відновному або інертному середовищі.

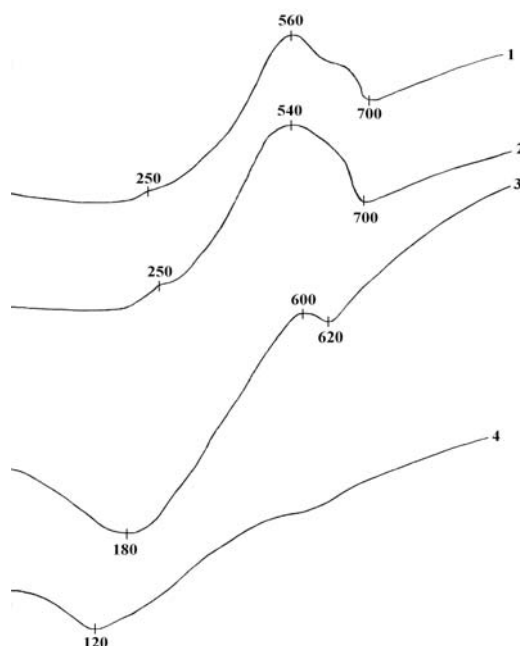


Рис. 1. Диференційно-термічні криві чистих і модифікованих смол, 1 – смола марки СП 1001/2, 2 – смола марки FL 9831, 3 – смола марки FL 9831 модифікована елементоорганічною речовиною, 4 – смола марки FL 9831 модифікована

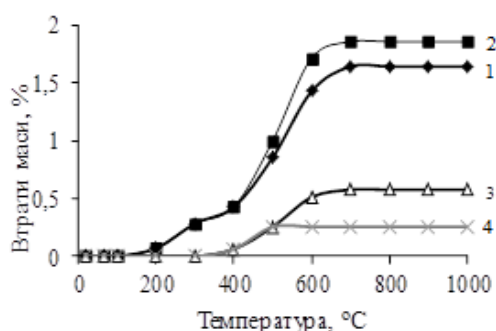
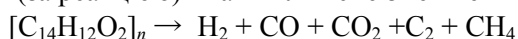


Рис. 2. Залежність втрати маси  $\Delta m$  від температури для чистих і модифікованих фенолформальдегідних смол, 1 – смола марки СП 1001/2, 2 – смола марки FL 9831, 3 – смола марки FL 9831 модифікована елементоорганічною речовиною, 4 – смола марки FL 9831 модифікована

Зв'язуюче у виробництві і експлуатації периклазовуглецевих вогнетривів відіграє надзвичайно важливу роль. У процесі термообробки і дії агресивних середовищ зв'язуюче зазнає істотних фізико-хімічних змін, що впливає на якість вогнетривів. При виробництві периклазовуглецевих матеріалів тепер переважно використовують термореактивні синтетичні смоли, зокрема фенолформальдегідні, оскільки дана технологія виготовлення виробів дозволяє застосувати цикл холодного змішування, а також досягнути стабілізації характеристик міцності при температурах до 220 °С, що сприяє зниженню енергетичних затрат.

Наявність вільних груп  $-OH$  всередині полімеру, який утворюється, при конденсації фенолформальдегідної смоли дозволило спрогнозувати можливість синтезу  $SiC$  при модифікуванні смоли елементоорганічними сполуками типу тетраетоксисилану або етилсилікату. Кількість кремнійорганічної сполуки, яка вводиться для модифікування фенолформальдегідної смоли, обмежують враховуючи те, що підвищення вмісту антиоксиданту  $SiC$  (для захисту вуглецю), який утворюється, призводить до зниження експлуатаційних характеристик внаслідок утворення при підвищенні температури в умовах експлуатації великої кількості  $SiO_2$ . Результати досліджень ДТА показали, що модифікування ффс кремнійорганічними речовинами призводить до незначного зміщення екзо ефектів при 540 – 560 °С у бік температур 600 °С (до остаточного зникнення екзо ефекту), зміщення ендоефекту при температурі 700 °С у бік 620 °С (рис. 1), що водночас з результатами втрат маси (рис. 2) вказує на зменшення діапазону температури початку і кінця термодеструкції смоли (за реакцією) і на її кількісне зменшення в цілому.



Отримані дані свідчать про підвищення вмісту вуглецю в модифікованих смолах і пояснюються утворенням сполук заглиблення елементоорганічної речовини до порожнин резитної структури ффс, що в подальшому призводить до участі компонентів отриманої композиції в синтезі  $\beta-SiC$ . Структурні зв'язки між модифікатором і продуктом карбонізації, що утворюються в процесі термообробки ффс, утрудняють доступ кисню в структуру і сприяють поліпшенню екологічних умов при виробництві і експлуатації розроблених матеріалів.



УДК 666.3/.7

**КОМПЛЕКСНА ОБРОБКА ІНФОРМАЦІЇ ЩОДО ТЕХНОГЕННОЇ СИРОВИНИ  
ДЛЯ КЕРАМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

*к.т.н. Щукіна Л.П., д.т.н. Рищенко М.І., Галушка Я.О., Лігезін С.Л., к.т.н. Міхеєнко Л.О.,  
НТУ "Харківський політехнічний інститут"*

Керамічна індустрія відноситься до ресурсоемних галузей промисловості, сировинна база якої представлена різними видами нерудних корисних копалин, які видобуваються у великих об'ємах (глинами і каолінами, кварц-польовошпатовими і карбонатними породами, кварцовими пісками та ін). За сучасних масштабів споживання природної мінеральної сировини залучення і повнота використання в керамічних виробництвах вторинних матеріальних ресурсів і промислових відходів має першочергове значення при створенні сучасних ресурсозберігаючих та екологічно орієнтованих технологій.

На сьогодні доля використання техногенних сировинних матеріалів у виробництві кераміки є незначною, що пов'язано з недостатньою вивченістю самої сировини і фізико-хімічних процесів, які перебігають в матеріалах з відходами на різних технологічних етапах їх отримання. Це представляє певну проблему при застосуванні відходів на виробництві, тому що підприємство для прийняття рішення має здійснити обов'язкову попередню оцінку властивостей відходів при їх дослідно-промислових випробовуваннях на пробах значного об'єму. Вирішення цієї проблеми з боку науковців потребує системного підходу до вивчення відходів, збору і зберігання інформації щодо їх складу і технологічних властивостей, а також аналізу цієї інформації з метою надання обґрунтованих попередніх рекомендацій по їх використанню в тій чи іншій керамічній технології.

В означеному напрямку науковцями кафедри технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» розроблена система автоматизованої обробки інформації щодо техногенної сировини у вигляді оригінального програмного продукту, написаного мовою об'єктно-орієнтованого програмування Delphi. Концептуально цей продукт складається з бази даних реляційної моделі, яка була створена за допомогою Системи управління базами даних DB2. Програма має зручний інтерфейс і може працювати під всіма версіями операційної системи Windows, але рекомендується використовувати версії Windows, починаючи з Windows 98, за причини їх більш високої продуктивності у порівнянні з попередніми.

Розроблений програмний продукт дозволяє виконувати дії, притаманні стандартним продуктам такого типу, а саме – здійснювати комплексну обробку попередньо занесеної до неї інформації щодо сировинних матеріалів техногенного походження на предмет їхнього використання саме в керамічних технологіях. Програма дозволяє вносити інформацію, актуалізувати її (доповнювати, видаляти дані), здійснювати арифметичні дії з числовими типами даних, виконувати пошук інформації за одним чи декількома заданими критеріями. Програма не тільки зберігає, але й надає можливість вибірки техногенної сировини згідно з вимогами конкретної керамічної технології.

Система містить актуальну інформацію щодо основних параметрів, які характеризують промислові відходи: дані стосовно підприємства-генератора промислових відходів, хіміко-мінерального або фазового складу відходів, їх агрегатного стану, фізичних характеристик і кераміко-технологічних властивостей. На сьогодні в системі міститься інформація про відходи вітчизняної промисловості, які за класифікацією Боженова П. І. відносяться до класу А (продукти, що не втратили природних властивостей) і класу Б (штучні продукти, отримані в результаті глибоких фізико-хімічних процесів). До них відносяться: вскришні і супутні породи добутих мінеральної сировини (кварц-польовошпатових матеріалів, глинистих порід, каолінів), відходи збагачення гірських порід, відходи добутих і збагачення вугілля східного і західного регіонів України (клас А), відходи вітчизняного виробництва чорних і кольорових металів, феротитанового виробництва, відходи паливної енергетики у вигляді зол і золошлакових відходів ТЕЦ (клас Б). Такі техногенні продукти за результатами проведених нами досліджень можуть використовуватися в технології кераміки як основна сировина (більше 60 мас. %), як ефективні флюсуючі матеріали, як паливна добавка, як хромофорний компонент керамічних мас, як функціональні добавки для покращення техніко-експлуатаційних властивостей керамічних матеріалів різних груп: стінової, фасадної, архітектурно-будівельної, архітектурно-художньої, кровельної, клінкерної, санітарно-технічної і технічної кераміки.

Колектив авторів висловлює подяку директору ТОВ «Плінфа» Білану І. В. (м. Харків) та співробітникам дослідної лабораторії фірми за надання промислових проб техногенних матеріалів.

УДК 674.815 : 631.572

# ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СОЛОМ'ЯНОЇ СТРУЖКИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ СТРУЖКОВИХ ПЛИТ

к.т.н. **Козак Р.О.**, *Національний лісотехнічний університет України, м. Львів*

Виробництво стружкових плит сповільнюється через дефіцит деревинної сировини. Солома зернових злаків є одним з найперспективніших видів сировини, який може замінити деревину у виробництвах деревинних композитів і стружкових плит зокрема. Стружка, як основний компонент стружкової плити, суттєво впливає на її якість і визначає економіку виробництва, тому її розміри й фракційний склад регламентуються технологічною інструкцією. Отже, метою даного дослідження було визначення раціональних геометричних параметрів солом'яної стружки для виготовлення стружкових плит. Встановлено, що розміри і форма стружки найбільше впливають на її питому поверхню і порозність насипного шару, значення яких у технологічному процесі виготовлення стружкових плит повинні бути мінімальними. Для отримання мінімального значення питомої поверхні стружки її геометричні розміри повинні бути максимальними. А щоб порозність насипного шару стружки була мінімальною розміри стружки повинні бути мінімальними. Тому, для визначення оптимальних значень геометричних розмірів солом'яної стружки, функцією мети вибрано деяку функцію  $\Phi$ , яка у визначеному діапазоні змінних факторів (зовнішнього діаметра солом'яної стружки –  $d_c$ , довжини солом'яної стружки –  $l$  і коефіцієнта поздовжньої частки стружки –  $n$ ) повинна бути мінімальною і визначається як сума безрозмірних значень порозності насипного шару ( $\varepsilon_{\text{безр.}}$ ) і питомої поверхні стружки ( $a_{\text{безр.}}$ ):

$$\Phi = \varepsilon_{\text{безр.}} + a_{\text{безр.}} = f(d_c; l; n) \rightarrow \min \quad (1)$$

Формула порозності насипного шару визначається за формулою:

$$\varepsilon_{\text{нас}} = 1 - \frac{148,68}{\rho_m} \cdot e^{-0,3625 \cdot d_e} \quad (2)$$

де  $\rho_m$  – щільність стружки, кг/м<sup>3</sup>;  $d_e$  – еквівалентний діаметр стружки, мм.

Формули питомої поверхні солом'яної стружки мають вигляд, для стружки:

$$\text{- у формі трубки: } a = \frac{4}{d_c - d_n} + \frac{2}{l} \quad (3)$$

$$\text{- форми відмінної від трубки: } a = \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot (d_c + d_n) \cdot (2 \cdot l + d_c - d_n) + 4 \cdot (d_c - d_n)}{\pi \cdot n \cdot l \cdot (d_c^2 - d_n^2)} \quad (4)$$

де  $d_n$  – діаметр внутрішньої порожнини трубки соломини, мм.

Діапазон змінювання геометричних параметрів солом'яної стружки знаходиться в межах  $1,2 \leq d_c \leq 5,2$ ;  $0 \leq l \leq 30$ ;  $0 \leq n \leq 1$ ;  $l > b > h$ , що визначається можливими характеристиками стебел злакових і технологічними вимогами до стружки для виготовлення стружкових плит. Враховуючи, що порозність насипного шару і питома поверхня стружки мають різні розмірності, застосовано перевід натуральних величин у безрозмірні одиниці за формулою:

$$x_{\text{безр.}} = (x - x_{\min}) / (x_{\max} - x_{\min})$$

де  $x_{\text{безр.}}$  – безрозмірний показник;  $x_{\max}$  і  $x_{\min}$  – відповідно макс. і мін. значення критерія  $x$ .

Застосувавши стандартну процедуру пошуку рішень програми Microsoft Excel із використанням методу Ньютона, отримано раціональні значення геометричних параметрів солом'яної стружки, які наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Оптимальні значення геометричних параметрів солом'яної стружки

| $d_c$ , мм | $l$ , мм | $n$  | $b = \pi \cdot n \cdot d_c$ , мм | $h = (d_c - d_n)/2$ , мм |
|------------|----------|------|----------------------------------|--------------------------|
| 1,41       | 9,87     | 0,38 | 1,69                             | 0,33                     |

Згідно даних табл. 1 частка поздовжнього подрібнення стружки близька до 1/3. Це вказує на те, що трубчаста форма солом'яної стружки після подрібнення повинна бути зруйнована, а сама стружка розділена повздовж на три частини. Відношення довжини до ширини стружки ( $l/b$ ) повинно становити приблизно 5,8, а відношення ширини до товщини стружки ( $b/h$ ) – 5,1. Таким геометричним параметрам, згідно даних [1], відповідає стружка фракції 3,15/1,25.

## СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Козак Р.О. Визначення розмірів розфракційованої солом'яної стружки / Р.О. Козак // Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка: збірник наук.-техн. праць. – 2013. – № 143. – С. 189-194.

УДК 681.325

# АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КОЕФІЦІЄНТУ ТРАПЕЗНІКОВА ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ РІЗЬБОВОЇ ЧАСТИНИ ТРУБ НКТ ЗА ГОСТ 632-80 В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

*к.т.н. Кононенко М.А., к.т.н. Габльовська Н.Я., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

У сьогоденні забезпечення якості продукції засновано на попередженні випуску бракованої продукції та на застосуванні методик, що дозволяють оцінити якість і визначити імовірний брак виробів, що знаходяться в експлуатації певний термін. Не є виключенням виробу машинобудівної промисловості, до котрих відносяться труби нафтового сортаменту та насосно-компресорні труби, оскільки вихід з ладу таких виробів призводить до значних матеріальних втрат.

Для вирішення задачі оцінювання рівня якості насосно-компресорних труб, а саме їх найбільш аварійного вузла - різьбового з'єднання, застосовано методику В.А. Трапезнікова, що полягає у детальному дослідженні вимірних в процесі експлуатації відхилень фактичних значень геометричних параметрів різьби від значень, установлених стандартами, та у визначенні змін зведеного коефіцієнту якості протягом експлуатації, при якому виріб підлягатиме вилученню.

На даному етапі виконання роботи застосовано розрахунковий метод визначення рівня якості на різних стадіях експлуатації трубних з'єднань за методикою Трапезнікова В.А. Для цього розраховано «коефіцієнт якості», що рівний добутку окремих показників якості (коефіцієнтів), які характеризують відхилення фактичного значення кожного контрольованого показника від значень, установлених стандартами або прийнятих за еталон. Зведений коефіцієнт знаходять за формулою

$$K_{зв} = \prod_{i=1}^n K_i = K_1 \cdot K_2 \cdot \dots \cdot K_n \quad (1)$$

де  $K_{зв}$  – зведений коефіцієнт якості;  $K_i$  – окремі показники якості.

Окремі показники якості визначають за формулою (2):

$$K_i = \frac{K_{\phi}}{K_e} \quad (2)$$

де  $K_i$  – окремий відносний показник якості;

$K_{\phi}$  – фактичний рівень якості;

$K_e$  – рівень кращого зразка (еталона).

Висновок слід робити за величиною зведеного показника якості - якщо він більший за одиницю, то даний зразок продукції є якіснішим за базовий зразок і навпаки.

Більша частина досліджень була проведена за експлуатаційними показниками, тобто такими, які оцінюють в процесі безпосередньої експлуатації насосно-компресорних труб в залежності від терміну експлуатації, а саме від циклів згвинчування-розгвинчування при спуско-підймальних операціях.

За вказаною методикою із застосуванням показника Трапезнікова було обчислено коефіцієнти якості  $K_i$  для кожного параметра, та проведено узагальнену оцінку.

Для розрахунку використано дані експериментальних досліджень, при одержанні яких досліджені зразки труб піддавались циклічному навантаженню при збереженні парності ніпельної і муфтової частини, тобто зразок ніпеля №1 згвинчувався із зразком муфти №1, ніпель №2 - з муфтою №2, ніпель №3 - з муфтою №3. В результаті таких обчислень одержано дані про зміну зведеного показника якості різьбових частин ніпеля і муфти в залежності від кількості циклів згвинчування – розгвинчування.

Застосований розрахунковий метод визначення зведеного показника якості різьбових частин насосно-компресорних труб із застосуванням коефіцієнта Трапезнікова В.А. та подальший аналіз одержаних даних дозволяє зробити висновок про можливість експлуатації різьбового з'єднання «труба – муфта» при наявних змінах геометричних параметрів різьбових частин в середньому до 8 спускопідймальних операцій.

Визначені зміни зведеного показника при подальших циклах потребують додаткових досліджень з встановлення значень окремих геометричних параметрів різьбових частин ніпеля і муфти, при яких насосно-компресорна труба буде вилучена з експлуатації.

**БОРЬБА С ПОТЕРЯМИ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ**

*к.т.н. Джексенбаев Н.К., Казахский национальный исследовательский университет  
им. К.И. Сатпаева; Рахманова Э.Р., Инновационный технический колледж г. Алматы, Казахстан*

Различают две основные категории потерь. Количественные потери нефти происходят в результате утечек, переливов, неполного слива транспортных емкостей и резервуаров. Эти потери возможны при негерметичности стенок и днищ резервуаров, неисправности запорной арматуры. Вторая категория потерь нефти — качественно-количественные. Такие потери возникают при испарении нефти и нефтепродуктов на открытом воздухе. В ходе испарений в первую очередь исчезают легкие углеводороды — ценное сырье для нефтеперерабатывающей промышленности. Потери легких фракций снижают качество нефтепродуктов. Существует и третья категория потерь — качественные (характерна в основном для нефтепродуктов). Причина подобных потерь заключается в смешении или загрязнении уже готовых нефтепродуктов, например из-за перекачки разных видов нефтепродуктов по одной трубопроводной системе. В результате качество нефтепродукта снижается.

Основной метод предупреждения — в рационализации систем транспорта и поддержании их в оптимальном состоянии благодаря постоянной проверке всех основных узлов нефтетранспортной системы: резервуаров, трубопроводов и насосного оборудования.

Как правило, наиболее уязвимое место в этой цепи — резервуары, для которых характерна проблема испарений. Одна из причин испарения в резервуарах — это вентиляция газового пространства (то есть того сектора резервуара, в котором нет жидкости). Вентиляция необходима, но через нее испаряется ценный ресурс. Решается проблема путем постоянной герметизации резервуаров и других элементов нефтетранспортной системы. Добиться этого можно, если своевременно устранять неплотности в конструкциях и соединительных швах резервуаров, постоянно проверять наличие прокладок во всех соединениях труб, контролировать качество используемой аппаратуры. Еще один способ снижения потерь нефти от испарения заключается в максимальном заполнении всех используемых резервуаров. Как показывают расчеты, годовые потери нефтепродуктов от испарения при хранении в наземных металлических резервуарах в средней климатической зоне составляют лишь 0,3% от объема резервуара при его заполненности на 90%. Снижение заполненности резервуара до 70% автоматически увеличивает потери до 1%, а если он заполнен лишь на 20%, то испарится 9,6% нефтепродуктов. А потери в южной климатической зоне в 1,5 раза больше. Создать эффект полностью заполненного резервуара, даже если он не полон, помогают «плавающие крыши», или понтоны, — сооружения, которые представляют собой сравнительно тонкий профиль, идеально соответствующий размерам резервуара. Он фактически плавает на поверхности нефти или нефтепродуктов, предотвращая испарение.

При снижении температуры нефти и нефтепродуктов при хранении в резервуарах можно практически полностью исключить потери от испарения при «малых дыханиях». Известно, что температура характеризуется интенсивностью движения молекул жидкости. При увеличении скорости их движения температура — степень нагретости вещества, увеличивается, при снижении — уменьшается. Естественно, при высокой температуре более интенсивно происходит процесс выхода молекул за пределы жидкой фазы. Следовательно, при хранении нефти и нефтепродуктов для замедления процесса испарения необходимо снижать их температуру.

Как ни странно, большой эффект может дать окраска резервуара — наружная и внутренняя. Если сделать ее в светлых тонах, то амплитуда колебания температуры газового пространства внутри снижается. Благодаря этому уменьшается объем потерь, возникающих в результате испарения. Почему важно окрашивать не только внешние, но и внутренние поверхности резервуаров? Это уменьшает поток тепла от стенок к поверхности нефти, что снижает потери в среднем на 30%. Одновременная окраска внутренней и наружной поверхностей резервуаров может сократить потери от испарения на 40–50% по сравнению с некрашеными резервуарами.

