



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
“ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ”

УНІВЕРСИТЕТСЬКА НАУКА 2023

*МІЖНАРОДНА
НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ*

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ



м. Дніпро
25-26 травня 2023 р.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ПРИАЗОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**



**МІЖНАРОДНА
НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«УНІВЕРСИТЕТСЬКА НАУКА - 2023»**

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

**Том 1 - факультети: Навчально-науковий інститут
сучасних технологій, машинобудування та зварювання,
транспортний, інформаційних технологій**

м. Дніпро, 25-26 травня 2023 р.

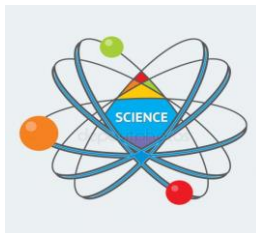
УДК 62:669:621.3(06)

Університетська наука - 2023 : тези доп. Міжнар. науково-техн. конф. (Дніпро, 25-26 травня 2023 р) : в 3 т. Т. 1: факультети: Навчально-науковий інститут сучасних технологій, машинобудування та зварювання, транспортний, інформаційних технологій / ДВНЗ «ПДТУ». – Дніпро: ДВНЗ «ПДТУ», 2023. – 292 с.

Опубліковані результати теоретичних і експериментальних досліджень, науково-дослідні розробки вчених, науковців, викладачів, аспірантів, фахівців підприємств і організацій України та зарубіжних країн.

*Наука - це ключ до розуміння світу,
у якому ми живемо, і до покращення якості
життя людей
Стівен Гокінг*

Оргкомітет висловлює подяку учасникам конференції за надані доповіді.



© ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», 2023

ЗМІСТ

СЕКЦІЇ:	стор.
Металургія чорних металів.....	4
Обробка металів тиском.....	14
Матеріалознавство та перспективні технології	19
Хімічна технологія і інженерія.....	45
Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.....	50
Теплоенергетика та технологія захисту навколишнього середовища, охорона праці та БЖД	64
Підйомно-транспортні машини і деталі машин.....	90
Наноінженерія в галузевому машинобудуванні	109
Технологія машинобудування.....	111
Автоматизація та механізація зварювального виробництва та металургії і технології зварювального виробництва.....	116
Металургійне обладнання заводів чорної металургії.....	131
Архітектура та містобудування, будівництво та цивільна інженерія	136
Транспортні технології підприємств	140
Транспортні технології на автомобільному транспорті.....	169
Рухомий склад транспортних систем.....	179
Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка.....	187
Інформатика	202
Комп'ютерні науки.....	249
Прикладна математика та комп'ютерне моделювання	269
Біомедична інженерія.....	278
Фізика	286

СЕКЦІЯ: МЕТАЛУРГІЯ ЧОРНИХ МЕТАЛІВ

ДОСВІД AGH UST, КРАКÓВ В ОРГАНІЗАЦІЇ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ДОСЛІДНИЦЬКОГО ЦЕНТРУ КОЛЕКТИВНОГО КОРИСТУВАННЯ

Л.О. Дан, доц., канд. техн. наук,
Л.О. Трофімова, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

У 2013 році розпочав свою роботу Akademickie Centrum Materiałów i Nanotechnologii (АСМiN) Гірничо-Металургійної Академії ім. Станіслава Сташиця в Кракові (AGH UST). АСМiN було створено в результаті проекту, який на 85 % співфінансувався Європейським Союзом з Європейського фонду регіонального розвитку в рамках Операційної програми "Інноваційна економіка" (ІЕОР). Вартість проекту склала близько 90 млн. злотих.

АСМiN був створений як мультидисциплінарний дослідницький центр колективного користування в структурі AGH. На сьогодні головними напрямками діяльності Центру є:

- підтримка та розвиток сучасної науково-дослідницької інфраструктури, зокрема, інфраструктури, пов'язаної з нанотехнологіями, а також забезпечення її доступності для працівників університету та інших науково-дослідних установ;

- створення умов для використання інфраструктури докторантів факультетів AGH UST, а також інших краківських університетів і дослідницьких підрозділів; з цією метою Академічний центр матеріалів і нанотехнологій може виступати партнером у програмах міждисциплінарних докторантур;

- проведення досліджень матеріалів, наноматеріалів, технологій та нанотехнологій, зокрема з метою їх застосування в лабораторних умовах та промисловості;

- проведення інноваційної діяльності в галузі новітніх матеріалових технологій та нанотехнологій;

- розвиток дослідницької діяльності AGH UST в галузі технологій та нанотехнологій матеріалів.