Подземные резервуары особенно эффективны, потому что отличаются от наземных относительным постоянством температурного режима, в них почти отсутствуют суточные изменения температуры. По сравнению с наземными резервуарами потери от испарений в заглубленных резервуарах сокращаются в 8–10 раз.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Владимир В. А. Разливы нефти: причины, масштабы, последствия — № 1 / том 4 / 2014.
2. Абузова Ф.Ф. Борьба с потерями нефти и нефтепродуктов при их транспортировке и хранении— 1981. — № 2.
3. Шухов В. Г. Строительная механика. Избранные труды. — М., 1977



## МЕТОДЫ СОКРАЩЕНИЯ ПОТЕРЬ НА НЕФТЕБАЗАХ

*к.т.н. Джексенбаев Н.К., Казахстанский национальный исследовательский университет  
им. К.И. Сатпаева; Рахманова Э.Р., Инновационный технический колледж г. Алматы, Казахстан*

При перевозке и хранении, сливно-наливных операциях, связанных с доставкой бензина потребителю, неизбежны потери бензина от испарения. Так, общие потери нефтепродуктов на транспорте распределяются следующим образом: 59,3 % приходится на автомобильный транспорт;

17,5 % – на водный; 12,1 % – на трубопроводы и перевалочные нефтебазы и 11,1 % – на железнодорожный транспорт. На долю резервуарных парков приходится 65–70 % всех потерь нефтепродуктов нефтеперерабатывающего завода.

Самым простым способом снижения испаряемости является тепловая защита резервуаров. Несравненным плюсом данного метода является замкнутость системы резервуаров относительно окружающей среды. Однако данный метод требует использования только одного типа нефтепродуктов в резервуарах, а также больших капитальных вложений в строительство системы. Способ конденсации паров заключается в том, что пары, которые образуются во время «дыхания» топлива, конденсируются. Данный способ является достаточно эффективным, однако экономически не выгоден. Плавающие крыши и понтоны сокращают газовое пространство, что даёт большой эффект при уменьшении испарений нефтепродуктов. Использование данного способа возможно в резервуарах с большой оборачиваемостью, установленных в тёплой климатической зоне, а также в резервуарах большой вместимости. Использование микрополюх шариков и защитных эмульсий также основано на уменьшении газового пространства. При использовании данного метода в нефтепродукт вводятся либо микрополюе шарики, либо защитная эмульсия, которая образует на поверхности нефтепродукта защитную плёнку, что приводит к снижению потерь до 80 %. Использование дисков-отражателей, которые превышают значение дыхательных клапанов в диаметре. Конструктивная особенность данного способа заключается в том, что поступающий через клапан воздух отражается вверх, а не вглубь резервуарного пространства. Анализ современных способов улавливания паров нефтепродуктов, основанных на принципах адсорбции паров, закачивания в освобождающиеся ёмкости, мембранного разделения и других процессов, показывает, что они отличаются значительной стоимостью. Очевидно, что наиболее эффективными по снижению выбросов в атмосферу паров нефтепродуктов являются установки улавливания лёгких фракций (УЛФ). Установки этого типа обладают рядом недостатков: они дорогостоящи, имеют сложное оборудование и систему управления, требуют наличия потребителей сухого газа и т. д. При этом затраты на сооружение и эксплуатацию улавливающих установок обычно превышают стоимость сбережённого продукта. В то же время на современном уровне технического оснащения нефтебаз и складов горючего естественные потери нефти и нефтепродуктов от испарения с высокой экономичностью практически полностью могут быть устранены в результате применения разработанных стирлинг-технологий, основанных на применении низкотемпературных холодильных машин Стирлинга. Однако известны установки улавливания лёгких фракций нефти различных конструктивных схем и исполнений, в которых нефтяной газ из резервуаров собирается в трубопроводе газовой обвязки. Из неё по всасывающему трубопроводу через скруббер (устройство, очищающее газ от капельной влаги и механических частиц) поступает в компрессор и далее в трубопровод нагнетания, из которого газ подаётся потребителю. В отличие от используемых обычно компрессорных систем улавливания лёгких фракций углеводородов, основанных на сжатии смеси воздуха и паров и охлаждения до температуры окружающей среды, здесь используется охлаждение с регенерацией холода, полученного в результате изотропного расширения. Установка позволяет значительно уменьшить степень повышения давления в компрессоре (с трёх ступеней до двух) и обеспечивает степень загрязнения воздуха в соответствии с Европейскими нормами (30 г/м<sup>3</sup>).

Использование турбодетандера в процессах хранения нефтепродуктов позволяет добиться улучшения их качества, сократить потери лёгких фракций, уменьшить металлоёмкость оборудования установки УЛФ, а также решить ряд других задач. Всё это прямо влияет на снижение себестоимости углеводородной продукции, что имеет большое значение в современных рыночных условиях.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глоба В. М., Радзиевский В. В. Некоторые аспекты создания систем мониторинга по обеспечению надёжного функционирования резервуарных парков // Нефтяное хозяйство. – 2000. – № 7.
2. Кирилов Н. Г. Установки по улавливанию лёгких фракций углеводородов при хранении нефти и нефтепродуктов на основе машин Стирлинга // Нефтяное хозяйство. – 2003. – № 2.
3. Бондарь В.А., Зоря Е.И., Цагарели Д.В. Операции с нефтепродуктами. -М.: Изд-во «Паритет» 1999.



УДК 621.74.047

## АНАЛІЗ ВИДАЛЕННЯ НЕМЕТАЛЕВИХ ВКЛЮЧЕНЬ В АГРЕГАТІ КІВШ-ПІЧ

к.т.н. Чернявська К.М., НТУ України "КПІ ім. І. Сікорського"

Постійний приріст використання безперервнолитих заготовок та вимог, що висуваються до їх якості, обумовлюють пошук нових більш ефективних технологій. Однією із основних проблем безперервної розливки є необхідність подальшого підвищення якості та зменшення кількості дефектів поверхні та внутрішньої структури заготовки [1].

Вимоги до якості сталі, що постійно зростають, та до зниження енергетичних і сировинних витрат на її виробництво часто не можуть бути задоволеними за звичайної виплавки у сталеплавильних агрегатах. Це зумовило розроблення нових прогресивних процесів, які проводять у ковші чи в спеціальних агрегатах позапічного оброблення металу. Проблема видалення неметалевих включень на різних етапах металургійного переділу є однією із найважливіших в теорії та практиці металургії. Відомо, що рівень неметалевих включень має суттєвий вплив на механічні характеристики заготовки і, як результат, на процес формування експлуатаційних властивостей готової продукції. На службові властивості сталевих виробів суттєво впливають навіть малі концентрації шкідливих домішок, а також кількість, розміри та характер розташування неметалевих включень [2].

Встановлено, що ефективність позитивного впливу відношення  $Ca/Al$  на неметалеві включення (НВ), як у вигляді крихких силікатів, так і крупних недеформованих (глобулярних) силікатів визначається вмістом вуглецю у металі після повалки (рис.1). Встановлено, що при зниженні вуглецю в металі після повалки з 0,07 (крива 1) до 0,03% (крива 2) відношення  $Ca/Al$  неоднозначно впливає на вміст НВ в сталі, що необхідно враховувати для зниження НВ та забезпечення якості металу.

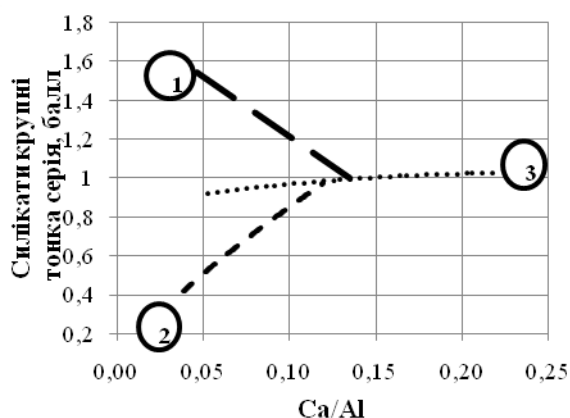


Рис. 1. Вплив  $Ca/Al$  на неметалеві включення при різному вмісті вуглецю в металі після повалки: 1)  $C \geq 0,07\%$ ; 2)  $C = 0,03 - 0,04\%$ ; 3)  $C = 0,05 - 0,06\%$

підтримувати в діапазоні 0,09 – 0,11 од.

При вмісті вуглецю 0,07 % та більше (крива 1) відношення  $Ca/Al$  доцільно збільшити з 0,05 до 0,15, при цьому спостерігається зниження балу НВ в сталі. Відношення  $Ca/Al$  більше 0,1 забезпечує мінімальний бал НВ. Це пояснюється тим, що при більш високому вмісті вуглецю в металі утворюються в більшому ступені рідкі НВ для глобуляризації та для видалення яких необхідно витратити більшу кількість кальцію.

## СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- Ефимова В.Г. Влияние продувки инертным газом в промежуточном ковше на распределение неметаллических включений в металле непрерывнолитой заготовки / В.Г. Ефимова, А.В. Ноговицын, В.Н. Баранова // Процессы литья. – 2014. №2. – С. 7 – 13.
- Богушевський В. С. Регулювання процесу видалення неметалевих включень під час позапічної обробки розплаву / В. С. Богушевський, М. В. Горбачова // Наукові вісті НТУУ «КПІ»: науково-технічний журнал. – 2015. – № 6(104). – С. 24–30.

УДК 621.762

## ВИРОБНИЦТВО ШВИДКОРІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ МЕТОДОМ СПІКАННЯ ЗА УЧАСТЮ РІДКОЇ ФАЗИ

*к.т.н. Чорноіваненко К.О., Національна металургійна академія України, м. Дніпро*

Традиційна технологія виробництва швидкоріжучого інструменту, заснована на литті та гарячій деформації злитків, має ряд відомих недоліків, до яких можна віднести карбідну неоднорідність та низький коефіцієнт використання матеріалу. Проблема отримання дисперсної однорідної структури вирішується на базі сучасної порошкової металургії, переваги якої широко відомі. Висока швидкість охолодження при розпилюванні розплаву швидкорізальної сталі запобігає появі локальних ділянок ледебуритної евтектики, таким чином, карбідна неоднорідність в порошкових швидкорізальних сталях відсутня. Дисперсність карбідів вище в 15...20 разів (1...2 мкм замість 8...10 мкм) в порівнянні зі сталлю, виготовленої за традиційною технологією. Стійкість такого інструменту вище в 1,5...3,5 разів (в залежності від складу сталі та розмірів інструменту).

Найбільш поширеною технологічною схемою отримання заготовок для швидкоріжучого інструменту є процес ASEA-STORA. Схема включає компактування порошку методом гарячого газостатичного пресування і подальшу обробку тиском. Однак висока вартість обладнання для гарячого газостатичного пресування робить більш перспективною схему, що включає в себе пом'якшувальний відпал розпорошеного порошку, холодне пресування в жорстких прес-формах і вакуумне спікання. Такий процес дозволяє отримувати заготовки максимально наближені до форми готового інструменту і, таким чином, підвищити коефіцієнт використання матеріалу. Підвищити щільність спечених заготовок можна шляхом сверхсолідусного спікання при температурі на кілька градусів вище температури солідус, коли в структурі заготовки, що спікається, утворюється 4...9% рідкої фази.

Однак дане рішення має суттєві недоліки, такі як необхідність визначення температури солідус для кожного хімічного складу і жорсткої підтримки температури спікання в вузьких межах, так як навіть незначний перегрів відносно оптимального режиму веде до різкого огрубіння структурних складових. Тому представляється перспективним отримання порошкової швидкорізальної сталі шляхом пресування та спікання суміші двох порошків з концентрацією легуючих елементів аналогічній стандартній швидкорізальній сталі, але, яка відрізняється концентрацією вуглецю. В одній складовій суміші концентрація вуглецю не перевищує 0,2%, в іншій - близька до евтектичної (~ 3,8%). Наявність у складі порошкової суміші близько 70% феритної складової дає можливість виключити з технологічної схеми пом'якшувальний відпал перед пресуванням. Спосіб заснований на наявних роботах по фазовим і структурним перетворенням при дифузійній зміні складу в сплавах, легованих за принципом швидкорізальних сталей.

Встановлення закономірностей фазових і структурних перетворень при дифузійному вирівнюванні концентрації вуглецю в спресованій порошковій суміші при нагріванні і витримці вище температури плавлення евтектики дозволили висвітлити ряд питань структуроутворення при рідкофазному спіканні суміші порошків низьковуглецевої швидкорізальної сталі та високовуглецевого сплаву, легованого за принципом швидкорізальної сталі, які до теперішнього часу вивчені були.

Отримані дані дозволять більш гнучко управляти кінцевої структурою конкретних виробів, а, отже, успішно вирішувати практичні завдання поліпшення технологічних і експлуатаційних характеристик порошкового ріжучого інструменту.

УДК 621.717-112.6

**НАУКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ МОДУЛЬНОГО АВТОМАТИЗОВАНОГО ГНУЧКОГО СКЛАДАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА***д.т.н. Григор'єва Н.С., Луцький національний технічний університет*

Сучасне машинобудівне виробництво вийшло на новий більш складний етап розвитку, пов'язаний з ринковими відносинами. Розробка та освоєння нових видів продукції, покращення їх якості та конкурентності - це засади розвитку виробництва. В теперішній час пріоритетним напрямком в складальному машинобудівному виробництві є впровадження нових прогресивних технологій та конструкцій, якими і є модульні.

Складання є одним з найбільш працемістких і важливих складових технологічних процесів виробництва виробів, де формується їх якість і конкурентність. Тому підвищення ефективності складання є важливою проблемою виробництва виробів, яка кардинально вирішувалась застосуванням типових і групових складальних процесів. Продовженням їх розвитку є модульна технологія, котра тепер вважається принципово новим напрямком в машинобудуванні, і тому є найактуальнішою народногосподарською проблемою сучасного виробництва.

При високій актуальності та важливості цього науково-прикладного напрямку вказана наукова проблема є ще недостатньо дослідженою і вимагає в першу чергу розробки бази рішень - науково-технологічних основ, з використанням яких можна вирішувати цю проблему. Наукова новизна розробки полягає в тому, що опрацьований новий напрямок - модульне автоматизоване гнучке складання виробів на основі модульних технологічних процесів складання та модульного технологічного обладнання та оснащення, що формуються з взаємозв'язаних технологічних і конструкційних модулів. Для цього вперше: теоретично узагальнені та встановлені закономірності утворення всіх видів взаємозалежних, діючих в просторі та часі, зв'язків модульного складання виробів, побудована модель оптимальних траєкторій переміщення складаних деталей, необхідна для розробки модульних технологічних складальних процесів і проектування реалізуючого модульного обладнання та оснащення. На підставі опрацьованої модульної моделі гнучкого автоматизованого складання встановлено зміст і структури типових систем і підсистем складання виробів. Одержано 24 типові структури технологічних модулів, 27 – модульних технологічних процесів гнучкого складання виробів і 18 – переналагодження, описаних графами і матрицями, і метод їх вибору. Розроблений метод одночасного формування та формалізованого матричного опису технологічних і конструкційних модулів, їх переналагодження, стикування та програмного формування груп складаних деталей, що створюють необхідні умови розробки модульних технологічних процесів. Запропонований ітераційно-рекурентний метод розробки модульних технологічних процесів складання виробів, що базується на конструкційно-технологічних властивостях виробів, з описом ієрархічних рівнів структуризації конструкційними, технологічними і організаційними об'ємними матрицями. Теоретично узагальнена та опрацьована методика випереджувальної оцінки якості та конкурентності модульно складаних виробів, віртуальної реалізації модульних складальних процесів і особливо експлуатації складаних виробів, що дає можливість ще на проектній стадії вибрати для розробки кращі варіанти технологічно-конструкційних рішень.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що: створені на прикладному рівні інженерні методи формування технологічних і конструкційних модулів, як основи технологічних модульних процесів і реалізуючого обладнання та оснащення; запропоновано метод розробки модульних автоматизованих технологічних процесів гнучкого складання виробів; розроблений метод проектування реалізуючого модульного технологічного обладнання та оснащення; створений на прикладному рівні інженерний метод організації модульного автоматизованого гнучкого складального виробництва; запропонована ще на етапі технічної підготовки виробництва методика випереджувальної оцінки якості та конкурентності складаних виробів, модульної технології та конструкцій модульного обладнання з оснащенням; результати виконаних теоретичних і експериментальних досліджень впроваджені у виробництво, реалізовані в нових технологічно-конструкційних рішеннях, що дозволило підвищити ефективність модульного автоматизованого гнучкого складального виробництва; розроблені конструкції модульного технологічного обладнання та оснащення захищені патентами, що підтверджує їх новизну, корисність і ефективність.

**СПИСОК ПОСИЛАНЬ**

1. Григор'єва Н.С. Науково-технологічні основи гнучкого модульного автоматичного складання виробів: [монографія] / Наталія Сергіївна Григор'єва. – Луцьк: Надстир'я, - 2008. –520 с.

УДК 65.018:658.562

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ***д.т.н. Шабайкович В.А., Луцький національний технічний університет*

Якість - це душа продукції, котра народжується при її розробці, залежить від вхідних матеріалів, способів розробки і виготовлення, формується при її повстанні, зберігається при використанні. Якість продукції є одною з головних проблем сучасного народного господарства України, вирішення якої має велике значення.

За останній час інженерна практика досягла значних успіхів по підвищенню якості виробів, процесів і послуг. Однак, поки що не повністю вирішені всі необхідні питання. Вихід виробництва зі світової кризи при відкритій економіці буде неможливим без повного вирішення проблеми підвищення якості та конкурентності продукції, що випускається, на внутрішні, а особливо зовнішні ринки. Проблема забезпечення високої якості виробів, процесів і послуг вирішується у тісному зв'язку з іншими загальними і частковими функціями підприємства, такими як виробництво, інженерний супровід, маркетинг, кваліфікація персоналу тощо, які побудовані на принципах системної інтеграції. Мова іде про комп'ютерно-інтегроване виробництво майбутнього, в якому проблема високої якості виробів вирішуватиметься дещо по-іншому, враховуючи особливості такого підприємства. Засоби системної інтеграції, такі як інструментальні, прикладні та інші відносяться до інформаційних технологій, котрі забезпечуватимуть високу якість продукції автоматично. Така інтеграція передбачає постійне супроводження роботи підприємства, що називається інжинірингом, в якому забезпеченню високої якості виробів відводиться головне місце.

Процеси забезпечення якості тісно пов'язані з матеріальними, енергетичними, інформаційними, фінансовими і іншими потоками, в залежності від специфіки виробів. Потоки інформаційні та фінансові є двосторонніми, матеріальні – односторонні. Якщо в сучасному виробництві його об'єктом є виробничий процес, то при застосуванні логістики – різні потоки. Найбільші вагомні резерви економічності знаходяться не у виробничому процесі, як раніше, а у логістичному. Філософією підприємництва не є отримання прибутку, а формування економічного потенціалу. Якщо у сучасному підприємстві домінує власний ефект, то у перспективному – синергетичний, а ознаками конкурентності крім якості та ціни виступає ще логістичний сервіс.

Якість продукції визначається впливом різних чинників, які формують якість продукції. Їх можна поділити на внутрішні, котрі діють безпосередньо на виробництві, та зовнішні – створюючи навколишнє середовище, в якому працюють підприємства. Чинники, взаємопов'язані між собою, поділяються на групи, в яких і прослідковуються їх первинні взаємозв'язки і вторинні з іншими групами.

Головними внутрішніми чинниками, що формують якість, є розробка та виготовлення продукції. Рівень самої продукції та технологічного обладнання з оснащенням, на якому вона виготовлятиметься, має відповідати світовому. Тут основним є маркетинг, який повинен забезпечувати такий рівень шляхом правильного виявлення прототипу, в першу чергу за показниками якості. Переконавшись, що розроблювана продукція буде кращою за прототип (в іншому випадку нема чого її розробляти!) і матиме на ринку попит на довгий час, можна приступати до її розробки. При розробці необхідне як мінімум використання сучасних методів проектування, найкраще інноваційних, і обов'язкове проведення під час розробки випробувань на якість спочатку найбільш відповідальних частин, а по закінченні і цілого виробу. Тільки це дає можливість вдосконалити конструкційну розробку і одержати більш високі показники якості продукції.

Зовнішні чинники формування якості продукції представляються двома групами: базовими і супутніми. До базових чинників відносяться: рівень розвитку економіки, технічний потенціал, моніторинг якості, інвестиції, законодавчий супровід, кваліфікація керівної ланки тощо.

Головним у підвищенні якості продукції є застосування зарубіжної практики, інвестицій та інновацій, продуманих реформ, ефективного законодавства, усунення владних функцій для особистого збагачення, злиття влади з бізнесом, корупції, хабарництва, бюрократизації, тощо. Таким чином, для підвищення якості продукції необхідно зменшити негативний вплив внутрішніх і зовнішніх чинників.

**СПИСОК ПОСИЛАНЬ**

1. Шабайкович В.А. Управління забезпеченням якості продукції. -Львів: Вид-во ЛІМ, 2013. – 236 с.



УДК 621.577+697.1

**ТЕРМОДИНАМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ  
ТЕПЛОНАСОСНИХ СХЕМ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВЕЛЬ З  
ВИКОРИСТАННЯМ ТЕПЛОТИ ДОВКІЛЛЯ**

*д.т.н. Безродний М.К., к.т.н. Притула Н.О., НТУ України "КПІ ім. І. Сікорського"*

Виконано аналіз досліджень ефективності застосування теплового насоса (ТН) в системах теплопостачання з використанням різних відновлюваних джерел енергії. Аналіз показав відсутність у літературі чітких рекомендацій щодо визначення оптимальної глибини використання низькотемпературних джерел енергії у випарнику ТН за умов затрати енергії як на підвищення потенціалу цієї теплоти, так і на переміщення теплоносія в нижньому контурі ТН. Виконаний аналіз доступних досліджень у сфері застосування ТН в системах теплозабезпечення будівель з використанням теплоти довкілля показав низку відкритих питань, які стосуються умов ефективного застосування теплонасосних систем (ТНС) теплопостачання будівель та методик оцінки показників їх роботи. Це дозволило сформулювати ряд наукових задач, які представлені нижче.

Виконано термодинамічний аналіз простих ТНС опалення з використанням таких джерел енергії, як атмосферне та вентиляційне повітря, вода, ґрунт. Розроблено методику визначення оптимальної глибини використання низькотемпературних джерел енергії у випарнику ТН в низькотемпературних системах водяного опалення з використанням вищевказаних джерел енергії. Як показник термодинамічної ефективності вибрано відношення затраченої електричної енергії до генерованої тепловим насосом теплоти для задоволення потреб опалення, вентиляції та гарячого водопостачання.

Встановлено, що при використанні теплоти різних джерел енергії в ТНС опалення існує оптимальна глибина використання теплоти нижніх джерел енергії у випарнику ТН, якій відповідають мінімальні сумарні затрати електричної енергії на ТНС в цілому. У свою чергу, оптимальний ступінь охолодження теплоносія у випарнику ТН залежить від співвідношення заданих величин (величин втрати тиску та теплофізичних властивостей теплоносія) і практично не залежить від температури навколишнього середовища, температури теплоносія на вході до випарника ТН та розрахункової температури гріючого теплоносія в системі опалення. Визначено безрозмірний оптимальний ступінь охолодження теплоносія у випарнику ТН, для якого співвідношення заданих величин виступає як характерний масштаб зміни температур.

Розроблено теоретичні моделі таких комбінованих ТНС опалення і вентиляції, як ТНС низькотемпературного водяного опалення та вентиляції з використанням теплоти вентиляційного повітря, теплонасосно-рекуператорну систему опалення та вентиляції, ТНС опалення та вентиляції з використанням теплоти суміші вентиляційного та атмосферного повітря. Як показник термодинамічної ефективності вибрано величину сумарних питомих затрат зовнішньої енергії на комбіновану ТНС опалення та вентиляції, яка являє собою відношення затраченої зовнішньої енергії на одиницю отриманої теплоти для задоволення потреб опалення та вентиляції. Для кожної із розглянутих систем створена методика визначення показника термодинамічної ефективності в залежності від параметрів схеми.

Виконано порівняння ТНС опалення і вентиляції з використанням теплоти атмосферного та вентиляційного повітря з ТНС, які використовують теплоту або вентиляційних викидів, або атмосферного повітря. Встановлено, що використання теплоти суміші атмосферного та вентиляційного повітря завжди вигідніше порівняно з використанням лише теплоти атмосферного повітря, а порівняно з використанням вентиляційних викидів вирішальну роль у виборі нижнього джерела теплоти для ТНС відіграє відношення потоку теплоти на вентиляцію до потоку теплоти на опалення.

Розроблено теоретичні моделі ТНС низькотемпературного водяного опалення з використанням сонячної енергії, сонячної радіації в поєднанні з теплою ґрунту, а також ТНС гарячого водопостачання із використанням теплоти ґрунту в нижньому та сонячної енергії у верхньому контурі ТН. На основі числового аналізу встановлено умови ефективного використання сонячної енергії в комбінованих ТНС разом із використанням теплоти ґрунту. Визначено характеристики горизонтальних і вертикальних ґрунтових теплообмінників, які забезпечують мінімальне споживання зовнішньої енергії теплонасосними системами теплопостачання.



УДК 621.787

# ПОВЕРХНЕВЕ ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН НАНЕСЕННЯМ ЕВТЕКТИЧНИХ ПОКРИТЬ

д.т.н. *Голубець В.М.*, *Національний лісотехнічний університет України, м. Львів;*  
д.т.н. *Пашечко М. І.*, *Lublin University of Technology (Politechnika Lubelska), Poland*

Для підвищення ресурсу роботи деталей машин при експлуатації в екстремальних умовах контактної взаємодії (ударні навантаження, абразивне середовище) традиційно поширеними є процеси наплавлення і дифузійного насичення, які сприяють отриманню покриттів високої твердості і зносостійкості, наплавлення, крім того, і великої товщини. Недоліками цих технологій є неможливість використання наплавлення для зміцнення внутрішніх циліндричних поверхонь і деталей складного профілю, незначна глибина дифузійного шару і довготривалість процесу його нанесення та висока крихкість покриттів.

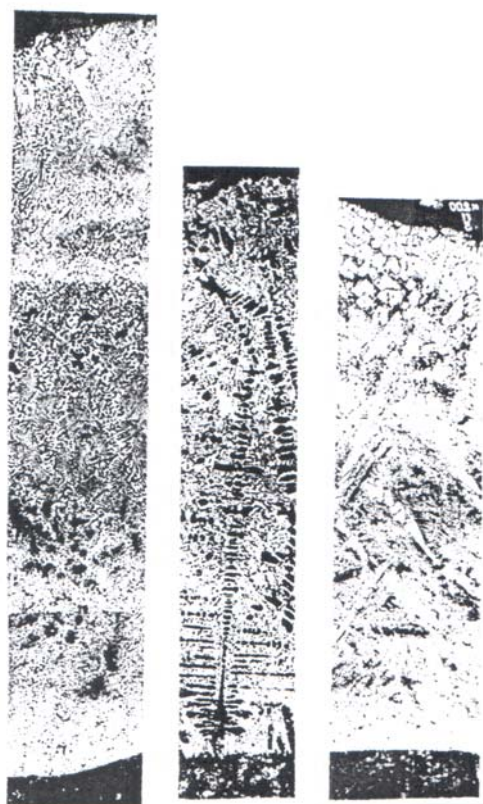
Авторами роботи запропонований спосіб отримання евтектичного сплаву в поверхневому шарі металу, який полягає в нагріванні шихтового матеріалу до температури плавлення легкоплавких компонентів шихти ( $1280^{\circ}\text{C}$ ) при умові, що до її складу входять елементи (C, B), які утворюють з залізом евтектику при нижчій температурі плавлення сплаву, витримці продовж 3...5 сек достатній для дифузійного перерозподілу атомів по об'єму розплаву і його кристалізації. Для цього була вибрана система Fe-Mn-B-C, елементи якої взаємодіють при температурі утворення евтектики. Розроблено спеціальні порошкові суміші (наприклад СЧ-15 - 33 мас. %, FeMn – 20...37 мас. %,  $\text{B}_2\text{O}_3$  - 25...50 мас. %, NaF - 5...15 мас. %), порошкові матеріали і евтектичні сплави леговані Ni, Cr, Si, V та інш., основу яких складають легкоплавкі металічні компоненти (наприклад сірий чавун СЧ і феромарганець FeMn) і елементи, що утворюють евтектику із залізом (C, B). Температура плавлення легкоплавких компонентів повинна бути нижчою або співрозмірною з температурою утворення евтектики.

Апробовано технологічні методи нанесення евтектичних покриттів (ЕП) шляхом пічного нагрівання, нагрівання струмами високої частоти (СВЧ), відцентрової біметалізації, в процесі сталеного лиття, плазмового і детонаційно-газового напилення.

Встановлено, що структура покриття базової системи Fe-Mn-B-C складається зі складно легованого перліту (матрична фаза), метастабільного карбіду заліза  $\text{Fe}_{0,4}\text{Mn}_{3,6}\text{C}$  (армуюча фаза) і включень бориду заліза  $\text{Fe}_2\text{B}$ . Відзначається евтектичний склад фаз. Зміна співвідношення компонентів в порошок суттєво впливає на кількість матричної і армуючої фаз, що сприяє формуванню покриття з до – і заевтектичним складом фаз (див. рисунок 1).

Зносостійкість сталі 45 з ЕП (товщина покриттів 0,2...2 мм) в абразивному середовищі в порівнянні з загартованою СВЧ при терті по сталі 45 відпаленій (пара тертя втулка-вкладень) підвищилася майже у 5 раз, по сталі загартованій і низько відпущеній – більше 2 раз і по сталі борованій у 5 раз. Границя втоми сталі 45 з ЕП на 16 % вище границі втоми борованої ( $G_1$  складає відповідно 370 і 310 МПа) і на 5 % напавленої сормайтом ( $G_1$  – 355 МПа). Кавітаційно-ерозійна стійкість сталі 45 з ЕП в середовищі дистильованої води і 3% розчину NaCl збільшується від 2 до 8 раз.

Перспективними в плані практичного застосування евтектичних порошоків системи Fe-Mn-B-C є розробка електродних матеріалів на безвольфрамовій основі з метою їх здешевлення, зниження трудомісткості і підвищення продуктивності завдяки меншій температурі утворення сплаву.



а) б) в)

Рис. 1. Структура ( $\times 200$ , зменшено у 3 рази) ЕП на сталі 45 по глибині: а) з евтектичним (товщина порошку  $h_{\text{пор}} = 4 \cdot 10^{-3}$  м), б) доевтектичним ( $h_{\text{пор}} = 3 \cdot 10^{-3}$  м) і в) заевтектичним ( $h_{\text{пор}} = 3 \cdot 10^{-3}$  м) складами фаз, нагрівання пічне,  $T = 1553\text{ K}$ ,  $\tau = 4,8 \cdot 10^{-2}$  с, охолодження на повітрі.

УДК 662.74:628.56

**АНАЛІЗ ДЖЕРЕЛ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ КОКСУ***к.т.н. Іванов І.І., Національна металургійна академія України, м. Дніпро*

Чільне місце в концепції сталого розвитку України займають питання захисту навколишнього середовища. Перспективи розвитку економіки тісно пов'язані з забезпеченням її екологічної безпеки. Коксохімічні підприємства, що розташовані в регіонах зі значною концентрацією промислового виробництва та високою щільністю населення, є потужним джерелом негативного впливу на довкілля. Більшість агрегатів і устаткування галузі виробили свої нормативні терміни експлуатації, морально і фізично застаріли; стовідсотковий знос мають 54% коксових батарей. Викиди, скиди та тверді відходи цих виробництв відрізняються широким спектром і високою токсичністю забруднювачів, можуть створювати значну загрозу природі і здоров'ю населення. Тільки в атмосферу виділяється в середньому 5,2 - 8,0 кг/т коксу шкідливих речовин. Тому проблема технічного переоснащення та реалізації системи природоохоронних заходів в галузі стоїть вкрай гостро.

Коксовий блок є джерелом більш ніж 75% газопилових викидів підприємства. Основними шкідливими інгредієнтами їх є вугільний і коксовий пил, оксиди вуглецю, сірки та азоту, аміак, сірководень, фенол, бензол, ціаністий водень, нафталін, бенз(а)пірен. Деякі сполучення цих речовин володіють ефектом сумачії; пил містить сполуки марганцю, міді, цинку, кадмію, свинцю. Джерелами організованих викидів в атмосферу є димові труби; має місце виділення газів через нещільності печей, залпові викиди при завантаженні вугілля, при видачі і охолодженні коксу. Забруднення атмосферного повітря є основним фактором негативного впливу на населення і на біосферу в цілому.

З метою оцінки ступеня небезпеки забруднення повітряного басейну проведено аналіз джерел викидів шкідливих речовин в умовах коксового цеху ПрАТ «Євраз ДМЗ». Цех включає два блоки по 2 коксові батареї в кожному; проектна потужність 1 млн. т. на рік.

На першому етапі досліджень згідно ОНД-86 [1] визначені максимальні приземні концентрації шкідливих речовин з урахуванням потужності викидів з різних джерел за даними [2]. На другому етапі за методикою [3] виконана оцінка рівня забруднення атмосферного повітря цими викидами. В таблиці наведені індекси показників забруднення атмосфери ( $ПЗ_i$ ) з різних джерел. Коефіцієнт комбінованої дії забруднювачів, що визначає гранично допустиме  $ПЗ_i$ , становить 3,1623. Тобто, найбільший внесок у забруднення атмосфери вносять викиди з димових труб, з гасильних вагонів і через нещільності дверей; є перевищення допустимого рівня також для викидів при завантаженні шихти і з труби установки безпилової видачі коксу (УБВК).

Таблиця 1.

Індекси показників забруднення атмосфери з джерел викидів в коксовому цеху

| Джерело                        | $ПЗ_i$ | Джерело              | $ПЗ_i$ | Джерело              | $ПЗ_i$ |
|--------------------------------|--------|----------------------|--------|----------------------|--------|
| Завантаження шихти             | 4,2715 | Димові труби         | 11,634 | Вежі гасіння         | 2,6878 |
| Люки (нещільності)             | 1,3523 | Гасильні вагони      | 6,3783 | Труба УБВК           | 3,4424 |
| Двері (нещільності)            | 5,1763 | Коксові рампи        | 2,4569 | Коксосортування      | 0,322  |
| Видача коксу (повз парасольку) | 2,0834 | Стояки (нещільності) | 1,247  | Газоскидний пристрій | 0,6603 |

Сумарний показник забруднення атмосфери коксовим цехом становить 41, 712, що перевищує нормативне значення у 13,191 рази. Згідно [3] такий рівень забруднення є неприпустимим, а ступінь його небезпеки кваліфікується як дуже небезпечний. Встановлені кількісні характеристики рівня забруднення повітряного басейну для джерел викидів дозволяють обґрунтовано вибрати пріоритетні об'єкти для розробки і реалізації заходів щодо підвищення техносферної безпеки цеху.

**СПИСОК ПОСИЛАНЬ**

- 1.Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД – 86. – Л.: Гидрометеоздат, 1987. – 97 с.
- 2.Постоянный технологический регламент коксового цеха. – Днепропетровск: ПАО «Евраз – ДМЗ им. Петровского», 2010. – 124 с.
- 3.ДСП - 201- 97 Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними і біологічними речовинами). – Київ: МОЗ України, 1997. – 45 с.

УДК 669.14.018.295:620.192

**УТВОРЕННЯ ТРІЩИН ПОБЛИЗУ НЕМЕТАЛЕВИХ ВКЛЮЧЕНЬ ПРИ ПЛАСТИЧНІЙ ДЕФОРМАЦІЇ ПІСЛЯ ЛАЗЕРНОЇ ОБРОБКИ СТАЛІ***д.т.н. Губенко С.І., асп. Нікульченко І.О., Національна металургійна академія України, м. Дніпро*

Досліджено вплив лазерної дії на механізм формування мікроруйнувань на границях включення-матриця при пластичній деформації. Показано, що локальна мікросварка в момент лазерної дії сприяє підвищенню когезійної міцності цих границь.

Методи дії на неметалеві включення представляють собою один з найбільш перспективних напрямів обробки сталей. Відомо, що неметалеві включення є причиною утворення деяких дефектів зміцненого шару при лазерній обробці. Встановлено також, що попередня лазерна дія чинить вплив на поведінку неметалевих включень при пластичній деформації. Метою роботи є виявлення впливу режиму лазерної дії на механізм та параметри утворення мікроруйнувань уздовж міжфазних границь включення-матриця сталі при гарячій деформації.

Зразки сталей R7, НБ-57, 08кп, 08Х, 08Т, 08Ю, ШХ15 з полірованою поверхнею піддавали лазерній дії на установці ГОС-30М при енергії імпульсу 10, 18, 25 і 30 Дж. Швидкість нагрівання складала  $10^5$  °С/с, час дії імпульсу – (1,0, 2,5, 3,6, 4,2 і 6,0)  $10^{-3}$  с, швидкість охолодження -  $10^6$  °С/с. При дослідженні утворення мікроруйнувань зразки сталей піддавали розтягненню у вакуумі при температурах 1000...1250 °С на установках Інстрон-1195 та ІМАШ-5С-65 з швидкостями переміщення захватів  $V_1$  - 800,  $V_2$  - 1680 і  $V_3$  - 2000 мм/хв.

Показано, що поблизу усіх видів включень після лазерної дії та деформації спостерігали локалізацію деформації, яка привела до утворення мікроруйнувань. Відомо, що для багатьох включень при звичайному розтягненні характерно утворення порожнин (в'язких тріщин) шляхом розшарування уздовж міжфазних границь включення-матриця. Це є включення оксидів в сталях 08Ю, 08кп, 08Х, деяких сульфідів і сульфідних евтектик в сталях НБ-57, ШХ15, 08Ю. У той же час для включень з титаном в сталі 08Т, силікатів в сталі 08Ю більш характерно утворення крихких тріщин в самих включеннях. Після пластичної деформації без попередньої лазерної дії поблизу включень  $Al_2O_3$ ,  $MnO \cdot Al_2O_3$ , залізо-марганцевих сульфідів виникли порожнини, що представляють собою в'язкі тріщини. Залізо-марганцеві силікати незалежно від ступеня їх пластичності не виявили схильності до утворення порожнин, в них виникали крихкі тріщини. При температурах плавлення легкоплавких сульфідних евтектик в сталі виникали порожнини, що заповнені розплавом, від яких розвивались тріщини.

Визначені критичні ступені деформації  $\epsilon_{кр}$ , при досягненні котрих виникали мікроруйнування поблизу включень без попередньої лазерної дії. Вочевидь, чим вище температура деформації, тим більше величина критичного ступеня деформації  $\epsilon_{кр}$  для усіх видів включень і мікроруйнувань. Але при плавленні сульфідів і силікатів величина  $\epsilon_{кр}$  різко знижується внаслідок розвитку червоноламкості. Виявився вплив швидкості деформування (швидкості переміщення захватів  $V_1, V_2, V_3$ ) на величину  $\epsilon_{кр}$ . При переході від  $V_1$  до  $V_2$  її величина зростає у зв'язку з підвищенням інтенсивності проковзування, яке сприяє деформаційному зміцненню міжфазних границь включення-матриця; при переході від  $V_2$  до  $V_3$  величина  $\epsilon_{кр}$  знову знижується через утруднення протікання динамічних релаксаційних процесів в границях включення-матриця. Розроблені схеми трансформації границь включення-матриця в процесі проковзування та руйнування після попередньої лазерної дії, що привела до формування складних композитних і градієнтних структур різних типів. Показано, що лазерна дія призвела до формування міжфазних границь включення-матриця, що мають підвищену стійкість до деформуючих високотемпературних дій, а також спроможних ефективно розсіювати енергію, що підводиться зовні, в момент піка напружень за допомогою пластичної релаксації в результаті проковзування.

Встановлено вплив температурно-швидкісного режиму деформування, а також енергії лазерного імпульсу та тривалості дії на параметри утворення та розвитку крихких розшарувань уздовж міжфазних границь включення-матриця. Визначений інтервал енергій лазерного променя, коли ці ефекти виражені максимально. Стабільність лазерного зміцнення границь включення-матриця визначається цим інтервалом енергії імпульсу і зростає при підвищенні тривалості лазерної дії. Показано, що при комбінованій обробці сталі ЛТО + високотемпературна деформація реалізуються два механізми зміцнення міжфазних границь включення-матриця: лазерне (високошвидкісне термічне) та деформаційне.



УДК 628.1.03

**ОКИСНО-ВІДНОВНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ПИТНОЇ ВОДИ ТА СТАН КРОВІ ЛЮДИНИ***к.т.н. Мацієвська О.О., Національний університет "Львівська політехніка"*

Якість питної води є визначальним фактором здоров'я населення будь-якої країни світу. Найважливішим показником властивостей питних вод є окисно-відновний потенціал (ОВП).

Всесвітня організація охорони здоров'я рекомендує споживати воду з ОВП не більше 60 мВ. Окисно-відновний потенціал внутрішнього середовища організму людини в нормі завжди менше нуля і знаходиться у межах від –100 до –200 мВ. Вважається, що оптимальною для здоров'я людини є питна вода з від'ємним значенням ОВП. Проте, людина споживає воду з ОВП у межах 100–400 мВ. Для адаптації окисно-відновного потенціалу питної води та внутрішнього середовища людина додатково витрачає енергію. В Україні в процесах водопідготовки цей фактор не враховується.

Залежно від способу підготовки води з від'ємним ОВП її показники якості можуть змінюватися і це, в свою чергу, безпосередньо впливатиме на здоров'я людини.

Мета дослідження – визначення впливу окисно-відновного потенціалу води різної якості на стан крові людини.

Під час проведення досліджень використано метод потенціометричного визначення показників якості вихідної та досліджуваної води. Окисно-відновний потенціал вимірювали портативним ОВП-метром марки ORP-2069, (Китай), загальний солевміст і температуру – портативним аналізатором якості води TDS-метр марки TDS-3 M (Китай), значення рН – портативним РН-метром марки РН-2011 АТС (Китай). Похибка вимірювання приладами відповідно –  $\pm 5$  мВ,  $\pm 2$  % та  $\pm 0,01$  одиниці рН.

Воду з від'ємним значенням ОВП отримували:

- активацією вихідної води за допомогою електричного активатора води марки ЭАВ-3 ("Ековод", Україна);

- насиченням вихідної води молекулярним воднем.

Стан крові експериментатора визначали гемоскануванням (миттєве дослідження краплі капілярної крові під мікроскопом при збільшенні в 4,5 тис. разів) в оздоровчо-реабілітаційному центрі біологічної медицини "Сідус", м. Львів (ліцензія МОЗ України серія АГ №600865 від 04.07.2012 р.).

Досліджували дистильовану, водопровідну та мінеральну природну лікувально-столову воду «Поляна Квасова» (Україна). Методика проведення досліджень полягала в такому – визначали показники якості вихідної води, після чого її активували або насичували воднем. За 1 год до відбору краплі крові експериментатор визначав показники якості досліджуваної води та випивав 1 дм<sup>3</sup> досліджуваної води. Стан крові досліджували гемоскануванням та порівнювали з еталонним станом крові. Проводили шість серій досліджень.

Першу серію досліджень (еталонний стан крові) проводили натще за звиклого споживання їжі та води. Другу серію досліджень проводили після споживання відстояної протягом 24 год води з водопровідного крану. Третю серію досліджень проводили після споживання католіту. Четверту серію досліджень проводили після споживання дистильованої води, насиченої воднем. П'яту серію досліджень проводили після споживання води, відібраної з водопровідного крану, насиченої воднем. Шосту серію досліджень проводили після споживання мінеральної природної гідрокарбонатної натрієвої борної лікувально-столової води "Поляна Квасова", насиченої воднем.