Наукова діяльність Центру здійснюється такими дослідницькими групами:

- наноінженерії поверхонь та біоматеріалів;
- фотофізики та електрохімії напівпровідників;
- функціональних матеріалів і наномагнетизму;
- матеріалознавства та інженерії матеріалів;
- теорії квантових систем;

- квантових ефектів в наноструктурах.

Досягнення поставлених цілей є можливим завдяки оснащенню Центру найсучаснішим дослідницьким обладнанням, зокрема дифрактометрами та електронними мікроскопами останнього покоління, системами швидкого прототипування, обладнанням для проведення дослідів при надвисоких та наднизьких температурах, у глибокому вакуумі тощо.

Ідея створення подібного центру на базі ДВНЗ «ПДТУ» вирувала в повітрі давно. Зараз є слушний час втілити її в життя. Повернення ПДТУ на місце свого базування в Маріуполь та відновлення діяльності Університету на своєму законному місті має супроводжуватися докорінними змінами в організації дидактично - дослідницького процесу. В цей час в нагоді стане досвід наших закордонних партнерів.

РЕАЛІЗАЦІЯ СПОСОБУ ЗАВАНТАЖЕННЯ ДОМЕННОЇ ПЕЧІ РОЗПОДІЛЕНИМИ РУДНИМИ І ЗОСЕРЕДЖЕНИМИ КОКСОВИМИ ГРЕБЕНЯМИ

Л.О. Гудим, аспірант, В.Б. Семакова, доц., канд. техн. наук,
Ю.В. Хавалиць, ст. викладач, Д.В. Хвостов, аспірант,
ДВНЗ «ПДТУ»

Завантаження доменної печі безконусним завантажувальним пристроєм (БЗП) дозволяє гнучко регулювати по радіусу колошника розподіл рудних навантажень на кокс, який зворотно пропорційно пов'язаний з розподілом газу. В зонах з найбільшим рудним навантаженням на кокс проходить найменша кількість газу, який має порівняно низьку температуру.

Сучасна доменна піч (ДП) обладнана системою термозондів, за допомогою яких контролюється температура газового потоку по n точках радіусу колошника над поверхнею засипки шихти. При завантаженні ДП переважно зосередженими гребенями протяжність зони з пониженою газопроникністю, яка характеризується температурами газу, меншими за середню температуру $T_{\text{ср}}$ по радіусу колошника r_k , становить $0,50 r_k$. При цьому завантаження залізородних порцій здійснювалося на станції $R(n)$ нахилу розподільного лотка БЗП, що спрямовує шихту в периферійну зону, ближче до межі з проміжною зоною колошника, а коксу – на суміжній, у бік осі ДП, станції лотка $R(n-1)$, та періодично на станції, яка спрямовує кокс безпосередньо до вісі.

З метою підвищення інтенсивності руху газу в районі рудного гребеня та ступеня використання відновної здатності газового потоку залізородні матеріали (ЗМ) завантажувалися розподіленим гребенем на

трьох послідовних станціях нахилу лотка $R(n+1)$, $R(n)$, $R(n-1)$, а кокс – на станції, відповідній середині рудного гребеня $R(n)$. Ступінь використання газу по CO підвищився на 2 %. Протяжність зони з пониженою газопроникністю зросла на 0,12 г_к.

Перехід до завантаження ЗМ розподіленим гребенем сприяв підвищенню газопроникності та відносної (до T_{cp}) температури газу в проміжній зоні з 0,65 до 0,70 відн. од. При цьому відносна температура газового потоку в периферійній зоні дещо знизилася з 1,02 до 0,90 відн. од., а в осьовій – підвищилася з 2,08 до 2,20 відн. од.

Вирівнювання температур газового потоку свідчить про відповідне вирівнювання розподілу рудних навантажень на кокс у периферійній і проміжній зонах колошника, що забезпечило більш економічну роботу доменної печі зі зниженням питомої витрати коксу на 1 %. Площа центральної зони з високою газопроникністю, що характеризується температурою газу, більшою за T_{cp} , скоротилася на 1,6 % (абс.).