Дистильована вода немає властивостей питної води. Значення загального солевмісту мінеральної води «Поляна Квасова» значно перевищує нормативне значення допустимого вмісту солей у питній воді. Водопровідна вода (м. Львів, Україна) характеризується фізіологічною повноцінністю мінерального складу. За значенням рН усі проби води, крім дистильованої, відповідали показникам якості питної води. За значенням окисно-відновного потенціалу найсприятливішою для організму людини є мінеральна вода «Поляна Квасова». Насичення вихідної води молекулярним воднем та активація в електроактиваторі дає змогу зменшити її окисно-відновний потенціал до від'ємних значень. Зміна показників якості активованої води (католіт) свідчить про їх невідповідність показникам питної води. Показники якості води, насиченої воднем, не змінилися. Споживання води з від'ємним окисно-відновним потенціалом поліпшує стан крові експериментатора порівняно з еталонним. За споживання активованої водопровідної води (католіт) спостерігається її імуномодуючий ефект. Констатовано потужний антиоксидантний ефект водопровідної води, насиченої воднем. Стан крові, близький до ідеального, спостерігається після споживання мінеральної води «Поляна Квасова», насиченої воднем. Насичення водопровідної води воднем може розглядатися як метод поліпшення якості питної води, а отже здоров'я людини.

УДК 532.135:532.542:532.517.4

# ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОДИНАМІЧНО АКТИВНИХ ПОЛІМЕРІВ НА МЕРЕЖАХ ДОЩОВОЇ КАНАЛІЗАЦІЇ ПРИ ОПАДАХ ВЕЛИКОЇ ІНТЕНСИВНОСТІ

к.т.н. **Орел В.І.**, Національний університет "Львівська політехніка"

Перевищення розрахункової інтенсивності дощу не завжди призводить до затоплення території міста або промислового підприємства. Якщо на ділянці мережі дощової каналізації витрата дощових вод перевищує розрахункову, то виникне підтоплення прокладеного вище колодезя. При зростанні витрати рівень води в колодезі підвищуватиметься до межі – верху горловини. Лише при подальшому збільшенні витрати може бути вилив води з колодезя та почнеться затоплення доріг, вулиць тощо.

Мережа дощового водовідведення працює при безнапірному русі. Згідно з ДБН В.2.5-75:2013, її розраховують на повне наповнення труб. Тому можна вважати, що ділянка мережі працює при гравітаційному напорі  $\Delta H$  (рис. 1). Характеристика трубопроводу при розрахунковій витраті дощових вод  $Q_w(\Delta H)$  зображена кривою 1, яка проходить через т.А (рис. 2). При цьому мережа дощової каналізації є обмеженою по витраті (рис. 2, пряма 2), більше якої не здатна пропустити.

При переході на напірний рух з напором  $(\Delta H + h)$ , якому відповідає витрата  $Q_w(\Delta H + h)$ , може відбуватися підтоплення колодезя  $K-i$  (рис. 1). При цьому характеристика трубопроводу все ще описується кривою 1, але витрата відповідає більшому напору, ніж  $\Delta H$  (рис. 2).

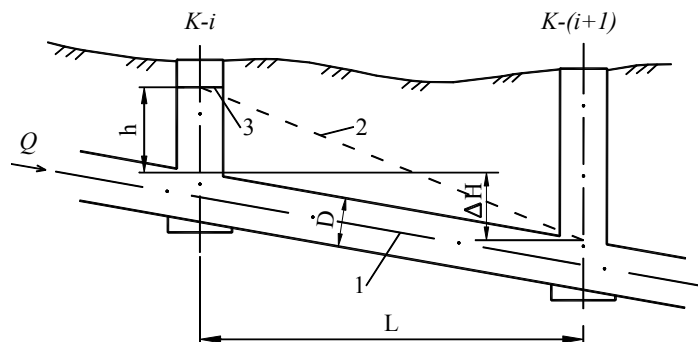


Рис. 1. Схема ділянки мережі дощового каналізації: 1 – лінія п'єзометричного напору без підтоплення колодезя; 2 – те саме, при підтопленні; 3 – рівень води в колодезі

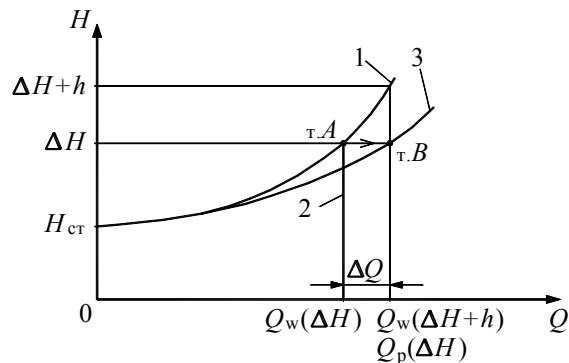


Рис. 2. Характеристика трубопроводу: 1 – без уведення ГДАП; 2 – обмеження по витраті; 3 – при уведенні ГДАП

Пропускна здатність трубопроводу при напірному русі завжди більша, ніж при безнапірному, позаяк співвідношення  $\frac{h}{\Delta H} > 0$ . Так, співвідношення витрат при напірному та безнапірному русі:

$$\frac{Q_w(\Delta H + h)}{Q_w(\Delta H)} = \sqrt{\frac{(\Delta H + h)/L}{(\Delta H)/L}} = \sqrt{1 + \frac{h}{\Delta H}},$$

де  $L$  – довжина ділянки мережі дощового каналізації між колодезями  $K-i$  та  $K-(i+1)$ . Тут індекс "w" відповідає протіканню дощової води.

Надлишкова витрата, яку треба пропустити на ділянці мережі при переході від безнапірного руху до напірного (рис. 2):

$$\Delta Q = Q_w(\Delta H + h) - Q_w(\Delta H).$$

Для уникнення підтоплення, тобто при поверненні роботи мережі при гравітаційному напорі  $\Delta H$  без збільшення діаметру трубопроводу чи прокладанні паралельної лінії, можна використовувати гідродинамічно активні полімери (ГДАП), розчини яких збільшують пропускну здатність циліндричного трубопроводу за рахунок зменшення гідравлічного тертя. Отже, при введенні їх у мережу вона працюватиме при напорі  $\Delta H$  з витратою  $Q_p(\Delta H)$ , а надлишкова витрата при цьому:

$$\Delta Q = Q_p(\Delta H) - Q_w(\Delta H).$$

Тут індекс "p" відповідає протіканню дощової води з додаванням розчинів ГДАП.

Нова характеристика трубопроводу відповідає при цьому кривій 3 (рис. 2). Остання проходить через т.В, яку одержано додаванням до т.А на кривій 1 надлишкової витрати  $\Delta Q$  при напорі  $\Delta H$ .



УДК 712.01

**ВАРІАНТИ МОДЕЛЮВАННЯ ЛАНДШАФТНО-АРХІТЕКТУРНОЇ ТА ПРОСТОРОВОЇ СТРУКТУРИ РЕКРЕАЦІЙНО-РОЗВАЖАЛЬНИХ ПАРКІВ***магістр Вітюк І.В., к.т.н. Ковальський В.П., Вінницький національний технічний університет*

Розробка процесу формування садово-паркового об'єкта є процес, що розвивається в послідовних етапах, кожний з яких має свою внутрішню структуру.

Метою роботи є розробка варіантів моделювання ландшафтно-архітектурної та просторової структури рекреаційно-розважальних парків.

Загалом процедура формування садово-паркового об'єкта складається з чотирьох основних етапів:

I етап – збір інформації з визначенням чинників: містобудівних, ландшафтно-кліматичних, історико-культурних, композиційно-художніх та інших;

II етап – аналіз факторів;

III етап – композиційний аналіз;

IV етап – побудова моделей [1].

Запропонована в роботі структура композиційного аналізу щодо проектування парків встановлює чотири основні етапи формування садово-паркового об'єкта на основі виявлення його композиційного каркасу:

I – ландшафтно-просторовий аналіз (аналіз композиційної структури природного ландшафту);

II – аналіз функціонального каркаса території;

III – аналіз оглядово-просторової структури парку;

IV – архітектурно-композиційний аналіз.

На кожному етапі головний об'єкт дослідження і проектування визначається як система, що складається з взаємозв'язаних елементів, з'єднаних системоутворюючими зв'язками і може бути охарактеризована певними архітектурно-композиційними та функціональними параметрами [2].

Як показали дослідження, найбільш доцільними для ландшафтно-просторового та архітектурно-композиційного формування садово-паркових об'єктів є метод моделювання, основним завданням якого є пошук та вибір оптимальної структури заявленого об'єкту завдяки гармонійному співставленню її природних та антропогенних компонентів.

Базуючись на висновках попереднього аналізу була побудована і застосована морфологічна модель планувальної структури садово-паркового об'єкту, яка формується при наявності: схеми аналізу ландшафтно-просторової структури місцевості; схеми функціонального зонування; схеми візуально-просторових зв'язків; схеми архітектурно-композиційного аналізу [3].

Структура моделі включає головні компоненти системи садово-паркового об'єкту, а саме: основні взаємодіючі складові (природні та антропогенні); функціональні зони; візуально – просторові зв'язки.

Отже, у ході дослідження сформована морфологічна модель розвитку садово-паркових об'єктів, яка дає змогу виділити їх основні напрямки формування та розвитку в умовах реконструкції та створенні нових об'єктів.

**СПИСОК ПОСИЛАНЬ**

1. Гостев В.Ф. Проектирование садов и парков / Гостев В.Ф., Юскевич Н.Н. – М.: Стройиздат, 1991. – 340 ст.
2. Кучерявий В.П. Озеленення населених місць/ Володимир Панасович Кучерявий — Львів: Світ, 2008. — 456с.
3. Теодоронский В.С. Объекты ландшафтной архитектуры / В.С. Теодоронский, И.О. Боговая. – М. : Изд-во МГУЛ, 2003. – 300 с.

УДК 537.8

## ПРАКТИКА ОЦІНКИ ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ОБ'ЄКТІВ МЕРЕЖІ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ

*к.т.н. Терещенко О.П., д.т.н. Поляков А.П., Вінницький національний технічний університет*

**Abstract:** Possible influences of objects of mobile communication network are in-process probed on an environment. Aerials of cellular create an electromagnetic (ionizing) radiation in space which requires a calculation and establishment of sanitary-hygienic areas and areas of limitation of building.

В результаті будівництва об'єктів мобільного зв'язку-базових станцій(БС) задовольняється попит населення в сучасному якісному зв'язку.

Аналіз впливу БС був проведений на вимогу Закону України Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення та державних будівельних норм щодо складу і змісту матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище.

Обладнання і апаратура, що використовуються, мають висновки державної санітарно-епідеміологічної експертизи, сертифікати відповідності та відповідають діючим стандартам України для наведених кліматичних умов і не впливають на інтенсивність сонячної радіації, оточуючу температуру, швидкість вітру, вологість, атмосферні інверсії і тривалість туманних періодів.

Приміщення БС обладнано засобами автоматичного кондиціонування та пожежогасіння.

Режим роботи БС - автоматичний, що виключає постійне перебування обслуговуючого персоналу.

Для виїзду на базову станцію, з метою проведення технічного обслуговування, використовуються існуючі дороги.

Розміщення та експлуатація обладнання БС не потребує водоспоживання і водовідведення. Стічних вод БС не формує. Потреби у підключенні до міських мереж водопроводу та каналізації немає, тому відомості про можливі джерела водопостачання і показники водовідведення не розглядались.

Сировинні, земельні ресурси при експлуатації об'єкта не використовуються. Інших впливів, які можуть привести до виникнення змін компонентів геологічного середовища (зсуви, зміна напруженого стану, деформації і тому подібне), при установці БС немає.

Всі поверхневі стоки атмосферних опадів скидаються за існуючою схемою.

В процесі технічної експлуатації обладнання БС шкідливі викиди не утворюються, таким чином, виключається забруднення ґрунтів.

Виходячи з технологічних вимог, при будівництві БС для підтримки мікроклімату апаратної, використовується спліт-система, що складається з внутрішнього і зовнішнього блоків. Дане обладнання має максимальний рівень шуму приблизно в 57 дБа, що відповідає вимогам нормативних актів та не перевищує максимально допустимих норм.

Звукове навантаження спліт систем, які використовуються в апаратній БС, має періодичний характер, тобто при створенні необхідною мікроклімату в приміщенні апаратної спліт-система автоматично відключається.

На БС застосовуються акумулятори закритого типу з рекомбінацією газів і напругою 2,4 В на елемент, які можуть бути встановлені у виробничих приміщеннях загального призначення. При зарядженні акумуляторів закритого типу газу не виділяються.

Аналіз характеру планованої діяльності дозволив визначити, що компонентом навколишнього середовища, на який може мати вплив планована діяльність є повітряне середовище. Антени базової станції, які випромінюють електромагнітну енергію є джерелом електромагнітного поля та можуть мати вплив на повітряне середовище а саме-створюють електромагнітне (неіонізуюче) випромінювання в простір, що вимагає розрахунку та встановлення санітарно-захисної зони та зони обмеження висоти забудови.

Крім того, виникає необхідність враховувати це під час вибору місця розташування БС

Таким чином, антени БС можуть бути джерелом впливу за рахунок електромагнітного випромінювання в простір.

УДК 629:614

## ЛЮДСЬКІ ПОМИЛКИ В ІЄРАРХІЇ ПРИЧИН, ЩО СПРИЧИНЯЮТЬ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНІ ПРИГОДИ

*к.т.н. Осін Р.А., Мезенцева О.М., Кіровоградський національний технічний університет*

Дорожньо-транспортні пригоди (далі - ДТП) та їх наслідки в умовах сьогодення стають найбільш важливою проблемою, що постає перед суспільством і окремими людьми у їх повсякденному житті. За даними ВООЗ та інших міжнародних організацій, щороку в світі від ДТП гинуть понад 1 млн. 300 тис осіб, отримують травми близько 50 млн. Україна за рівнем смертності від ДТП посідає п'яте місце у Європі [1]. На сьогодні в середньому за добу по Україні виникає 368 ДТП, в яких гине 11 осіб., 86 – отримують травми [2], а в цілому за рік гине до 5 тис. осіб.

Метою даного дослідження є аналіз причин виникнення ДТП та визначення основних підходів до попередження нещасних випадків на транспорті. Безпека дорожнього руху забезпечується нормальним функціонуванням системи «людина – транспортний засіб – дорожнє середовище». Людина в цій системі відіграє дуже важливу роль тому, що більш як половина усіх нещасних випадків на дорозі трапляється з вини саме людини (водія, пасажир, пішохода). Загальновідомо, що безпека руху на транспорті напряду залежить від людського чинника, який за оцінкою експертів складає 80-90% серед причин ДТП. ДТП, що виникли з вини водіїв: перевищення встановленої швидкості; керування транспортним засобом в нетверезому або хворому стані; порушення сигналів світлофорів і знаків; недотримання переважного права проїзду або встановлених правил обгону; виїзду на лінію на несправній машині; необережної поїздки при поганій погоді і слизькому покритті; недотримання дистанції. ДТП, що виникають із вини пасажирів та пішоходів: вхід й вихід під час руху; ходіння по проїзній частині; вихід із зупиненого транспортного засобу на проїзну частину; перехід вулиці при червоному сигналі світлофора або в забороненому місці; нетверезий стан пішохода. Також причинами створення ДТП є технічні несправності рухомого складу: недосконала або несправна гальмівна система чи рульове керування; незадовільний стан ходових частин; погана зовнішня освітленість транспортних засобів та світлова сигналізація та ін. ДТП, що пов'язані з дорожніми умовами, найбільше виникають через неправильну організацію дорожнього руху. Виникнення кожної дорожньо-транспортної пригоди пов'язане, зазвичай, з декількома причинами й факторами. У середньому на кожні 100 подій припадає близько 250 причин і факторів. Головними ж причинами ДТП, що скоєні з вини людини та за даними статистики смертельних наслідків, є наступні: 1) перевищення безпечної швидкості; 2) порушення правил маневрування; 3) керування транспортним засобом у нетверезому стані; 4) порушення правил проїзду перехресть; 5) недодержання дистанції; 6) порушення правил проїзду пішохідних переходів; 7) виїзд на зустрічну смугу; 8) перехід у невстановленому місці. Аналіз причин, через які виникають ДТП, є досить важливим для розробки заходів щодо їх попередження. Такі заходи можна об'єднати у групи: організаційно-технічні; планувально-реконструктивні; регульовальні; соціальні; інформаційні. До організаційно-технічних заходів відносяться: організація систематичного обліку дорожньо-транспортних пригод з розбивкою їх за категоріями, місцем, часом і причинами виникнення; систематичне проведення обстеження інтенсивності та умов руху транспорту й пішоходів; систематичний медичний огляд і перевірка знань правил дорожнього руху й технічної експлуатації; організація систематичного технічного огляду рухомого складу з метою виявлення технічних несправностей та ін. До планувально-реконструктивних заходів відносяться: усунення істотних недоліків планування вулиць: розширення їх проїзної частини, пом'якшення подовжнього профілю проїзної частини, збільшення радіуса кривих у плані, поліпшення відстані видимості на перетинаннях і кривих за рахунок зносу будинків, споруджень і зелених насаджень, реконструкція мостів, шляхопроводів, тунелів та ін. Регульовальні заходи: встановлення дорожніх знаків та нанесення розмітки; відокремлення проїзної частини від тротуарів шляхом посадки зелених насаджень або розташування металевих огорожень; устаткування наземних пішохідних переходів острівцями безпеки; застосування розділових смуг на широких проїзних частинах; перевід вулиці на одnobічний рух; перевід частини транспортного потоку на рух по інших вулицях та ін. Соціальні заходи: юридична, адміністративна, цивільна, кримінальна відповідальність за скоєння ДТП. Інформаційні заходи полягають у доведенні до населення через засоби масової інформації, рекламу на дорогах, підприємствах правил дотримання безпеки руху.

### СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Десятиліття дій з безпеки дорожнього руху, проголошене Генеральною Асамблеєю ООН на 2011-2020 рр. [Електронний ресурс] // Тиждень безпеки дорожнього руху «Партнерство заради безпеки!»:

- [сайт] / Асоціація безпеки дорожнього руху. – Режим доступу: <http://week2011.roadsafety.org.ua/ua/10/11> (25.06.15). – Назва з екрану.
2. Страшные цифры: статистика ДТП за 2015 год – Режим доступу: <https://auto.ria.com/news/autolaw/224875/strashnye-czifry-statistika-dtp-za-2015-god.html>

УДК: 614.842.6

## РОЗРОБКА І СТВОРЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ ТА ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

*к.т.н. Алексеєнко С.О., к.т.н. Шайхлісламова І.А., Леммер Ю.В., ДВНЗ "Національний гірничий університет", м. Дніпро, Масур Г.С., Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. В. Лазаряна*

Щорічно в Україні виникає понад 500 надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру. Рівень природно-техногенної безпеки країни в значній мірі обумовлений надмірними техногенними навантаженнями на природне середовище. Промислові райони являють собою зони з надзвичайно високим ступенем ризику виникнення аварій і катастроф техногенного походження. Цей ризик зростає внаслідок використання застарілих технологій і обладнання (зношеність основних фондів в Україні складає 50-60%), низьких темпів оновлення та модернізації виробництва (третина обсягу продукції в Україні виробляється на потенційно небезпечних підприємствах). До таких об'єктів належать: хімічно небезпечні об'єкти, радіаційно-небезпечні підприємства, вибухо- і пожежонебезпечні об'єкти, а також гідродинамічні небезпечні споруди.

У даний час на всіх континентах землі продовжують експлуатуватися тисячі небезпечних об'єктів з такими запасами радіоактивних речовин, отруйних і вибухових речовин, яких достатньо для нанесення непоправних втрат навколишньому середовищу і навіть для повного знищення життя на землі. Прикладом такої трагедії є пожежа з наступними вибухами на артилерійських складах Міноборони яка сталася у березні 2017 року у місті Балаклія (Україна) в результаті яких пошкоджено 243 будинки. Великі аварії, катастрофи не мають національних кордонів, ведуть до загибелі людей, мають величезні екологічні та економічні наслідки і створюють соціально-політичну напруженість. Всі ці обставини вимагають вирішення питань удосконалення захисту та життєзабезпечення населення, організації ведення аварійно-рятувальних робіт та технічного забезпечення. На кафедрі Аерології та охорони праці ДВНЗ «Національний гірничий університет» спільно з Дніпропетровським національним університетом залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна розроблено мобільний багатофункціональний комплекс для гасіння пожеж і ліквідації надзвичайних ситуацій. Детальний опис і схема зазначеного комплексу наведено у роботі [1].

Мобільний комплекс обладнаний двома моніторами, які дозволяють викидати струї робочої рідини. Далекобійність рідинних струменів – до 100 м з витратою 200 л/с, газорідинних і аерозольних струменів – до 300 м. Обробка аварійної зони може проводитися по сектору, колу або смугами, зі зміною або фіксацією кута нахилу струменів.

Розроблений нами багатофункціональний комплекс має високу прохідність і маневреність, у тому числі на пересіченій місцевості, піщаних і кам'янистих ґрунтах, на болотистій і засніженій місцевостях. Мобільний комплекс може бути оперативно доставлений до місця роботи залізничним або водним транспортом, великовантажними транспортними літаками або своїм ходом. Після доставки комплексу на місце надзвичайної ситуації він може бути включений в роботу без додаткової збірки.

Розробники комплексу бачать подальші перспективи його вдосконалення і створення в системній автоматизації технологічних процесів що реалізуються, тобто по суті перетворення мобільного комплексу в сучасну багатофункціональну систему, здатну вирішувати широке коло завдань по ліквідації надзвичайних ситуацій та захисту навколишнього середовища. Передбачається комплектація системи безпілотними літальними апаратами для здійснення функцій моніторингу навколишнього середовища. Для завершення комплексу робіт зі створення мобільного багатофункціонального комплексу необхідне відповідне фінансування та міжнародне співробітництво в цьому напрямку.

## СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Алексеєнко С.А. Мобильный многофункциональный комплекс для локализации и ликвидации чрезвычайных ситуаций / Алексеєнко С.А., Шайхлісламова И.А., Масур А.С. // Чрезвычайные ситуации: образование и наука. Международный научно-практический журнал, Гомель, ГИИ МЧС Республики Беларусь, 2016, том 11, №1. С.70-74.

УДК 669.2

# ДОСЛІДЖЕННЯ І РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЗМЕНШЕННЯ ТЕПЛОВИХ ВИКИДІВ ДУГОВИХ ЕЛЕКТРОПЕЧЕЙ

*к.т.н. Тарасов В.К., к.т.н. Румянцев В.Р., Новокищова О.В., Запорізька державна інженерна академія*

Згідно концепції розвитку гірничо-металургійного комплексу України планується значно збільшити випуск електросталі за рахунок модернізації діючих печей, створення нових цехів і підприємств на рівні кращих світових стандартів енерго- і ресурсозбереження, та вирішення проблеми покращення умов праці на діючих підприємствах електрометалургії з комплексом особливо шкідливих та небезпечних чинників.

Аналіз виробничого середовища на прикладі ПАТ «Дніпрспецсталь» показує, що в процесі роботи електропечей, крім шкідливих газів і пилу, значний негативний вплив на обслуговуючий персонал дає висока температура до +45°C та інфрачервоне випромінювання до 10,5 кВт/м<sup>2</sup> (при нормі 140 Вт/м<sup>2</sup>). Ці фактори відносяться до 3-го найвищого ступеня шкідливих умов праці. Створюється нагрівальний мікроклімат, що може призвести до гострого перегрівання (тепловий удар, судоми, непритомність), хвороби органів зору – електрофтальмії, катаракти. Причому, як показують наукові дослідження, продуктивність праці різко знижується при високій температурі робочого середовища.

Наприклад, при температурі 26-30 °C продуктивність складає 20-50 % від її рівня при 18°C. Теплові викиди в навколишнє середовище також порушують екологічний баланс в атмосфері.

Основною причиною теплових викидів є вихід нагрітих газів через зводові отвори і випромінювання від нагрітих електродів, рідкої сталі та шлаку. Для виключення виходу тепла гарячих газів із печі необхідно використовувати ущільнювачі з відсічкою повітря інертним газом або установкою економайзерів. В цьому випадку, крім зменшення викидів тепла, є можливість нагрівання води і її використання для побутових цілей. Складніше вирішується проблема зниження інтенсивності випромінювання. Її величину можна знайти за формулою, Вт/м<sup>2</sup>:

$$q = 0.91S \left[ \left( \frac{T}{100} \right)^4 - A \right] / r^2,$$

де  $S$  – площа джерела випромінювання (м<sup>2</sup>);  
 $T$  – температура поверхні (К);  
 $r$  – відстань до джерела випромінювання (м);  
 $A$  – коефіцієнт.

Якщо величина  $q$  значно перевищує допустиму інтенсивність, то необхідно знизити температуру  $T$  джерела, наприклад графітового електрода.

Використовують різні заходи: від термостійкого покриття бічної поверхні електродів до зрошування їх водою, яка випаровуючись, охолоджує електрод. Захист від випромінювання рідкого металу чи шлаку можливо здійснити за допомогою установки поглинальних або відбійних екранів. Враховуючи наявність значної кількості пилу ефективність відбійних екранів невисока. Пил осідає на екрані, чим суттєво знижує його теплову віддачу. В поглинальних екранах пил навпаки покращує їх роботу, забираючи частку тепла. Матеріал екрану може бути різноманітним: від звичайного листового заліза до комбінованого: тонкий металевий лист і вогнестійка цегла. Ступінь чорноти екрану підвищується до 0,9. Чисельність екранів визначається за формулою, шт.:

$$n = \frac{\left[ 1 - \left( \frac{T_B}{T_H} \right)^4 * E_{H3} \right]}{\left[ \frac{1}{\mu^4} - \left( \frac{T_B}{T_H} \right)^4 * E_{HB} \right]} - 1,$$

де  $T_B, T_H$  – відповідно, температура зовнішнього повітря і джерела випромінювання (К);  
 $\mu$  – ступінь екранування;  
 $E_{H3}, E_{HB}$  – приведені ступені чорноти матеріалів: джерело - екран та джерело - повітря, допустима температура екрану + 45°C.

Таким чином, використовуючи комплексні заходи скорочення теплових викидів: ущільнювачі, покриття, зрошення та екрани можливо суттєво покращити умови праці персоналу, знизити витрати на пільги та компенсації. В цілому виникає можливість знизити собівартість продукції.



УДК 532.517

**РОЗРОБКА ЗАХОДІВ В РУСЛІ РІЧКИ СТРИЙ ДЛЯ ЗАХИСТУ  
ТЕРИТОРІЙ І НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ ВІД ПАВОДКІВ ТА ПОВЕНЕЙ**

*д.т.н. Гнатів Р.М., Національний університет "Львівська політехніка", Петринець В.Ю.,  
Стрийський коледж Львівського НАУ, магістрант Гнатів І.Р., Національний  
університет "Львівська політехніка"*

Захист територій та населених пунктів від паводків і повеней є однією із важливих задач у галузі водного господарства України. Катастрофічні паводки на Закарпатті у листопаді 1998 року та березні 2001 року, а також на Прикарпатті у липні 2008р., викликали необхідність визнання цих регіонів зоною екологічного лиха. Значні негативні наслідки цих паводків на річках Українських Карпат в різні роки пояснюються причинами об'єктивного характеру та техногенними факторами.

Для ефективного та гарантованого захисту від негативної дії паводкових вод на гірських та передгірських ділянках річок Українських Карпат та в межах їх басейнів необхідно створити багатофункціональні протипаводкові комплекси, які би включали в собі будівельні, агроеліоративні та структурні заходи, лісозбереження, протиерозійні і стокотримуючі заходи на схилах, захисні дамби для обвалування річок, регулювання та благоустрій русла, берегоукріплення, спеціальні служби для завчасного гідрометеорологічного попередження та проведення аварійно-рятувальних робіт, системи страхування від паводків тощо.

Для оптимізації цих заходів необхідно створити найбільш загальну математичну модель формування та проходження паводків в регіоні. Реалізація цієї моделі дозволить виявити найуразливіші місця, на які в першу чергу необхідно звернути увагу в регіоні, обґрунтовано призначити перелік протипаводкових заходів.

Системні гідрологічні спостереження дають можливість з'ясувати найголовніші особливості басейну р. Стрий та закономірні зміни стану гідросистеми з часом, які залежать від кліматичних умов [1]. У деякі роки весняна повінь слабо виражена, натомість влітку і восени спостерігаються високі дощові паводки. Витрати та об'єми стоку дощових паводків у басейні р. Стрий в окремі роки значно більші відповідних характеристик весняного водопілля [2].

Періодичні катастрофічні повені (1927, 1955, 1969, 2008 років) суттєво вплинули на стан інженерних споруд, берегових укріплень та ерозійно-аккумулятивні процеси. Ідея облаштування протипаводкового водосховища в районі с. Підгородці Сколівського району наприкінці ХХ століття через екологічні застереження та економічні проблеми не була реалізована.

В екологічному відношенні басейн річки Стрий є достатньо сприятливою територією Західної України, але антропогенні процеси тут суттєво впливають на стан довкілля та гідрологічні умови. Причиною цього є вплив гравійно-піщаних кар'єрів на зміну морфометричних характеристик русла і рівнів води на прилеглий території.

Здійснення протипаводкового захисту населених пунктів, територій і об'єктів від руйнування є актуальною проблемою. Сьогодні поширеними методами протипаводкового захисту на річках Українських Карпат є регулювання русел за допомогою гідротехнічних регуляційних споруд.

Передгірські ділянки річок розташовуються на виході річок з гір і характерні тим, що мають змінний в часі водний режим, який може призвести до значних деформацій русла. Ці ділянки мають поздовжні похили дна у межах 0,0002...0,01 та значні коефіцієнти шорсткості. Глибини потоку у паводок досягають 1,5÷3,0 м і більше, а швидкості – 1,5÷3,0 м/с. Числа Фруда змінюються у межах 0,2÷0,5.

В умовах регулювання річки Стрий, виправні та поглиблюючі роботи в руслі відновлюють природні функції перепадів і сприяють покращенню переносу наносів. Проведені експериментальні дослідження у прийнятих межах гідравлічних параметрів водного потоку дали можливість виявити якісну картину і визначити кількісну оцінку впливу донних порогів на гідравлічні параметри потоку.

**СПИСОК ПОСИЛАНЬ**

1. *Gnativ R.M. Influence of quarrying on the change of longitudinal profiles in the mainstream of the river Stryi/ R.M. Gnativ, O.M. Yakhno, I.R. Gnativ// Conduct of modern science – 2016, November 30-december 7, 2016.- Volume 16. Technical science, Mechanics.-P. 8-10.*
2. Звіт про науково-дослідну роботу. Проведення просторового аналізу змін водного режиму басейнів поверхневих водних об'єктів на території України внаслідок зміни клімату [Електронний ресурс]. – 2013.–228 с. – Режим доступу: <http://uhmi.org.ua/project/rvndr/avr.pdf>.

УДК 378.14:331.45

**ДО ПИТАННЯ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ З ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ***к.т.н. Столбченко О.В., ДВНЗ "Національний гірничий університет", м. Дніпро*

Проблеми природної та техногенної безпеки на сьогодні є дуже актуальними. Захист населення від загроз надзвичайних ситуацій у мирний час повинен здійснюватися в рамках комплексу взаємопов'язаних заходів і шляхом вирішення організаційних, технічних економічних, інформаційних і правових завдань усіх учасників даного процесу.

Існують різні методи забезпечення безпеки. На жаль, ми не можемо ліквідувати і ізолювати всі джерела загроз, тим більше в сучасному світі такі переслідують людину на кожному кроці. Найсильніша зброя людини в боротьбі за свою безпеку - це розуміння різних небезпек, знання як обійти і захиститися від загроз, вміння правильно поводитися в екстремальних ситуаціях.

Важливою ланкою в цій системі є об'єктивний радіаційний і хімічний вимірювальний контроль якості природних і промислових об'єктів, будівельних матеріалів, приміщень, корисних копалин.

Зростання кількості і розширення масштабів надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, які викликають значні матеріальні та людські втрати, роблять вкрай актуальною проблему безпеки в природно-техногенної та екологічної сфері. Фахівці надзвичайно затребувані на ринку праці.

З метою потреби суспільства у висококваліфікованих фахівцях з цивільної безпеки, на кафедрі аерології та охорони праці Державного ВНЗ «Національний гірничий університет» відкрито нову спеціальність 263 «Цивільна безпека», спеціалізація : «Промислова безпека та охорона праці», які реалізуються на основі сучасних освітніх технологій із спеціалізованою практичною базою

Об'єкт діяльності фахівців – системи охорони праці, техногенної та промислової безпеки. Професійні функції фахівців – проектування (розроблення) систем і технологій спрямованих на створення безпечних умов для життя і професійної діяльності людини, розрахунково-аналітичне забезпечення виробничих рішень, контроль умов праці, атестація робочих місць за умовами праці, організація та координація робіт з охорони праці, управління системами життєзабезпечення підприємств, технічне супроводження об'єктів діяльності з цивільної безпеки (проектування, створення, експлуатація, відновлення, утилізація); нормативне та технічне забезпечення функціонування систем і технологій цивільної безпеки, моніторинг складових технологічної та організаційної діяльності. На перший погляд, професія ця надто відповідальна і складна. Але вона ще й цікава! Можна сказати, що вона знаходиться на стику технічних і гуманітарних наук. З одного боку, в ній потрібно добре розуміти, як відбуваються основні технологічні процеси на підприємстві, як експлуатується обладнання, що застосовується. З іншого, фахівець з охорони праці повинен мати гарні комунікативні навички, щоб проводити інструктажі з працівниками, бути на зв'язку з керівництвом і налагоджувати контакт з контролюючими органами. Крім цього, такий інженер повинен добре знати трудове законодавство, вміти працювати з великим об'ємом документації і проводити розслідування в разі надзвичайної ситуації на виробництві - а значить, бути частково і юристом. Випускники можуть працювати у службах охорони праці та інших структурних підрозділах на підприємствах в організаціях та установах усіх форм власності; в структурних підрозділах Державної служби України з питань праці, Фонду соціального страхування від нещасних випадків та професійних захворювань та Державної служби України з надзвичайних ситуацій; на командних посадах підрозділів аварійно-рятувальних служб та формувань; у службах охорони праці місцевих органів виконавчої влади та державних адміністрацій; в освітніх та науково-дослідних установах, експертно-технічних центрах, лабораторіях, організаціях, установах що спеціалізуються на проведенні робіт та наданні послуг з питань техногенної та промислової безпеки.

Спеціальність дозволяє здобути практичні і спеціалізовані знання та вміння в галузі як технічних, так і гуманітарних наук, що стосуються ризиків, які виникають у процесі роботи, методів усунення небезпек, оцінки професійних ризиків і т.д. Випускники можуть інтерпретувати роль і місце людини у вирішенні проблем здоров'я і безпеки з усіма наслідками.

**СПИСОК ПОСИЛАНЬ**

1. Державний ВНЗ «Національний гірничий університет» [Електронний ресурс].- Режим доступу: <http://www.nmu.org.ua/ru/>.
2. Кафедра аерології та охорони праці [Електронний ресурс].- Режим доступу: <http://aop.nmu.org.ua/ru/>
3. Спеціальність Безпека праці [Електронний ресурс].- Режим доступу: [http://aop.nmu.org.ua/ua/abiture/reklama%20specialnosti/advertising\\_cb.pdf](http://aop.nmu.org.ua/ua/abiture/reklama%20specialnosti/advertising_cb.pdf)

УДК 629.113

**ДОСЛІДЖЕННЯ КУТІВ СХОДЖЕННЯ КОЛІС АВТОМОБІЛЯ***Щербина А.В., Запорізький національний технічний університет*

Для забезпечення задовільної плавності ходу автомобіля необхідно знижувати вагу його не підресорених частин. Одним з можливих варіантів зменшення ваги не підресорених частин автомобіля є зменшення власної ваги направляючого апарату підвіски, що відповідно призводить до зниження її жорсткості. Застосування гумово-металевих втулок для кріплення направляючого апарату підвіски з метою гасіння високочастотних коливань так само призводить до зменшення жорсткості направляючого апарату підвіски автомобіля.

Тому у деяких конструкціях автомобіля на граничних режимах руху виникають зміни початкових кутів сходження коліс. Ці зміни кутів сходження коліс можуть викликати великі динамічні навантаження на деталі підвіски і рульового приводу та призводити до втрати автомобілем керованості. До теперішнього часу динаміка зміни кутів сходження коліс вивчена недостатньо добре, хоча автомобільні заводи і конструкторські бюро давно потребують єдиних рекомендацій і методів її дослідження.

При виборі кутів сходження коліс потрібно враховувати, що величина сходження коліс залежить від багатьох експлуатаційних і конструктивних факторів, таких як жорсткісні параметри підвіски автомобіля, режимів руху і т.д. При встановленні кутів сходження керованих коліс необхідно враховувати тривалість руху автомобіля на різних режимах, тобто враховувати параметри кочення колеса в динаміці.

Дослідження взаємного впливу жорсткості направляючого апарату підвіски і сходження коліс на керованість показує, що при русі передньопривідного автомобіля з різними постійними швидкостями від 40 км/год до 120 км/год маємо зміну кутів сходження коліс.

Таблиця 1

Зміна кутів сходження на різних швидкостях руху та при різній жорсткості направляючого апарату підвіски.

| Швидкість,<br>км/год | Жорсткість $C_x = 650$ кг/см |                        |                  | Жорсткість $C_x = 443$ кг/см |                        |                  |
|----------------------|------------------------------|------------------------|------------------|------------------------------|------------------------|------------------|
|                      | $\epsilon_{\text{л}}$        | $\epsilon_{\text{пр}}$ | $\Delta\epsilon$ | $\epsilon_{\text{л}}$        | $\epsilon_{\text{пр}}$ | $\Delta\epsilon$ |
| 40                   | 0'                           | 5,2'                   | -14,8'           | 4,6'                         | 3,2'                   | 27,8'            |
| 60                   | 3,5'                         | 6,4'                   | -10,1'           | 5,2'                         | 3,6'                   | 28,8'            |
| 80                   | 4,6'                         | 5,2'                   | -10,2'           | 5,6'                         | 3,2'                   | 28,8'            |
| 100                  | 7,9'                         | 5,1'                   | -7,0'            | 5,8'                         | 7,3'                   | 33,1'            |
| 120                  | 8,0'                         | 5,4'                   | -6,4'            | 6,4'                         | 7,2'                   | 33,6'            |

У таблиці прийняті наступні позначення  $\epsilon_{\text{л}}$ ,  $\epsilon_{\text{пр}}$  – відхилення кута сходження лівого та правого колеса в динаміці,  $\Delta\epsilon$  – різниця відхилень сумарного кута сходження керованих коліс в динаміці і початкового кута сходження, що показує дійсний кут сходження колеса яке котиться. За даними таблиці 1 видно, що максимальне відхилення сходження коліс від установочного значення в статичі складало 0°15' та 0°36' відповідно для жорсткості 650 кг/см та 443 кг/см.

Виходячи з проведених досліджень жорсткості направляючого апарату підвіски та кутів сходження коліс при різних режимах руху передньопривідного автомобіля з різними швидкостями руху, оптимальні кути сходження коліс необхідно вибирати з тих міркувань, що при експлуатації автомобіль приблизно 20% часу працює на 3-ій передачі і 77 % на 4-ій та 5-ій передачах.

З точки зору паливної економічності та зменшення зношування шин одним з шляхів є зменшення опору коченню, таким чином необхідно встановлювати таке значення початкового кута сходження коліс, яке на зазначених передачах буде прагнути до нульового сходження керованих коліс на основних режимах руху автомобіля. Також необхідно забезпечувати більшу жорсткість направляючого апарату підвіски, що дає меншу зміну кутів сходження на різних режимах руху автомобіля.

## МОДЕЛЬ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НАГРУЖЕННОСТИ ВЕДУЩЕГО МОСТА КОЛЕСНОЙ МАШИНЫ ПРИ ПЕРЕЕЗДЕ НЕРОВНОСТИ

*к.т.н. Сидоров С.А., Сонич О.А., Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Одним из режимов, нагружающих трансмиссию колесной машины, является переезд через неровность. Проведенные другими авторами исследования, показали, что при заблокированном межколесном дифференциале при переезде одним из колес неровности опорной поверхности в элементах ведущего моста возникают значительные нагрузки. Такая ситуация характерна преимущественно для колесных тракторов и специальной внедорожной техники, имеющих принудительную блокировку дифференциалов, при движении по бездорожью с включенной блокировкой.

Работниками научно-исследовательской испытательной лаборатории транспортных средств Белорусского национального технического университета разработана расчетная модель, показанная на рисунке 1, для исследования нагрузок, возникающих в деталях ведущего моста колесной машины. Модель разработана в программном пакете LMS Imagine. LabAMESim. Преимуществами данного пакета является достаточно обширная библиотека встроенных компонентов, представляющих модели узлов и агрегатов машин, что позволяет быстро создавать и рассчитывать поведение сложных мехатронных систем, возможность создания интуитивно понятного эскиза модели с помощью интерактивного графического интерфейса, а также возможность взаимодействия с другими программами, например MATLAB Simulink.

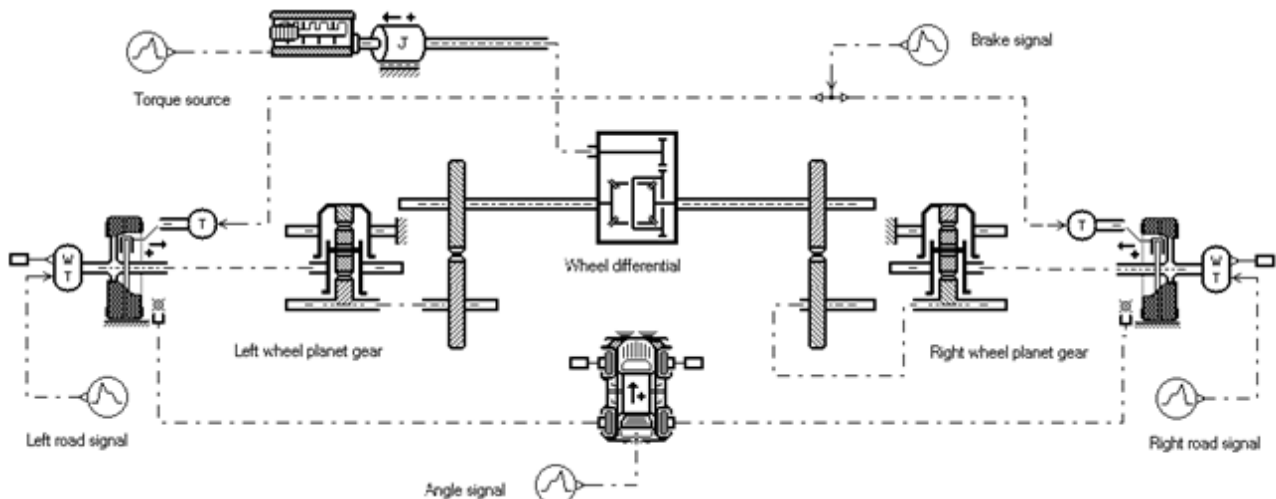


Рис. 1. Схема модели расчета нагрузок в элементах ведущего моста колесной машины

Данная модель включает подмодели источника крутящего момента, ведущего моста, шины в контакте с опорной поверхностью, нагрузки от веса колесной машины, тормозной системы и воздействия неровности.