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВОДНЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В МЕТАЛУРГІЇ

Л.І. Тарасюк, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

З часів промислової революції XVIII століття прийнято вважати, що науково-обґрунтована технологія повинна автоматично вести до прогресу та покращувати життя людей. Вона справді збільшила виробництво їжі, покращила здоров'я людей, рівень життя та вдосконалила системи комунікації. Але все очевиднішими стає шкода, яку вона завдає людині та навколишньому середовищу.

У 80-ті роки вибух космічного човника «Челенджер», аварія на Чорнобильській АЕС, хімічна катастрофа в Бокалі та розлив нафти внаслідок катастрофи танкера «Еххон Valdez» нагадали нам, що великомасштабні системи не захищені від людських помилок і технічних збоїв. Однак навіть нормальне функціонування сільськогосподарських та промислових систем саме по собі завдає шкоди, виснажуючи ресурси, забруднюючи повітря, воду та землю. Спалюючи викопне паливо ми викидаємо в атмосферу величезну кількість діоксиду вуглецю, створюючи загрозу всесвітній катастрофі через глобальне потепління клімату.

До 1800 року вся світова цивілізація ґрунтувалася на дереві, вітрі, воді та тваринній силі. Промислова революція XIX століття була результатом технологій, заснованих на використанні кам'яного вугілля. Паливом, що живить зростання промислових країн XX століття,

служили вугілля, нафта і природний газ. На початку 80-х стало зрозуміло, кожен із цих джерел енергії супроводжується соціальними і екологічними витратами. Людство мало уваги приділяло розробкам, пов'язаним із відновлюваними джерелами енергії, які могли знизити наші енергетичні потреби у джерелах, що витрачаються, а в перспективі повністю їх замінити. Нафта, природний газ і кам'яне вугілля містять у собі енергію, що надходить від Сонця мільйони років, яку накопичували доісторичні форми рослинного життя. Викопні палива забезпечують 88% всесвітнього вироблення енергії. За наявними оцінками за збереження сучасних темпів видобутку розвіданих у світі запасів нафти має вистачити на 44 роки, газу – на 60 років, а кам'яного вугілля – приблизно на три століття. Однак їх географічний розподіл дуже нерівномірний, а видобуток пов'язаний з дуже високими політичними та екологічними витратами.

Залізо і сталь становлять структурну основу сучасного життя, але їхню частку припадає близько 8% глобальних викидів вуглецю, що робить їх найбільшим джерелом промислових парникових газів. Шлях до 100% чистого майбутнього досить зрозумілий: відмовтеся від доменних печей та відновників коксового обпаленого вугілля та замініть їх електродуговими печами, що працюють на екологічно чистій енергії, та екологічно чистими водневими відновниками. Так ви зможете отримати сталь із звичайною водою як єдиний побічний продукт.

Ось у чому проблема: зараз людство виробляє близько двох мільярдів тонн сталі на рік у всьому світі, і відсоток екологічно чистого металу в ньому настільки малий, що в 2021 році стало великою новиною, коли блок такої сталі дійсно був доставлений покупцеві. Це колосальна галузь з величезною кількістю активів, об'єктів та обладнання, які вже повністю функціонують і побудовані на століття.

Перехід на електродугову піч – нетривіальне заняття. За даними другого за величиною виробника сталі у світі, він обійдеться у суму від \$1 100 000 000 до \$1 700 000 000, за винятком витрат, пов'язаних з існуючими активами доменних печей. «Зелений» водень ще недоступний у необхідних масштабах, і, таким чином, собівартість виробництва еко-сталі на 60% вища за брудний матеріал.

Таким чином, сталь із доменних/конвертерних печей (BF-BOF) матиме оборот на ринку ще як мінімум кілька десятиліть, і саме тому ця нова система модернізації, розроблена Бірмінгемським університетом, може стати одним із найважливіших досягнень року в галузі екологічно чистих технологій. Навіть незважаючи на те, що вона не повністю зелена.

Воднева енергетика стрімко набирає популярності на тлі сучасних тенденцій. Основними драйверами загального водневого інтересу виступають:

- необхідність забезпечення вуглецевої нейтральності;
- зниження попиту на традиційні енергоресурси;
- збільшення частки відновлюваних джерел енергії;
- активний розвиток транспортної інфраструктури;
- розвиток технологій;
- освоєння космосу (у ракетних двигунах використовуються водневе паливо) та ін.