Подмодель двигателя проста и включает в себя источник крутящего момента, изменение которого можно задавать, и учитывает инерционные, упругие и диссипативные элементы привода ведущего моста.

С использованием стандартных элементов библиотеки Powertrain был достаточно подробно смоделированы межколесный дифференциал, полуоси, бортовой и колесный редукторы. Внутренние параметры элементов, входящих в подмодель, учитывают кинематические передаточные отношения, инерционные, упругие и диссипативные характеристики.

Использована подмодель шины в контакте с дорогой, входящая в ту же библиотеку. Подмодель учитывает инерцию колеса, вертикальную нагрузку от веса колесной машины, изменяющуюся при изменении угла подъема/спуска, а также позволяет отдельно учитывать момент сопротивления и тормозной момент. Нагрузка на колесо от веса машины моделируется с использованием стандартной динамической подмодели нагрузки транспортного средства, также используемой для расчета продольного ускорения, скорости и перемещения. Кроме того, подмодель позволяет учитывать сопротивление воздуха и уклон дороги. Для моделирования переезда через неровность к каждому колесу подводится момент сопротивления, изменение значения которого во времени можно задавать.



УДК 656.257:681.32

**ОБГРУНТУВАННЯ УНІФІКАЦІЇ ПІДХОДІВ ДО ПОБУДОВИ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ  
ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧИХ СИСТЕМ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ  
УКРАЇНИ ТА ЄВРОПИ***д.т.н. Мойсєєнко В.І., к.т.н. Каменєв О.Ю., асп. Гасєвський В.В., Український державний  
університет залізничного транспорту, м. Харків*

У теперішній час відбувається інтенсивний розвиток інформаційно-керуючих систем на залізничному транспорті України та Європейського Союзу. В цілому має місце спільність підходів до побудови та функціонування систем керування рухом поїздів, їх елементної бази та технології обслуговування в зазначених країнах. У першу чергу це пояснюється використанням обладнання провідних світових брендів (Siemens, Bombardier Transportation тощо). У той же час для систем критичного призначення мають місце індивідуальні розробки, що враховують специфічні вимоги окремої країни, умов експлуатації, інтенсивності руху, нормативно-правової бази тощо.

Крім того, навіть у застарілих релейних системах залізничної автоматики, що продовжують експлуатуватися на залізничному транспорті обох країн, незважаючи на значний обсяг спільної елементної бази і технологій функціонування, що були сформовані в минулому столітті, мають місце технічні та технологічні розбіжності, які унеможливають безпосередню інтеграцію старих систем (ширина колії, кодування, сигналізація, конструкція рухомого складу тощо).

Мають місце розбіжності у підходах до технології виконання поїзної й маневрової роботи, а також методології забезпечення перевезень. За останній час у цьому напрямку розроблено значну кількість нормативно-технічних документів (як в Україні, так і в Європі), проте між ними була відсутня будь-яке узгодження. При цьому координація міжнародної співпраці в галузі залізничного транспорту на протязі багатьох років здійснювалася переважно в рамках Організації співробітництва залізниць, учасником якої є як Україна, так і країни ЄС. В межах її діяльності розроблено та затверджено ряд нормативно-регулюючих документів (пам'яток організації), які мають лише рекомендаційний характер, і ряд їх положень потребують оновлення. Останні рекомендації щодо керування та регулювання руху поїздів були затверджені в 2004 році і на теперішній час потребують кардинального оновлення у зв'язку із розвитком елементної бази, програмного забезпечення та технологій використання.

Слід зазначити, що вказані документи традиційно розглядали переважно технічну (апаратну) складову інформаційно-керуючих систем на залізничному транспорті, в той час як питання програмного забезпечення й технологічні питання були відображені декларативно.

Окремої уваги заслуговує нормативна база в сфері стандартизації, яка має суттєві відмінності в європейських стандартах у галузі залізничного транспорту, прийнятих в Європейському Союзі, та національних стандартах, що діють в Україні. В першу чергу це стосується документів, які регулюють питання, що пов'язані з вимогами до безпечності інформаційно-керуючих систем на всіх етапах життєвого циклу. Наприклад, має місце суттєва розбіжність у кількісних показниках вимог до функційної безпечності інформаційно-керуючих систем в Україні та країнах ЄС. Жорсткі норми до кількісних вимог безпечності у нормативних документах України, які на 4 – 5 порядків відрізняються від відповідних показників європейських документів, гальмують широке впровадження продукції провідних світових брендів на залізничному транспорті України. У той же час, на думку більшості фахівців провідних виробників інформаційно-керуючих систем, вітчизняних та зарубіжних вчених доцільним підходом щодо узгодження українських та європейських стандартів із функційної безпечності є базування на Міжнародній шкалі прийнятного ризику, виправданість якої забезпечена тривалим досвідом експлуатації техніки та технологій в усіх сферах життєдіяльності.

Також не менш важливими залишаються питання технологічного забезпечення інформаційно-керуючих систем на залізничному транспорті України і Європи, в тому числі уніфікації принципів сигналізації, технічної експлуатації, регламентації поїзної та маневрової роботи, порядку взаємодії підрозділів тощо. Подібна ситуація спостерігається і в інших аспектах нормативно-технічного регулювання процесів розроблення, технічної експлуатації, обслуговування і ремонту інформаційно-керуючих систем на залізничному транспорті. Без їх уніфікації взаємна інтеграція зазначених систем стає практично неможливою.

У зв'язку з цим необхідно проведення комплексного дослідження стану порушеної проблеми з метою розроблення науково-обґрунтованих рекомендацій щодо уніфікації побудови, функціонування, експлуатації, технічного обслуговування та ремонту інформаційно-керуючих систем на залізничному транспорті України та Європейського Союзу.



УДК 005.8: 656.2.08

**СТИМУЛИ ТА ПЕРЕШКОДИ РОЗВИТКУ ПРОЕКТНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ  
В ГАЛУЗІ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ***к.т.н. Гордєєва І.О., Дніпропетровський національний університет залізничного  
транспорту ім. академіка В. Лазаряна*

Залізничний транспорт України є основним перевізником держави, одним з ключових факторів забезпечення її економічного росту, підвищення конкурентоспроможності національної економіки та якості життя населення. Стратегічною галуззю він є не лише завдяки вагомим кількісним і фінансово-економічним показникам у масштабах держави, але і тому, що забезпечує економічні і соціально-культурні зв'язки в суспільстві, чим стимулює його подальший розвиток та єднання і забезпечує виконання ст. 33 Конституції України щодо гарантії свободи пересування.

Зростаючий попит на перевезення, необхідність підвищення доступності, надійності і безпеки залізничного транспорту України вимагають істотної реорганізації галузі. Національна транспортна система України знаходиться на складному шляху розвитку, реформування та забезпечення системного оновлення основних фондів. І цей шлях незворотній, так як фізичний знос основних фондів залізничного транспорту становить вже понад 80 %, що в 1,8 рази перевищує допустимий світовою практикою рівень [1]. Вичерпали свій ресурс близько 70% залізничних мостів, з перевищенням терміну експлуатується понад 60% стрілочних переводів та більше половини загальної протяжності ліній автоблокування і зв'язку, що створює реальні загрози безпеці перевезень та життю людей [1].

Відповідно до наказу Президента України від 04.09.2009 № 714/2009 "Про ситуацію в сфері залізничного транспорту України", прийнято рішення про реалізацію стратегії розвитку залізничного транспорту України на період до 2020 року. Ця стратегія передбачає напрями реалізації державної політики, зокрема реалізацію проектів та програм, що направлені на структурну та інституційну реформу залізничного транспорту, оновлення залізничного рухомого складу, модернізацію та розвиток інфраструктури залізничного транспорту для підвищення пропускних спроможностей залізниць, розвиток швидкісного та високошвидкісного залізничного пасажирського руху, підвищення конкурентоспроможності українських залізниць на міжнародних ринках залізничних перевезень, а також соціальну захищеність залізничників.

Таким чином у зв'язку з наукоємністю і складністю реалізації цих державних програм, є гостра потреба у фахівцях, підготовлених за останніми досягненнями науки управління проектами.

Залізничний транспорт і транспортна інфраструктура особливо складна область діяльності, оскільки відноситься до високотехнологічної та складної технічної діяльності і одночасно вимагає грамотного з'єднання двох рідких компетенцій: управлінсько-економічних і техніко-технологічних. Специфіка проектів в транспортній галузі потребує обов'язкової базової освіти в відповідному напрямку залізничного транспорту та транспортного будівництва. Найбільш потужним ВНЗ центрального регіону, який веде підготовку таких фахівців-залізничників є Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна (ДНУЗТ). З 2013 року в ДНУЗТ здійснює підготовку магістрів з управління проектами.

Але також необхідно враховувати, що залізнична система – це достатньо «закостеніла» монопольна структура, що має особливий менталітет не гнучкий до змін. На сьогоднішній день в організаційній структурі цих підприємств практично відсутні посади управлінців проектами. В різних структурних відділах фахівці використовують окремі області знань проектного менеджменту, але не достатньо виконується головна функція проектного менеджменту – це комплексна координація дій з реалізації проекту.

З погляду інтересів держави і з огляду на дефіцит в Україні фахівців з управління проектами, наша країна має гостру потребу в менеджерах-професіоналах з управління проектами як у фахівцях, що вміють управляти виробничими і невиробничими проектами на основі професійного уміння грамотного освоєння інвестицій як іноземних партнерів, так і своїх внутрішніх.

**СПИСОК ПОСИЛАНЬ**

1. Васильєв О.Л. Напрямки забезпечення економічної безпеки залізничного транспорту / О.Л. Васильєв, О.М. Лук'янова // Вісник економіки транспорту і промисловості № 41, 2013 – С. 92-96.

УДК 656.225

## ОСНОВНІ ШЛЯХИ ДОСЛІДЖЕНЬ В ОБЛАСТІ УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ ЗАЛІЗНИЦЬ

*д.т.н. Ломотько Д.В., Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків*

Ефективне функціонування залізничного транспорту України грає виняткову роль у створенні умов для модернізації, переходу на інноваційний шлях розвитку і стійкого зростання національної економіки, сприяє створенню умов для забезпечення лідерства галузі у економічній системі країни.

Процеси глобалізації, зміни у традиційних світових господарських зв'язках ставлять перед економікою країни завдання раціонального використання потенціалу унікального економіко-географічного положення. Цілеспрямована реалізація транзитного потенціалу транспортної системи країни дозволить не тільки отримати синергетичний ефект від участі в міжнародних перевезеннях в процесі розвитку мережі транспортних коридорів на базі принципів інтероперабельності, а й створить нові інструменти впливу на економічні процеси в інших державах шляхом формування нових зон економічного тяжіння та встановлення довгострокових економічних зв'язків.

Аналіз проблем, що виникли в сфері залізничного транспорту та потребують глибоких наукових досліджень, дозволили виявити їх наступні основні напрямки:

- подолання технічного і технологічного відставання вітчизняної галузі від передових країн світу за рівнем залізничної техніки та технологій;
- прискорення підвищення рівня ресурсозбереження у розвитку інфраструктури залізничного транспорту, поліпшення якості взаємодії суб'єктів транспортної системи;
- необхідність істотного оновлення основних фондів залізничного транспорту;
- необхідність зняття функціональних та нормативно-правових обмежень для зростання обсягів транзитних вантажних перевезень;
- необхідність підвищення безпеки та екологічності функціонування залізничного транспорту тощо.

Таким чином, основні напрямки інноваційної стратегії в області розвитку транспортних систем повинні стати основою і одночасно інструментом об'єднання зусиль держави та галузі для вирішення перспективних економічних завдань і досягнення великих соціально значущих результатів, оптимізації руху матеріальних потоків, зміцнення економічного суверенітету та екологічної безпеки, зниження сукупних транспортних витрат економіки.

Залізничний транспорт є провідним елементом та органічно інтегрований до транспортної системи країни, тому у взаємодії з іншими видами транспорту він задовольняє потреби економіки держави та населення в перевезеннях.

Провідне положення залізниць визначається їх можливістю здійснювати регулярні перевезення, здійснювати переміщення основної частини потоків масових вантажів, забезпечувати мобільність ресурсів та реалізовувати синхронізацію виробництва з пунктами зародження матеріальних потоків, місцями споживання продукції і морськими портами.

Нажаль, незважаючи на процеси корпоратизації та реформування залізничного транспорту, заходи та результати реформи іноді виявились недостатніми для того, щоб в короткі терміни створити ефективні інноваційні джерела розвитку, які дозволяють забезпечити масштабне залучення коштів у розвиток галузі та її модернізацію, сформувати умови для довготривалого стійкого зростання показників роботи та підвищення конкурентоспроможності залізниць на в ринкових умовах.

Широке впровадження сучасних інформаційних технологій в перевізний процес є інструментом, який може реалізувати запропоновані напрямки шляхом застосування логістичних технологій. Це дозволить реалізувати в транспортній системі ПАТ «Укрзалізниця» та галузі взагалі принцип синергетики, що сприяє у підтримці самоорганізації кожної із стадій перевізного процесу.

УДК 629.017

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕКУПЕРАТИВНОГО ГАЛЬМУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

*к.т.н. Дембіцький В.М., Луцький національний технічний університет*

На сьогодні розвиток електричних транспортних засобів досяг досить високого рівня. Практично усі провідні автомобілевиробники мають у модельній лінійці автомобіля з електричним приводом. Як відомо, електричний привід дозволяє акумулювати певну частину енергії під час здійснення гальмування. Однак в переважній більшості випадків можливості систем рекуперативного гальмування використовуються не в повному обсязі, оскільки електричний двигун, працюючи в режимі генератора, може виробляти електричну енергію в певному діапазоні обертів  $n_{\min} \dots n_{\max}$ . Тому метою даних досліджень є визначення засобів, які дозволять підвищити ефективність систем рекуперативного гальмування колісних транспортних засобів з електричним приводом.

Необхідне передатне число трансмісії, при роботі автомобіля в режимі рекуперативного гальмування можна отримати за залежністю:

$$u_{\text{тр. ел.}} = \frac{n_{\min} \cdot \pi \cdot r_{\kappa}}{30 \cdot V_{\min}},$$

де  $n_{\min}$  – мінімальні оберти генератора, при яких припиняється рекуперація енергії;  
 $V_{\min}$  – мінімальна швидкість транспортного засобу, при якій припиняється рекуперація енергії;  
 $r_{\kappa}$  – радіус кочення колеса.

При цьому, з метою підвищення ефективності системи рекуперації енергії  $V_{\min} \Rightarrow \min$ , і, як наслідок  $u_{\text{тр. ел.}} \Rightarrow \max$  при  $n \in (n_{\min} \dots n_{\max})$ . Зважаючи на вищевказане, необхідно забезпечити збільшення передатного числа трансмісії під час здійснення рекуперативного гальмування, з метою підтримання обертів генератора в заданому діапазоні. З цією метою пропонуються різноманітні редуктори, однак під час здійснення процесу гальмування важливим є плавна зміна передатного відношення, окрім того необхідно забезпечити певний діапазон передатних чисел редуктора. Найбільше зазначеним вимогам відповідає варіатор.

Найбільшого розповсюдження в автомобільній галузі досягли варіаторні передачі двох типів: клинопасовий та тороїдальний. Оскільки принцип дії звичайного варіатора заснований на дії відцентрової сили, яка виштовхує назовні пас або ланцюг на ведучому шківі назовні, то під час гальмування автомобіля ведений шків стане ведучим і збільшить оберти двигуна. Однак, це матиме негативні наслідки на високих швидкостях руху, коли оберти двигуна ставатимуть значно більшими від максимальних. З метою уникнення цього ефекту необхідно в конструкції варіаторної передачі передбачити контролер управління, який працюватиме за наступною схемою:

- в тяговому режимі повинна виконуватися умова:

$$u_{\text{тр. ел.}} \Rightarrow \min, \text{ при } V \Rightarrow \max;$$

- у режимі рекуперативного гальмування повинна виконуватися умова:

$$u_{\text{тр. ел.}} \Rightarrow \max, \text{ при } V \Rightarrow \min.$$

При цьому необхідно врахувати ряд недоліків варіаторних передач: на даний момент досить обмежене їх застосування на автобусах та вантажних транспортних засобах; вища вартість порівняно з класичними редукторними передачами; обмежена можливість руху на пікових навантаженнях. Разом з тим варіатор до переваг варіатора слід віднести плавність регулювання обертів, що позитивно відображається на довговічності механізмів трансмісії.

Підсумовуючи вищевикладене варто зазначити, що застосування варіаторів є одним з найбільш перспективним засобом підвищення ефективності систем рекуперації енергії транспортних засобів. При цьому необхідно провести дослідження щодо визначення оптимального управління роботою варіатора, створити відповідні математичні моделі процесів, уточнити методики розрахунку конструктивних параметрів автомобілів.

УДК 656

## ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНОГО СТАНУ ПАСАЖИРСЬКОЇ ЛОГІСТИКИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ В УКРАЇНІ

к.т.н. *Примаченко Г.О., Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків*

Питання логістики пасажирських перевезень є досить новими як у світовій практиці, так і в Україні та країнах Співдружності Незалежних Держав. Питання логістика пасажирських перевезень в Україні розглядаються явно недостатньо, звідси і звернення до досвіду закордонних логістів. Перш за все, в якості вантажу, що переміщується, виступає найважливіших з усіх можливих – людина. Виходячи з цього питання безпеки виступають на перший план. До того ж не має такого напрямку логістики, який би так активно впливав на реалізацію соціальних задач.

Логістику можна розглядати як оптимізацію потоку послуг, а транспорт повинен забезпечувати високу якість транспортного обслуговування при одночасній мінімізації витрат. Особливості використання логістичних методів в управлінні пасажирським транспортом стосуються багатоманітності послуг і форм організації транспортної інфраструктури. Транспортна логістика у таких умовах дозволяє згладити протиріччя між перевізниками та пасажирями.

Модель стратегічного управління пасажирськими залізничними перевезеннями повинна базуватися на політичній та соціальній меті; формуванні переліку факторів, що впливають на вибір маршруту перевезення пасажирів; розрахунках потрібних ресурсів, узгодження їх з наявними та визначенні траєкторії розвитку логістичної системи.

Пасажирським перевезенням надавалося велике значення на кожному етапі розвитку залізничного транспорту в Україні. У територіальному аспекті залізничний транспорт забезпечує цілорічний зв'язок населених пунктів один з одним. ПАТ "Українська залізниця" постійно проводить роботи щодо залучення інвесторів для модернізації системи управління залізничним транспортом України.

У світі виділяють наступні способи регулювання діяльності залізничних операторів:

- національне (шляхом ліцензування залізничних перевізників, що працюють як на внутрішніх, так і на міжнародних маршрутах);
- міждержавне (коли регулярні залізничні маршрути базуються на угоді між країнами);
- міжнародне (тарифи на регулярні залізничні маршрути встановлюються на основі договорів між залізничними компаніями).

Одним із видів міжнародного регулювання залізничних перевезень може стати створення пулів або кластерів, що поєднують діяльність залізничних компаній, що працюють на певних міжнародних маршрутах. Так як залізничний транспорт займає конкурентоспроможні позиції у світовій транспортній системі, виникає необхідність у його міжнародній координації і регулюванні.

Головна функція кластеру – створення міжнародних комерційних залізничних сполучень, введення єдиних правил і процедур, узгодження тарифів на міжнародні пасажирські залізничні перевезення. Туристичні агентства приймають участь у роботі кластерів через організації залізничних вокзалів у певних країнах учасниках кластеру.

Логістика залізничних перевезень у туризмі потребує максимального узгодження логістичної стратегії і тактики туристичних фірм і залізничних компаній. Логістична концепція управління залізничними перевезеннями туристів базується на системному підході до процесу організації переміщення пасажирів та їх багажу. До логістичної схеми взаємодії залізничних компаній можна віднести наступне:

- блок організаційного та правового забезпечення (кластери, органи державного регулювання);
- блок виробничого забезпечення (транспорт «виробляє» послуги) (залізничні вокзали, депо, ремонтні заводи та ін.);
- блок забезпечення сервісу (митниця, транспортні підприємства, страхові організації, банки);
- блок забезпечення збуту продукції залізничного транспорту (автоматизовані системи продажу та бронювання залізничних квитків, власна мережа продажу квитків у касах вокзалів, продаж квитків через туристичні фірми).

Широке проникнення логістики у сферу пасажирських перевезень залізничним транспортом можливе завдяки комп'ютеризації обробки і наданні інформації та автоматизації.

**РІШЕННЯ**  
**Міжнародної науково-практичної конференції**  
**«ПРИКЛАДНІ НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ»**

Міжнародна науково-практична конференція «ПРИКЛАДНІ НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ» пройшла в м. Івано-Франківську з 5 по 7 квітня 2017 року на базі Громадської організації «АКАДЕМІЯ ТЕХНІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ» за підтримки:

- IT Компанії Yellow Leaf;
- Туристично-відпочинкового комплексу “Явір Агро”.

У роботі конференції приймали участь 258 вчених з **України, Великобританії, Чехії, Польщі, Республіки Молдови, Республіки Білорусь та Республіки Казахстан**, зокрема: 46 докторів наук, 121 кандидат наук, 13 науковців-виробничників та 78 викладачів, аспірантів та студентів.

На конференції працювало 11 секцій технічного спрямування:

- o Природничі науки
- o Інформаційні технології
- o Механічна інженерія
- o Електрична інженерія
- o Автоматизація та приладобудування
- o Хімічна та біоінженерія
- o Електроніка та телекомунікації
- o Виробництво та технології
- o Архітектура та будівництво
- o Цивільна безпека
- o Транспорт

В процесі роботи конференції відбувся обмін досвідом, науковими і практичними досягненнями, визначені основні тенденції, перспективи розвитку наукових досліджень в технічній галузі.