Питання розвитку водневих технологій або переходу до водневої енергетики входять до енергетичних стратегій практично всіх країн світу. Незважаючи на єдність інтересу, у питаннях реалізації переходу до водневої енергетики немає аналогічної єдності..

ПРОБЛЕМИ ГІДРОЛІЗУ ВОДИ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ВОДНЮ

Л.І. Тарасюк, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

Морська вода може стати нескінченним джерелом водню.

Останнім часом водень вважається одним із найперспективніших джерел енергії, оскільки здатний жити не лише автомобілі, а й цілі промислові галузі. У той же час при його використанні в доквілля не виділяється вуглекислий газ, що спричинив глобальне потепління клімату. Але якщо водень має стільки переваг, то чому б не перейти на його використання прямо зараз? На це є кілька причин. Одна з них полягає в тому, що масове виробництво цього газу може погіршити проблему нестачі прісної води, кількість якої в багатьох країнах щорічно скорочується з катастрофічною швидкістю. Проте вчені запропонували інше рішення — використовувати для виробництва морську воду, і навіть пояснили, як подолати технічні складності, що є. Водень не можна назвати ідеальним джерелом енергії, оскільки він має низку своїх недоліків. Наприклад, один кілограм водню містить стільки ж енергії, скільки приблизно 4 літрах бензину. Але за нормального атмосферного тиску кілограм водню займає у сотні разів більше простору. Для зрідження водню його необхідно охолодити до -253 градусів за Цельсієм або забезпечувати високий тиск.

Крім того, слід враховувати, що в даний час відсутні трубопроводи та розподільні системи, що унеможливує швидкий перехід на водень, як основне джерело енергії. Проте водень в даний час вважається одним із найперспективніших джерел енергії в для

великовантажних транспортних засобів, які неможливо забезпечити електричними батареями.

До таких транспортних засобів належать вантажівки, кораблі та навіть літаки. Більше того, транспорт, який працює на водні, набирає популярності вже зараз. Наприклад, у Китаї розпочали виробництво водневих пасажирських поїздів.

Іншим можливим ринком збуту водню є такі галузі, як сталеливарна промисловість, де потрібне високотемпературне згоряння.

Крім того, згодом зростатимуть і нинішні ринки водню, наприклад, він необхідний для виробництва добрив аміаку. Нині світове споживання водню на рік становить 90 мільйонів тонн на рік.

Поступовий перехід на водень дозволить зменшити кількість викидів вуглекислого газу, що необхідне боротьби з глобальним потеплінням клімату. Однак для цього водень повинен проводитися екологічно чистим способом. В даний час існує три основні способи виробництва водню: зелений, синій та сірий.

В даний час тільки один із трьох способів виробництва водню є екологічним, але він дуже дорогий

Зелений спосіб має на увазі електроліз води - джерело живлення постійного струму підключається до двох електродів, які знаходяться у воді. У результаті катоді утворюється водень, але в аноді — кисень. Синій водень отримують шляхом парової конверсії метану із газу. При такому виробництві в атмосферу викидається стільки ж вуглекислого газу, скільки при спалюванні природного газу. Сірий водень вважається найбруднішим джерелом водневого палива, тому що для його виробництва використовуються всі інші види палива.

Звідси випливає, що єдиним оптимальним рішенням боротьби з глобальним потеплінням клімату є виробництво зеленого водню. Однак він коштує 5 доларів США за 1 кг, що вдвічі дорожче, ніж сірий водень. Тому нині вчені працюють над способами здешевлення зеленого водню хоча б до 1 долара за 1 кг. Але висока вартість є не єдиною проблемою.

Електролізери призначені для роботи лише з чистою водою. Збільшення обсягів виробництва зеленого водню може посилити глобальну нестачу прісної води. Для отримання 1 кг водню за допомогою електролізу потрібно близько 10 кг води. За даними Міжнародного агентства з відновлюваних джерел енергії, для роботи вантажівок та ключових галузей промисловості на зеленому водні може знадобитися приблизно 25 мільярдів кубометрів прісної води на рік, що еквівалентно споживанню води в країні з населенням 62 мільйони людей.