За результатами роботи конференції опубліковано збірник, який містить більше 150 тез доповідей. Серед представлених доповідей особливо відзначаються роботи вчених:

- Інституту енергетики Академії наук Молдови (м. Кишинів, Республіка Молдова);
- Інституту проблем матеріалознавства НАН України (м. Київ, Україна);
- Національного університету «Львівська політехніка» (м. Львів, Україна);
- Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (м. Київ, Україна);
- Люблінського політехнічного університету (м. Люблін, Польща);
- Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України (м. Київ, Україна);
- Вінницького національного технічного університету (м. Вінниця, Україна);
- Національного гірничого університету (м. Дніпро, Україна);
- Казахського національного дослідницького технічного університету ім. К.І. Сатпаєва (м. Алмати, Республіка Казахстан);
- Центральноукраїнського національного технічного університету (м. Кропивницький, Україна);
- Одеського національного політехнічного університету (м. Одеса, Україна);
- Запорізької державної інженерної академії (м. Запоріжжя, Україна);
- Інноваційного технічного коледжу міста Алмати (м. Алмати, Республіка Казахстан);
- Запорізького національного технічного університету (м. Запоріжжя, Україна);
- Національного лісотехнічного університету України (м. Львів, Україна);
- Білоруського національного технічного університету (м. Мінськ, Республіка Білорусь);
- Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова (м. Миколаїв, Україна);
- IT Brains s.t.o. (м. Прага, Чехія);
- Сумського державного університету (м. Суми, Україна);
- Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (м. Харків, Україна);



- Connective Technologies LTD (м. Лондон, Великобританія);
- Національної металургійної академії України (м. Дніпро, Україна);
- Технічного університету Молдови (м. Кишинів, Республіка Молдова);
- Черкаського державного технологічного університету (м. Черкаси, Україна);
- Українського державного університету залізничного транспорту (м. Харків, Україна);
- Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу (м. Івано-Франківськ, Україна);
- Івано-Франківського університету права імені Короля Данила Галицького (м. Івано-Франківськ, Україна);
- Тернопільського національного економічного університету (м. Тернопіль, Україна);
- Науково-дослідного і проектного інституту ПАТ «Укрнафта», (м. Івано-Франківськ, Україна);
- Академії технічних наук України (м. Івано-Франківськ, Україна);
- Київського національного університету ім. Шевченка (м. Київ, Україна);
- Головного військового клінічного центру «ММСГ» (Україна);
- Державного університету телекомунікацій (м. Київ, Україна);
- Стрийського коледжу Львівського НАУ (м. Стрий, Україна);
- Луцького національного технічного університету (м. Луцьк, Україна);
- Коледжу економіки і права Вінницького кооперативного інституту (м. Вінниця, Україна);
- Євраз-Дніпровського металургійного заводу (м. Дніпро, Україна);
- Черкаського національного університету ім. Б. Хмельницького (м. Черкаси, Україна);
- Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту (м. Дніпро, Україна);
- Льотної академії Національного авіаційного університету (м. Кропивницький, Україна);
- Київського національного університету харчових технологій (м. Київ, Україна);
- Департаменту екології та природних ресурсів Львівської ОДА (м. Львів, Україна);
- Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського (м. Харків, Україна);
- КП «НП «Іскра» (Україна);
- ПрАТ «МТС Україна» (Україна);
- Дніпровського державного технічного університету (м. Кам'янське, Україна);
- Національного університету «Одеська юридична академія» (м. Одеса, Україна);
- ТОВ «Біоенерготехнології» (Україна);
- Чорноморського національного університету ім. Петра Могили (м. Миколаїв, Україна);
- Прикарпатського національного університету ім. В. Стефаника (м. Івано-Франківськ, Україна).

Слід відзначити високий рівень фундаментальних і прикладних досліджень учасників конференції, роботи яких орієнтовані на вирішення актуальних наукових і практичних завдань у галузі технічних наук.

За результатами роботи конференція рекомендує:

- розвивати співробітництво науковців різних країн у галузі технічних наук;
- збірник тез конференції надіслати у науково-технічні бібліотеки України;
- провести наступну міжнародну науково-практичну конференцію «ПРИКЛАДНІ НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ» в березні-квітні 2018 року в м. Івано-Франківськ.

Голова оргкомітету першої міжнародної науково-практичної конференції «ПРИКЛАДНІ НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ», академік Академії технічних наук України, д.т.н.

М.В. Кузь

## ЗМІСТ

| <i>Природничі науки</i>                                                                                                                                                                                                             | стор. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>Мітрясова О.П., Погребенник В.Д.</b> ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИДОБУВАННЯ СЛАНЦЕВОГО ГАЗУ В УКРАЇНІ.....                                                                                                                               | 3     |
| <b>Погребенник В.Д., Шибанова А.М., Ядчишин О.В.</b> БУДІВНИЦТВО ГЕС НА ДНІСТРІ: ЕКОНОМІЧНА ВИГОДА ЧИ ЕКОЛОГІЧНЕ ЛИХО? .....                                                                                                        | 4     |
| <b>Шибанова А.М., Погребенник В.Д., Сас А.С.</b> ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОБНИЦТВА ТА ВИКОРИСТАННЯ БІОГАЗУ В УКРАЇНІ.....                                                                                                                     | 5     |
| <b>Хомко Н.Ю., Погребенник В.Д.</b> НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ "СТРАТЕГІЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ" .....                                                                                                                                | 6     |
| <b>Погребенник В.Д., Шибанова А.М., Цімерман К.В., Політило Р.В.</b> ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ ПРОБЛЕМИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЛІСОВОГО ФОНДУ УКРАЇНИ.....                                                                                             | 7     |
| <b>Бельская Г.В., Басалай И.А.</b> БОЛЕЕ ЧИСТЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЛАНДШАФТОВ.....                                                                                                     | 8     |
| <b>Гамкало Х.Р., Погребенник В.Д.</b> СТАН ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ У ПОЛЬЩІ ТА УКРАЇНІ НА ПРИКЛАДІ м. СЛУПІСЬК І ЖИДАЧІВСЬКОГО РАЙОНУ .....                                                                                              | 9     |
| <b>Мартиненко С.А., Медведєва О.В.</b> ЕЛЕКТРИЧНИЙ КАТАТЕРМОМЕТР.....                                                                                                                                                               | 10    |
| <b>Габльовський Б.Б.</b> ВПЛИВ ПІДЗЕМНИХ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК ЛЬВІВСЬКОГО ВУГІЛЬНОГО БАСЕЙНУ НА ГРАВІТАЦІЙНЕ ПОЛЕ.....                                                                                                                  | 11    |
| <b>Березюк О.В., Березюк Л.Л.</b> КОМПОСТУВАННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ЯК МЕТОД ОТРИМАННЯ ДОБРІВ.....                                                                                                                           | 12    |
| <b>Петрушка І.М., Мороз О.І., Петрушка К.І.</b> МОДЕЛЮВАННЯ ДИФУЗІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД.....                                                                                                                           | 13    |
| <i>Інформаційні технології</i>                                                                                                                                                                                                      |       |
| <b>Бусигін Б.С., Сергєєва К.Л.</b> ПРО СТВОРЕННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ УКРАЇНИ.....                                                                                                 | 14    |
| <b>Бордиян Димитрий, Нистирюк Анна, Дилевский Сергей, Абабий Виктор, Судачевски Виорика.</b> МОДЕЛЬ КОЛЛЕКТИВНОГО РАЗУМА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ТРАФИКА В СЕТИ РЕАЛИЗОВАННАЯ НА БАЗЕ УЗЛОВ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ ..... | 15    |
| <b>Сільченко В. Р.</b> СТВОРЕННЯ ВИСОКОДЕТАЛЬНИХ ГЕОПРИВ'ЯЗАНИХ 3D-МОДЕЛЕЙ ЗА ДОПОМОГОЮ БПЛА.....                                                                                                                                   | 16    |
| <b>Нефед А.Р., Бойко О.А., Хлевна Ю.Л.</b> ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ФІНАНСОВОЇ СФЕРИ.....                                                                                                       | 17    |
| <b>Приходько С.Б., Приходько Н.В., Смикодуб Т.Г.</b> ПОБУДОВА НЕЛІНІЙНИХ РЕГРЕСІЙНИХ РІВНЯНЬ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ТРУДОМІСТКОСТІ ВИКОНАННЯ ПРОГРАМНИХ ПРОЕКТІВ НА ОСНОВІ НОРМАЛІЗУЮЧИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ.....                                   | 18    |
| <b>Golovko O.V., Butenko T.V.</b> THE INTRODUCTION OF INFORMATION TECHNOLOGY AND DECISION-MAKING SYSTEMS ON RAILWAYS.....                                                                                                           | 19    |
| <b>Андрущенко Д. М., Козина Г.Л.</b> МЕТОД ЗАХИСТУ КОМП'ЮТЕРНИХ ПРОГРАМ.....                                                                                                                                                        | 20    |
| <b>Кубявка М. Б., Кубявка Л.Б.</b> МЕТОД АВТОМАТИЧНОГО ВИЗНАЧЕННЯ АДРЕСАТА ПОВІДОМЛЕННЯ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ ІМОВІРНОСНО-РЕФЛЕКТОРНОГО ПІДХОДУ.....                                                                               | 20    |
| <b>Iryna Yehina.</b> PROTECTION WAYS OF SAVING INFORMATION IN CLOUD SERVICES....                                                                                                                                                    | 21    |
| <b>Толюпа С.В.</b> ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СИСТЕМАХ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ.....                                                                                                                             | 22    |
| <b>Негарз Евгений, Абабий Виктор, Судачевски Виорика.</b> ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕКОНФИГУРИРУЕМЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НА БАЗЕ МЕМБРАННЫХ МОДЕЛЕЙ.....                                                                                    | 23    |
| <b>V. Novak., M. Novak</b> CYBERSECURITY AND WEB DESIGN.....                                                                                                                                                                        | 24    |
| <b>Артеменко О.В., Беляев Ю.Б.</b> ОБГРУНТУВАННЯ МОДЕЛІ ПРОФЕСІЙНО ВАЖЛИВИХ ЯКОСТЕЙ СТУДЕНТА БАКАЛАВРА ТЕХНІЧНОГО ВНЗ ДЛЯ ВІДБОРУ В МАГІСТРАТУРУ.....                                                                               | 25    |

|                                                                                                                                                                                                  |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Мокрий В.І., Мороз О.І., Петрушка І.М., Гречаник Р.М., Шемелинець І.І.</b><br><b>ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ФОРМУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ</b><br><b>"ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА РОЗТОЧЧЯ".....</b> | <b>26</b> |
| <b>Медушевський С.В.</b> ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ ВІДХИЛЕННЯМИ В ПРОЕКТАХ<br>ВПРОВАДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ.....                                                                | 27        |
| <b>Борукаєв З.Х., Остапченко К.Б., Лісовиченко О.І.</b> МОДЕЛЬ АНАЛІЗУ ДИНАМІКИ<br>ПРИБУТКУ ГЕНЕРУЮЧИХ КОМПАНІЙ В УМОВАХ ЗМІНИ ЦІН НА ЕНЕРГОНОСІЇ.....                                           | 28        |
| <b>Портянко Т.М.</b> АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТУ ЯКОСТІ<br>ФАРМАЦЕВТИЧНОГО ПІДПРИЄМСТВА.....                                                                                              | 29        |
| <b>Яцків В.В., Цаволик Т.Г., Стасюк І.І.</b> АДАПТИВНИЙ МЕТОД КОНТРОЛЮ ПОМИЛОК В<br>БЕЗПРОВІДНИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖАХ.....                                                                          | 30        |
| <b>Іванишин Т.В.</b> ФОРМАЛІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ<br>ЛІНІЙ ЗІ СТОХАСТИЧНОЮ ТРИВАЛІСТЮ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ.....                                                         | 31        |
| <b>Кузь М.В., Андрейко В.М.</b> МЕТОДОЛОГІЯ ОЦІНКИ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ<br>ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ.....                                                             | 32        |
| <b>Zybin Serhii, Kis Gennadiy.</b> A VISION-BASED COMPRESSION.....                                                                                                                               | 34        |
| <b>Мануляк І.З.</b> СИСТЕМИ ФІКСАЦІЇ РУХУ МІРНОГО ЕЛЕМЕНТУ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ<br>ВИТРАТИ ГАЗУ.....                                                                                                   | 35        |
| <b>Мельничук С.І.</b> ВИКОРИСТАННЯ ОЦІНОК ІНФОРМАЦІЙНОЇ ЕНТРОПІЇ В<br>ШАБЛОНОВИХ МЕТОДАХ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ ПРЕДСТАВЛЕНИХ<br>МОНОХРОМНИМИ ЗОБРАЖЕННЯМИ.....                                  | 36        |
| <b>Антонов В.М.</b> ІННОВАЦІЙНІ АКМЕ- ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ: КІБЕРАКМЕОЛОГІЧНА<br>НЕЙРОПЕДАГОГІКА.....                                                                                             | 37        |
| <b>Viktor Shevchenko, Oleksiy Bychkov, Alina Shevchenko.</b> DYNAMIC OBJECTS EMERGENCY<br>STATE MONITORING BY LOW COST SENSORS.....                                                              | 38        |

#### *Механічна інженерія*

|                                                                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Степанишин В.І., Голубець В.М., Гончар І.М.</b> БАГАТОШАРОВІ ІНТЕРМЕТАЛІДНІ<br>ЖАРОСТІЙКІ ПОКРИТТЯ НА СТАЛІ 08X16H11M3.....                                        | 39 |
| <b>Алексейчук О.М.</b> РОЗРАХУНОК НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ<br>БАГАТОШАРОВИХ ОБОЛОНОК МЕТОДОМ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ.....                                           | 40 |
| <b>Kozin O.B., Papkovskaya O.B., Kozina M.O., Trofimenko O.G.</b> ON ONE APPLICATION OF<br>THE METHOD OF GENERALIZED INTEGRAL TRANSFORMATIONS.....                    | 41 |
| <b>Гончар І.М., Пристая О.Д., Гасій О.Б.</b> СПАЛЮВАННЯ ДЕРЕВНОЇ БІОМАСИ В ТОПКАХ<br>ІНЖЕКТОРНОГО ТИПУ.....                                                           | 42 |
| <b>Гасій О.Б., Голубець В.М., Степанишин В. І.</b> ЗАХИСНІ ВЛАСТИВОСТІ ВАКУУМНИХ<br>ЙОННО-ПЛАЗМОВИХ КОНДЕНСАТІВ В АГРЕСИВНИХ СЕРЕДОВИЩАХ.....                         | 43 |
| <b>Пилипчук М.І., Тарас В.І.</b> КРУГЛОПИЛКОВИЙ ВЕРСТАТ ДЛЯ ПОЗДОВЖНЬОГО<br>РОЗПИЛЮВАННЯ ДОЩОК.....                                                                   | 44 |
| <b>Осіпов М.Ю., Андрущенко М.І., Магда Є.С.</b> ВПЛИВ КАРБІДІВ ХРОМУ І ТИТАНУ НА<br>СТРУКТУРУ ТА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ ПОРОШКОВИХ КАРБІДОСТАЛЕЙ.....                         | 45 |
| <b>Андрущенко М.І., Осіпов М.Ю., Холод А.В.</b> ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ ЗНОШУВАННЯ НА<br>ВЛАСТИВОСТІ ЗНОСОСТІЙКИХ МАТЕРІАЛІВ.....                                           | 46 |
| <b>Рудько І.М., Баріляк В.В.</b> ПРОЕКТУВАННЯ КОМПЕНСАТОРІВ ДЛЯ ПІДВІСНИХ<br>КАНАТНИХ ПІДІЙМАЛЬНО-ТРАНСПОРТУВАЛЬНИХ УСТАНОВОК.....                                    | 47 |
| <b>Онопа В.В., Онопа В.А.</b> ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ СЕПАРАТОРА ЛЕГКИХ<br>ДОМІШОК ПНЕВМАТИЧНОГО ОЧИЩУВАЧА ЗЕРНА З ЗАМКНЕНОЮ ЦИРКУЛЯЦІЄЮ<br>ПОВІТРЯ.....            | 48 |
| <b>Івашук Т.О., Холявко В.В.</b> ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ТА<br>ТЕМПЕРАТУРИ ВИПРОБУВАННЯ НА МЕХАНІЧНІ ТА СЛУЖБОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ<br>БЕЙНІТНОГО ЧАВУНУ..... | 49 |
| <b>Холявко В.В., Коваленко М.В.</b> ТЕМПЕРАТУРНА ЧУТЛИВІСТЬ ПАРАМЕТРІВ<br>ЗНОШУВАННЯ БЕЙНІТНОГО ЧАВУНУ.....                                                           | 50 |
| <b>Артеменко Д.Ю.</b> ОБГРУНТУВАННЯ РОБОЧОЇ ПОВЕРХНІ КОНУСНОГО<br>ПРИКОЧУЮЧОГО КОТКА ПРОСАПНОЇ СІВАЛКИ.....                                                           | 51 |

|                                                                                                                                                                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Богушевський В.С., Каленчук М.В.</b> ОЦІНКА ПРОЦЕСУ ДЕСУЛЬФУРАЦІЇ СТАЛІ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ТВЕРДИХ ШЛАКОВИХ СУМІШШЕЙ.....                                                                                                                                  | 52 |
| <b>Протасов Р.В., Устиненко А.В.</b> СИНТЕЗ ЭВОЛЮТНОГО ЗАЦЕПЛЕНИЯ, ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КОНТАКТНЫХ И ИЗГИБНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ.....                                                                                                         | 53 |
| <b>Бондаренко О.В., Ключков І.С., Устиненко О.В.</b> ОПТИМІЗАЦІЯ ТРАНСМІСІЙ ГУСЕ-НИЧНИХ ТА КОЛІСНИХ МАШИН ЗА МАСОГАБАРИТНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ... ..                                                                                                         | 54 |
| <b>Антоневич О.О., Богушевський В.С.</b> КОНТРОЛЬ СТАНУ РОБОЧОЇ ПОВЕРХНІ ПРЕС-ФОРМИ МАШИН ЛИТТЯ ПІД ТИСКОМ.....                                                                                                                                             | 55 |
| <b>Петренко Д.І., Каюда О.С.</b> ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРУТКОВОГО БАРАБАНА ВІДЦЕНТРОВО- ПНЕВМАТИЧНОГО СЕПАРАТОРА ЗЕРНА.....                                                                                                                              | 56 |
| <b>Білодіденко С.В., Ібрагимов М.С.</b> ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ МОДЕЛЕЙ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ МЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ.....                                                                                                                                         | 57 |
| <b>Рахманова Э.Р.</b> ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГИРОСКОПИЧЕСКОЙ НАВИГАЦИИ.....                                                                                                                                                                                   | 58 |
| <b>Іванов В.О., Павленко І.В., Дрофа К.А.</b> МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПОЗИЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ «ВЕРСТАТНИЙ ПРИСТРІЙ – ЗАГОТОВКА».....                                                                                                                              | 59 |
| <b>Богушевський В.С., Сирбу Ю.І.</b> МОДЕЛЬ КОНВЕРТЕРНОЇ ПЛАВКИ З КОНТРОЛЕМ ПАРАМЕТРІВ ВИХІДНОГО ГАЗУ.....                                                                                                                                                  | 60 |
| <b>Богушевський В.С.</b> ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ МЕТАЛУ У КОНВЕРТЕРІ.....                                                                                                                                                                                   | 61 |
| <b>Осипов І.М., Сисоліна І.П.</b> ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ СОШНИКА ДЛЯ ЗАКЛАДЕННЯ ТУКІВ ОСНОВНОЇ ДОЗИ ПРИ ПОСІВІ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР.....                                                                                                        | 62 |
| <b>Павленко І.В., Симоновський В.І., Дем'яненко М.М., Вербовий А.Є.</b> АНАЛІЗ ДИНАМІКИ РОТОРА БАГАТОСТУПІНЧАСТОГО ВІДЦЕНТРОВОГО НАСОСА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ КОМП'ЮТЕРНИХ ПРОГРАМ «CRITICAL FREQUENCIES OF THE ROTOR» І «FORCED ODCILLATIONS OF THE ROTOR»..... | 63 |
| <b>Іванов І.І.</b> ВИЗНАЧЕННЯ МЕЖ ЗРИВУ ФАКЕЛА В ПАЛЬНИКАХ «ТРУБА В ТРУБІ» ПРИ РЕЦИРКУЛЯЦІЇ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ.....                                                                                                                                       | 64 |
| <b>Осін Р.А., Красота М.В.</b> МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ПОДАЧІ ШЕСТЕРЕННИХ НАСОСІВ... ..                                                                                                                                                                           | 65 |
| <b>Красота М.В., Осін Р.А.</b> АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ КОНТАКТНОГО НАВАРЮВАННЯ ПОРОШКІВ.....                                                                                                                                                      | 66 |
| <b>Kostornov A.H., Shapoval A.A., Streltsova Y.V.</b> TWO-PHASE HEAT EXCHANGE DEVICES (HEAT PIPES AND THERMOSYPHONS) FOR GENERAL TECHNICAL PURPOSES WITH EFFECTIVE POROUS CAPILLARY STRUCTURES.....                                                         | 67 |
| <b>Васильковська К.В.</b> ЗАЛЕЖНІСТЬ ЯКОСТІ ДОЗУВАННЯ НАСІННЯ ВІД ФОРМИ І ТИПУ КОМІРОК ВИСІВНОГО ДИСКА.....                                                                                                                                                 | 68 |
| <b>Матвієнко О.О., Красота М.В.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ДЖЕРЕЛ ШУМУ В ГІДРАВЛІЧНИХ ПРИВОДАХ.....                                                                                                                                                                    | 70 |