Вчені пропонують використовувати солону воду для виробництва водню. Для електролізу водню застосовують електроди з дорогіших металів. При використанні морської води електричний розряд, який генерує кисень на аноді, перетворює іони хлориду в солоній воді на висококорозійний газоподібний хлор. Цей хлор роз'їдає електроди та каталізатори протягом кількох годин.

Вчені з Університету РМІТ у Мельбурні, щоб вирішити цю проблему, пропонують покривати електроди негативно зарядженими сполуками, такими як сульфати та фосфати. Вони здатні відштовхувати негативно заряджені іони хлору, і цим запобігати утворенню газоподібного хлору. Як повідомляють дослідники, їх електроди пропрацювали протягом двох місяців, генеруючи водень.

НЕМЕТАЛІЧНІ ВКЛЮЧЕННЯ У СТАЛІ ПІСЛЯ РОЗКИСЛЕННЯ І ЛЕГУВАННЯ

В.М. Бакланський, доц., канд. техн. наук,
Ю.В. Хавалиць, ст. викладач, ДВНЗ «ПДТУ»

Рідка сталь в результаті взаємодії з газовим середовищем в сталеплавильному агрегаті поглинає гази, у тому числі кисень, у кількості, яка залежить від температури, складу металу і шлаку та інших факторів. Зниження вмісту кисню, розчиненого в сталі, досягають у процесі її розкислення за рахунок введення елементів, що мають більш високу спорідненість до кисню, ніж залізо, і утворюють нерозчинні у сталі оксиди.

Як розкислювачі можуть бути застосовані: вуглець, марганець, кремній, алюміній. Ці продукти розкислення не видаляються в повному обсязі і забруднюють метал. З них лише вуглець утворює газоподібний оксид, не розчинний у сталі.

Виходячи з теорії гетерофазних флуктуацій, для оцінки ймовірності зародження нової фази I в обсязі рідкого металу використовують рівняння:

$$I = A \exp(-\Delta G/RT) \quad (1)$$

де ΔG - зміна енергії Гіббса при виділенні речовини з пересиченого розчину з утворенням зародка нової фази критичного розміру, що визначається за рівнянням

$$\Delta G = \frac{16\pi}{3} \cdot \frac{\sigma_{м.в}^3 M^2}{\rho^2 R^2 T^2 \ln(n/n_3)^2}, \quad (2)$$

де $\sigma_{м.в}$ – питома міжфазна енергія, Дж/м²;
 M - молекулярна маса продуктів, що виділяються;

ρ - густина продуктів розкислення, кг/м³;

R – універсальна газова постійна, Дж/(К×моль);

T – температура, К;

n/n_3 - ступінь пересичення металу розчиненими у ньому оксидами – продуктами розкислення, %.

Множник A аналізованої формули (1) дорівнює:

$$A = m' \left(\frac{\sigma_{м.г}}{KT} \right)^{1/2} \cdot \left(\frac{2V}{9\pi} \right)^{1/3} \cdot m \cdot \frac{KT}{h}, \quad (3)$$

де m' - число атомів на поверхні зародка критичного радіусу;

K – постійна Больцмана, Дж/К;

V - об'єм, що припадає на 1 атом вихідної фази (металевого розплаву), м³;

m - число атомів в одиниці обсягу вихідної фази;

h - постійна Планка, Дж×с.

З наведених рівнянь випливає, що зменшення міжфазної енергії на межі розділу фаз метал-включення полегшує спонтанне виділення неметалевих включень із гомогенного розплаву. Їх розмір залежить від складу включень. Якщо включення не містить FeO і MnO, величина міжфазного натягу становить приблизно 1,2÷10,0 Дж/м².

Виділення неметалевих включень буде відбуватися на поверхні включень, що вже містяться в сталі.

Для високозалістистих включень величина поверхневого натягу на межі метал - включення становить близько 0,17÷0,20 Дж/м².

При спільному розкисненні марганцем, кремнієм і алюмінієм кількість Al₂O₃ збільшується зі збільшенням кількості алюмінію, що вводиться в метал. Збільшення кількості марганцю супроводжується збільшенням швидкості впливання продуктів розкислення.

Алюміній значно впливає на тип включень, їх форму і розподіл. Розкислення сталей, високолегованих хромом та нікелем, малою кількістю алюмінію (0,05÷0,10 %) зменшує загальну кількість оксидних включень. При запровадженні 0,2% Al різкого зниження вмісту неметалевих включень не спостерігалось. Подібна думка підтримується багатьма авторами.

Встановлено, що розмір та розподіл включень залежать від величини розкислювальної здатності елементів та міжфазного натягу продуктів розкислення з металом. Ці характеристики визначають інтенсивність утворення зародків критичного розміру, які, своєю чергою, визначають розмір і розподіл включень.

Залежно від агрегатного стану продуктів розкислення їх укрупнення може відбуватися або рахунок коалесценції (рідкі включення), або шляхом коагуляції (тверді включення).

Особливий інтерес має можливість коагуляції твердих продуктів розкислення. На думку С.І. Попелю, лімітуючі фактори є частота зустрічей неметалевих включень, величина в'язкості, адгезія та міжфазний натяг.

Відомі два види коагуляції твердих частинок у розплаві - перикінетичні (сили діють у рідині на всі боки однаково) і ортокінетичні, які викликаються дією спрямованого силового поля (наприклад, гравітаційного).

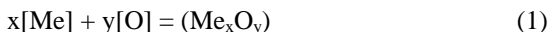
Перемішування спокійної сталі інертним газом прискорює процеси коагуляції, оскільки збільшує ймовірність зустрічей.

ВЗАЄМОДІЯ РІДКОЇ СТАЛІ З ФЕРОСПЛАВАМИ ПРИ ОСАДЖУЮЧОМУ РОЗКИСЛЕННІ

В.М. Бакланський, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»,
Ю.С. Коломійцева, викладач, ВСП «Маріупольський фаховий коледж
ДВНЗ «ПДТУ»

На підприємствах МК України вся сталь піддається різним видам розкислення у ківші, у тому числі осаджуючим. Це дозволяє випускати якісну сталь, у тому числі леговану відповідального призначення.

Сутність хімічної ланки яка найбільш часто застосовується при виплавці сталі у відкритих сталеплавильних агрегатах засобом осадження розкислення в загальному вигляді виражається рівнянням реакції:



Процес взаємодії рідкого металу з феросплавом при розкисленні методом осадження складається в основному з трьох послідовних стадій: 1) теплового; 2) дифузійного; 3) хімічної взаємодії.

Для феросплавів, що мають температуру плавлення нижче температури рідкої сталі, тривалість теплового періоду взаємодії хімічних сполучень визначається за умови вирішення завдання нагрівання холодного тіла (шматка феросплаву) до температури плавлення та подальшого його розплавлення. Аналітичне рішення цієї задачі дозволяє отримати рівняння, за яким може бути визначена тривалість нагрівання та плавлення шматка феросплаву:

$$1 - \frac{\alpha(t_m - t_{n,\phi})\tau}{\rho q r_0} + \frac{C_\phi(t_{n,\phi} - t_{n,\phi})}{q} \times f(F_0) = 0 \quad (2),$$

де α - коефіцієнт теплопередачі, ккал/(м²×ч×К);

t_m - температура рідкої сталі, °С;

$t_{n,\phi}$ - температура плавлення феросплаву, °С;

$t_{n,\phi}$ - початкова температура плавлення феросплаву, °С;

ρ - щільність феросплаву, кг/м³;

q – прихована теплота плавлення феросплаву, ккал/кг;

r_0 - початковий радіус шматка феросплаву, м;

C_{ϕ} – теплоємність феросплаву, кДж/(кг×К);

F_0 - критерій Фур'є,

τ - постійна часу, що дорівнює $0,046 \times (r_0^2 / \alpha_{\phi})$, с;

α_{ϕ} - коефіцієнт температуропровідності феросплаву, ккал×м²/с.

Розрахунки часу плавлення різних видів феросплавів, виконані на ЕОМ для різних значень теплового потоку до поверхні феросплавів показують, що тривалість теплового періоду взаємодії зростає пропорційно кореню кубічного з початкової маси шматка феросплавів і знижується пропорційно величині теплового потоку від рідкої сталі до куску феросплаву. При введенні холодних феросплавів у рідку сталь на шматках наморожується, а потім розплавляється шар металу, що заподіює до збільшення тривалості теплового періоду. Тому тепловий період взаємодії феросплавів з рідким металом при звичайній технології осадження розкислення має досить велику тривалість приблизно 6÷10 хв. Цей період можна практично виключити, якщо здійснювати осаджуюче розкислення шляхом вдювання порошкоподібних феросплавів в метал у струмені транспортуючого газу.