### *Електрична інженерія*

|                                                                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Остапенко О.П.</b> ВИБІР ПІКОВИХ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОТИ ДЛЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З ПАРОКОМПРЕСІЙНИМИ КОГЕНЕРАЦІЙНО-ТЕПЛОНАСОСНИМИ УСТАНОВКАМИ.....               | 71 |
| <b>Кійко В.В.</b> КОНТРОЛЬ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ПРИ НЕСИМЕТРИЧНИХ НЕЛІНІЙНИХ НАВАНТАЖЕННЯХ.....                                                                                      | 72 |
| <b>Олещук В.И.</b> ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА НА БАЗЕ СТРОЕННЫХ ИНВЕРТОРОВ С СИНХРОННОЙ ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ.....                                                        | 73 |
| <b>Плешков П.Г., Серебренніков С.В., Савеленко І.В., Петрова К.Г.</b> ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЗАКЛАДІВ ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ ШЛЯХОМ ОПТИМІЗАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНОГО БАЛАНСУ..... | 74 |
| <b>Котиш А.І., Котиш П.А.</b> ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ ТИПІВ ЗАЗЕМЛЕННЯ НЕЙТРАЛІ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ.....                                                                            | 75 |
| <b>Плешков П.Г., Бочорішвілі В.Д.</b> АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПОШКОДЖЕНЬ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ.....                                                                   | 76 |

|                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Плешков П.Г., Стець П.Г.</b> РОЗРОБКА ОПТИМІЗАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ ТА ЗАСОБІВ УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ У КОМУНАЛЬНО – ПОБУТОВИХ УСТАНОВАХ. | 77 |
| <b>Черкашина В.В.</b> ВДОСКОНАЛЕННЯ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ НА БАЗІ УНІФІКАЦІЇ.....                                               | 78 |
| <b>Шинкаренко В.Ф.</b> ГЕНЕТИЧНЕ ПЕРЕДБАЧЕННЯ В СТРАТЕГІЇ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ТЕХНІЧНИХ ГАЛУЗЕЙ І ТЕХНОЛОГІЙ.....                       | 79 |
| <b>Стрілецький Ю.Й.</b> ВИКОРИСТАННЯ ІМПЕДАНСУ ДЛЯ ОПИСУ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОБ'ЄКТУ.....                                                         | 80 |
| <b>Шутенко О.В.</b> НОВИЙ ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЧНИХ ЗНАЧЕНЬ КОНЦЕНТРАЦІЙ РОЗЧИНЕНИХ В МАСЛІ ГАЗІВ.....                                | 81 |
| <b>Bolyukh V.F., Kocherga O.I.</b> THEORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDY OF LINEAR IMPULSE INDUCTION TYPE ELECTROMECHANICAL CONVERTER.....    | 82 |

#### *Автоматизація та приладобудування*

|                                                                                                                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Kozlenko M.I., Kuz M.V.</b> LINEAR PREDICTIVE MODEL FOR NATURAL GAS CONSUMPTION FORECASTING.....                                                                    | 83 |
| <b>Харламова Ю.М., Корсун В.І.</b> ВПЛИВ НАКОПИЧЕНОЇ У ВИМІРЮВАЛЬНОМУ КАНАЛІ ЕНЕРГІЇ НА ЙОГО ПОВЕДІНКУ ПРИ ЗМІНІ ПАРАМЕТРІВ ПІД ЧАС АДАПТАЦІЇ.....                     | 84 |
| <b>Вірко О.С., Жежера І.В.</b> РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ОРІЄНТАЦІЇ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ ЗА ДОПОМОГОЮ АНАЛІЗУ ОПТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ З БОРТОВОЇ КАМЕРИ.....           | 85 |
| <b>Рисіков В.П., Томашевський О.В., Сніжної Г.В., Ігнаткін В.У.</b> АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА МЕТРОЛОГІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ НА ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВАХ.....             | 86 |
| <b>Івіцька Д. К., Баженов В. Г.</b> ЕЛЕКТРОСТАТИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ГЛИБИНИ ВВЕДЕННЯ МЕТАЛЕВИХ ЕЛЕМЕНТІВ У ДІЕЛЕКТРИЧНІ МАТЕРІАЛИ.....                                       | 87 |
| <b>Бутенко В.М.</b> ОПТИМІЗАЦІЯ МОДЕЛЕЙ РОЗПОДІЛЕНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ.....                                                    | 88 |
| <b>Дороніна М.А., Корсун В.І.</b> ОЦІНКА ВЕЛИЧИНИ ВХІДНОГО СИГНАЛА НЕПЕРЕРВНОГО ОБ'ЄКТА З ПІСЛЯДІЄЮ.....                                                               | 90 |
| <b>Фірсов С.М.</b> ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЮ СТІЙКІСТЮ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ.....                                          | 91 |
| <b>Романів В.М.</b> ЗАСТОСУВАННЯ СТАТИСТИЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ВИЩИХ ВУГЛЕВОДНЕВИХ КОМПОНЕНТ ПРИРОДНОГО ГАЗУ.....                                   | 92 |
| <b>Рудак С.М.</b> НАДАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО НАЛАГОДЖЕННЯ ЗАМІРУ ПОДОБОВИХ ОБ'ЄМІВ ПРИРОДНОГО ГАЗЛІФТНОГО ГАЗУ З ГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН НГВУ "НАДВІРНАНАФТОГАЗ".....        | 93 |
| <b>Калугарь Дмитрий, Абабий Виктор, Судачевски Виорика.</b> ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА МНОГОМЕРНЫХ СИГНАЛОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ КОРРЕКТНОСТИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ.....                         | 94 |
| <b>Богушевський В.С., Сухенко В.Ю.</b> УПРАВЛІННЯ КОНВЕРТЕРНОЮ ПЛАВКОЮ.....                                                                                            | 95 |
| <b>Маркін М.О., Маркіна О.М., Кушовий С.М.</b> ТЕНДЕНЦІЇ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕЛЕВІЗІЙНИХ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ПЛАВКИ РОБОЧИХ ЛОПАТОК ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ..... | 96 |

#### *Хімічна та біоінженерія*

|                                                                                                                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Копанський М.М.</b> ДЕЯКІ АСПЕКТИ ВИГОТОВЛЕННЯ АРБОЛІТОВИХ ВИРОБІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СТЕБЕЛ РІПАКУ.....                                                       | 97  |
| <b>Liaposhchenko O.O., Nastenko O.V., Pavlenko I.V., Demianenko M.M.</b> MECHANICAL DESIGN OF MULTI-OPERATED OIL AND GAS SEPARATOR OF HEATER-TREATER TYPE..... | 98  |
| <b>Івіцький І.І., Сівецький В.І., Колосов О.Є., Сокольський О.Л.</b> ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ У ПРОМИСЛОВОСТІ.....     | 99  |
| <b>Koveria A.S.</b> COKE AND REDUCING AGENTS WITH BIOMASS FOR METALLURGY AND CHEMICAL INDUSTRY.....                                                            | 100 |
| <b>Хомко Н.Ю.</b> ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛІАКРИЛАМІДУ У СТРУКТУРУВАННІ ҐРУНТУ.....                                                                                     | 101 |



|                                                                                                                                                   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Россінський В. М., Саблій Л. А. ОЦІНКА ВПЛИВУ СИНТЕТИЧНИХ ДЕТЕРГЕНТІВ НА ШВИДКІСТЬ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД В АНОКСИДНИХ УМОВАХ..</b> | 102 |
| <b>Мікульонюк І.О. КОНТАКТНІ ПРИСТРОЇ ТЕПЛОМАСОБМІННИХ АПАРАТІВ РЕГУЛЬОВАНОЇ ІНТЕНСИВНОСТІ.....</b>                                               | 103 |

### *Електроніка та телекомунікації*

|                                                                                                                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Лазарович І.М. МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ ФАЗОМАНІПУЛЬОВАНИХ СИГНАЛІВ НА ОСНОВІ ПРОЦЕДУРИ РАНДОМІЗАЦІЇ.....</b>                                    | 104 |
| <b>Бондарєв А.П., Максимів І.П. ДОСЛІДЖЕННЯ ТИПОВИХ МОДЕЛЕЙ ЦИФРОВИХ ПРИСТРОЇВ ФАЗОВОЇ СИНХРОНІЗАЦІЇ.....</b>                                               | 105 |
| <b>Абакумов В.Г., Попович П.В. СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ І КЕРУВАННЯ ЯКІСТЮ ВІДЕОКОНТЕНТУ ДЛЯ ЦИФРОВИХ ВИПУСКОВИХ ТЕЛЕСТУДІЙ.....</b>                             | 106 |
| <b>Бондарєв А.П., Алтунін С.І. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИМІРЮВАННЯ ЧАСТОТНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОГРАМНО РЕАЛІЗОВАНОГО ПРИСТРОЮ ФАПЧ.....</b>                         | 107 |
| <b>Горбатий І.В., Звізло Р.С. ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРСПЕКТИВ ТА ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ WiGig ПРИ ПОБУДОВІ ЛОКАЛЬНИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ.....</b> | 108 |
| <b>Штомпель М.А. НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ЗАВАДОСТІЙКОГО КОДУВАННЯ У ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЯХ.....</b>                                                                      | 109 |
| <b>Горбатий І.В., Гера Р.Я. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ МОДУЛЯЦІЇ В СУЧАСНИХ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ СИСТЕМАХ ПЕРЕДАВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ.....</b>                    | 110 |
| <b>Kuzmichev A.I., Perevertailo V.V. MICROWAVE SULFUR VAPOR LAMP FOR EVERYDAY LIFE: PUBLIC AND AGRICULTURAL LIGHTNING.....</b>                              | 111 |

### *Виробництво та технології*

|                                                                                                                                                                                                                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Сорочак О.З. МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ РУХУ ТВЕРДОГО ТІЛА АНІЗОТРОПНОЮ ПОВЕРХНЕЮ ТРАНСПОРТНО-ОРІЄНТУЮЧОГО ВІБРАЦІЙНОГО МОДУЛЯ.....</b>                                                                                                                    | 113 |
| <b>Бехта П.А., Салабай І.І. ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ МАЛОТОКСИЧНОЇ ФАНЕРИ...</b>                                                                                                                                                                               | 114 |
| <b>Гриценко О.М., Суберляк О.В., Похмурська А.В., Бедльовська Х.Я. ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ ОДЕРЖАННЯ ГІДРОГЕЛЕВИХ ПЛІВОК ВІДЦЕНТРОВИМ ФОРМУВАННЯМ.....</b>                                                                                                          | 115 |
| <b>Магура Б.О. ДО ПИТАННЯ ТРЕЛЮВАННЯ ДЕРЕВИНИ НА ЛІСОСІКАХ З НИЗЬКОЮ НЕСУЧОЮ ЗДАТНІСТЮ.....</b>                                                                                                                                                               | 116 |
| <b>Nikonova Z.A., Nyebesnyuk O.Y., Nikonova A.O., Ivanchikov S.O., Zahoda O.O. THE IMPACT OF THE METHOD OF UNDERLAY SURFACE PROCESSING ON THE DEVELOPMENT OF DEFECTS IN EPITAXIAL COMPOSITIONS IN THE COURSE OF SILICON PHOTO-TRANSDUCERS PRODUCTION.....</b> | 117 |
| <b>Лютий Р.В., Кущерева А.С. РЕГЕНЕРАЦІЯ ПІЩАНО-ГЛИНЯСТОЇ ФОРМУВАЛЬНОЇ СУМІШІ.....</b>                                                                                                                                                                        | 118 |
| <b>Лютий Р.В., Павлюх С.В., Бондар А.К. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ НОВИХ СТРИЖНЕВИХ СУМІШЕЙ НА АВТОМАТИЧНИХ ЛИВАРНИХ ЛІНІЯХ.....</b>                                                                                                                            | 119 |
| <b>Лютий Р.В., Кеуш Д.В., Пивошук А.Р., Скирденко М.В. НОВІ СТРИЖНЕВІ СУМІШІ ДЛЯ ЛИВАРНОГО ВИРОБНИЦТВА.....</b>                                                                                                                                               | 120 |
| <b>Калиева А.П. УСТРАНЕНИЕ МЕЖКОЛОННЫХ ПЕРЕТОКОВ ГАЗА.....</b>                                                                                                                                                                                                | 121 |
| <b>Лютий П.В., Ортинська Г.Є. ВЛАСТИВОСТІ ЛИЧКОВАНИХ ДЕРЕВИННО-ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ ПЛОСКОГО СПОСОБУ ПРЕСУВАННЯ.....</b>                                                                                                                                     | 122 |
| <b>Равлюк В. Г. КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ГАЛЬМІВНИХ МЕХАНІЗМІВ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ.....</b>                                                                                                                                                                      | 123 |
| <b>Шепеленко І.В., Будар Мохамед Р.Ф. ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ФАБО ГІЛЬЗ ЦИЛІНДРІВ.....</b>                                                                                                                                                | 124 |
| <b>Федоренко Д.О., Федорович В.А., Федоренко О.Ю. ТЕХНОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ ВИГОТОВЛЕННЯ КРУПНОПОРИСТИХ АЛМАЗНИХ КРУГІВ НА КЕРАМІЧНИХ ЗВ'ЯЗКАХ.....</b>                                                                                                          | 125 |

|                                                                                                                                                                                                          |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Федоренко О.Ю., Лігезін С.Л., Чиркіна В.Ю. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДІВ ХІМІЧНОГО ЗВ'ЯЗУВАННЯ ШКІДЛИВИХ ДОМІШОК В ЦЕГЕЛЬНО-ЧЕРЕПИЧНИХ ГЛИНАХ.....</b>                                             | <b>126</b> |
| <b>Іванова Л.Х. РАЦІОНАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ЛИТТЯ ЧАВУННИХ ПРОКАТНИХ ВАЛКІВ З ЗАСТОСУВАННЯМ ДЛЯ ОБРОБКИ РОЗПЛАВІВ ВІДХОДІВ СПЕЦІАЛЬНИХ ВИРОБНИЦТВ.....</b>                                          | <b>127</b> |
| <b>Семченко Г.Д., Бражник Д.А., Старолат О.Є., Рожко І.М. ОСОБЛИВОСТІ МОДИФІКУВАННЯ ФЕНОЛФОРМАЛЬДЕГІДНИХ СМОЛ КРЕМНІЙОРГАНІЧНИМИ СПОЛУКАМИ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ПЕРИКЛАЗОВУГЛЕЦЕВИХ МАТЕРІАЛІВ.....</b>       | <b>128</b> |
| <b>Щукіна Л.П., Рищенко М.І., Галушка Я.О., Лігезін С.Л., Міхєєнко Л.О. КОМПЛЕКСНА ОБРОБКА ІНФОРМАЦІЇ ЩОДО ТЕХНОГЕННОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ КЕРАМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....</b>                                       | <b>129</b> |
| <b>Козак Р.О. ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СОЛОМ'ЯНОЇ СТРУЖКИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ СТРУЖКОВИХ ПЛИТ.....</b>                                                                               | <b>130</b> |
| <b>Кононенко М.А., Габльовська Н.Я. АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КОЕФІЦІЕНТУ ТРАПЕЗНИКОВА ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ РІЗЬБОВОЇ ЧАСТИНИ ТРУБ НКТ ЗА ГОСТ 632-80 В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ.....</b> | <b>131</b> |
| <b>Джексенбаєв Н.К., Рахманова Э.Р. БОРЬБА С ПОТЕРЯМИ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ.....</b>                                                                                                                    | <b>132</b> |
| <b>Джексенбаєв Н.К., Рахманова Э.Р. МЕТОДЫ СОКРАЩЕНИЯ ПОТЕРЬ НА НЕФТЕБАЗАХ.....</b>                                                                                                                      | <b>133</b> |
| <b>Чернявська К.М. АНАЛІЗ ВИДАЛЕННЯ НЕМЕТАЛЕВИХ ВКЛЮЧЕНЬ В АГРЕГАТІ КІВШ-ПІЧ.....</b>                                                                                                                    | <b>134</b> |
| <b>Чорноіваненко К.О. ВИРОБНИЦТВО ШВИДКОРІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ МЕТОДОМ СПІКАННЯ ЗА УЧАСТЮ РІДКОЇ ФАЗИ.....</b>                                                                                           | <b>135</b> |
| <b>Григор'єва Н.С. НАУКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ МОДУЛЬНОГО АВТОМАТИЗОВАНОГО ГНУЧКОГО СКЛАДАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА.....</b>                                                                                    | <b>136</b> |
| <b>Шабайкович В.А. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ.....</b>                                                                                                                                                | <b>137</b> |
| <b>Безродний М.К., Притула Н.О. ТЕРМОДИНАМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕПЛОНАСОСНИХ СХЕМ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВЕЛЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕПЛОТИ ДОВКІЛЛЯ.....</b>                                       | <b>138</b> |
| <b>Голубець В.М., Пашечко М. І. ПОВЕРХНЕВЕ ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН НАНЕСЕННЯМ ЕВТЕКТИЧНИХ ПОКРИТЬ.....</b>                                                                                               | <b>139</b> |
| <b>Іванов І.І. АНАЛІЗ ДЖЕРЕЛ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ КОКСУ</b>                                                                                                                             | <b>140</b> |
| <b>Губенко С.І., Нікульченко І.О. УТВОРЕННЯ ТРІЩИН ПОБЛИЗУ НЕМЕТАЛЕВИХ ВКЛЮЧЕНЬ ПРИ ПЛАСТИЧНІЙ ДЕФОРМАЦІЇ ПІСЛЯ ЛАЗЕРНОЇ ОБРОБКИ СТАЛІ.....</b>                                                          | <b>141</b> |

#### *Архітектура та будівництво*

|                                                                                                                                                 |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Мацієвська О.О. ОКИСНО-ВІДНОВНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ПИТНОЇ ВОДИ ТА СТАН КРОВІ ЛЮДИНИ.....</b>                                                         | <b>142</b> |
| <b>Орел В.І. ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОДИНАМІЧНО АКТИВНИХ ПОЛІМЕРІВ НА МЕРЕЖАХ ДОЩОВОЇ КАНАЛІЗАЦІЇ ПРИ ОПАДАХ ВЕЛИКОЇ ІНТЕНСИВНОСТІ.....</b>            | <b>143</b> |
| <b>Вітюк І.В., Ковальський В.П. ВАРІАНТИ МОДЕЛЮВАННЯ ЛАНДШАФТНО-АРХІТЕКТУРНОЇ ТА ПРОСТОРОВОЇ СТРУКТУРИ РЕКРЕАЦІЙНО-РОЗВАЖАЛЬНИХ ПАРКІВ.....</b> | <b>144</b> |

#### *Цивільна безпека*

|                                                                                                                                                                       |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Терещенко О.П., Поляков А.П. ПРАКТИКА ОЦІНКИ ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ОБ'ЄКТІВ МЕРЕЖІ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ.....</b>                                  | <b>145</b> |
| <b>Осін Р.А., Мезенцева О.М. ЛЮДСЬКІ ПОМИЛКИ В ІЄРАРХІЇ ПРИЧИН, ЩО СПРИЧИНЯЮТЬ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНІ ПРИГОДИ.....</b>                                                  | <b>146</b> |
| <b>Алексєєнко С.О., Шайхлісламова І.А., Леммер Ю.В., Масур Г.С. РОЗРОБКА І СТВОРЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ ТА ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ.....</b> | <b>147</b> |

|                                                                                                                                                             |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Тарасов В.К., Румянцев В.Р., Новокщона О.В. ДОСЛІДЖЕННЯ І РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЗМЕНШЕННЯ ТЕПЛОВИХ ВИКИДІВ ДУГОВИХ ЕЛЕКТРОПЕЧЕЙ.....</b>                      | <b>148</b> |
| <b>Гнатів Р.М., Петринцев В.Ю., Гнатів І.Р. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ В РУСЛІ РІЧКИ СТРИЙ ДЛЯ ЗАХИСТУ ТЕРИТОРІЙ І НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ ВІД ПАВОДКІВ ТА ПОВЕНЕЙ.....</b> | <b>149</b> |
| <b>Столбченко О.В. ДО ПИТАННЯ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ З ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ....</b>                                                                              | <b>150</b> |

### ***Транспорт***

|                                                                                                                                                                                                  |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Щербина А.В. ДОСЛІДЖЕННЯ КУТІВ СХОДЖЕННЯ КОЛІС АВТОМОБІЛЯ.....</b>                                                                                                                            | <b>151</b> |
| <b>Сидоров С.А., Сонич О.А. МОДЕЛЬ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НАГРУЖЕННОСТИ ВЕДУЩЕГО МОСТА КОЛЕСНОЙ МАШИНЫ ПРИ ПЕРЕЕЗДЕ НЕРОВНОСТИ.....</b>                                                                | <b>152</b> |
| <b>Мойсеєнко В.І., Каменєв О.Ю., Гаєвський В.В. ОБГРУНТУВАННЯ УНІФІКАЦІЇ ПІДХОДІВ ДО ПОБУДОВИ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧИХ СИСТЕМ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ УКРАЇНИ ТА ЄВРОПИ.....</b> | <b>153</b> |
| <b>Гордєєва І.О. СТИМУЛИ ТА ПЕРЕШКОДИ РОЗВИТКУ ПРОЕКТНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ В ГАЛУЗІ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ.....</b>                                                                          | <b>154</b> |
| <b>Ломотько Д.В. ОСНОВНІ ШЛЯХИ ДОСЛІДЖЕНЬ В ОБЛАСТІ УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ ЗАЛІЗНИЦЬ.....</b>                                                                                         | <b>155</b> |
| <b>Дембіцький В.М. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕКУПЕРАТИВНОГО ГАЛЬМУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ.....</b>                                                                                 | <b>156</b> |
| <b>Примаченко Г.О. ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНОГО СТАНУ ПАСАЖИРСЬКОЇ ЛОГІСТИКИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ В УКРАЇНІ.....</b>                                                                                 | <b>157</b> |