Тривалість дифузійної взаємодії феросплаву з рідким металом визначається тривалістю розчинення феросплаву в рідкому металі і залежить від швидкості масопереносу елементів, що розчиняються.

В даний час немає загальноприйнятої теорії розчинення твердих розкислювачів у рідкій сталі. Наявні літературні дані відображають лише окремі експериментальні дослідження та дуже спрощене вирішення цього завдання.

А.А. Вертман, ґрунтуючись на фізико-хімічного механізму дисперсних систем П.А. Ребіндера, вважає, що процес розчинення розкислювачів може протікати за механізмом мимовільного диспергування, що полягає в тому, що атоми поверхнево-активного розчинника, адсорбуючись в тріщинках речовини, що розчиняється, мігрують всередину тріщині, викликаючи появу розщеплюючої дії, що призводить до відриву блоку.

Розчинення розкислювачів, можливо, подібно до механізму травлення, коли розплав проникає по межах зерна і внаслідок утворення легкоплавкої евтектики міцність твердої речовини різко падає. У цьому випадку речовина, що розчиняється, розпадається на безліч окремих частинок які незалежно розчиняються.

Таким чином, швидкість розчинення феросплавів у металі і, отже, тривалість дифузійного періоду при розкисленні методом

осадження залежать від природи застосовуваних феросплавів, розмірів їх шматків, температури металу та його в'язкості, площі поверхні контактуючих фаз і інтенсивності перемішування.

Використання для осадження розкислення порошкоподібних матеріалів або рідких лігатур суттєво скорочує тепловий та дифузійні періоди розкислення.

СЕКЦІЯ: ОБРОБКА МЕТАЛІВ ТИСКОМ

ЕКСПАНДУВАННЯ В ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОБНИЦТВА ПРЯМОШОВНИХ ТРУБ ВЕЛИКОГО ДІАМЕТРА ДЛЯ МАГІСТРАЛЬНИХ НАФТО- І ГАЗОПРОВОДІВ ТА АСПЕКТИ ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ

В.У. Григоренко, проф., д-р техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»,
В.В. Овсяніков, технічний директор НВП «УКРТРУБОІЗОЛ»,
м. Дніпро

У 2019-2020 рр. на підприємстві з іноземними інвестиціями ТОВ НВП «Укртрубоізол» встановлена і введена в експлуатацію нова сучасна лінія з виробництва сталевих прямошовних труб діаметром від 406,4 мм до 1422 мм включно.

В 2022 р. було введено в експлуатацію новий гідромеханічний експандер. Це перетворило лінію в таку, що забезпечує повний сучасний технологічний цикл виробництва труб великого діаметру (ТВД) для магістральних нафто- і газопроводів.

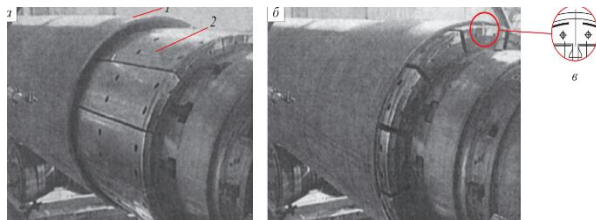


Рис. 1 – Загальний вигляд ТВД в експандері: *a* – підготовка труби до операції; *б* – операція експандування; *в* – розташування зварного шва;
1 – передній кінець труби; 2 – головка експандера

При цьому відносне розширення за середнім зовнішнім діаметром труби (за термінологією API Spec 5L коефіцієнт пластичної деформації s_y) має знаходитися в межах від 0,003 до 0,015 включно.

Значення коефіцієнту s_y розраховується за такою формулою:

$$s_{\gamma} = \frac{|D_a - D_b|}{D_b},$$

де: D_a – зовнішній діаметр після деформації, що задається виробником, мм;

D_b – зовнішній діаметр до деформації, мм;

$|D_a - D_b|$ – абсолютне значення різниці зовнішніх діаметрів до і після експандування, мм.

Наукові питання експандування стосуються в основному і в різній мірі наступного:

– нерівномірності механічних властивостей металу по об'єму листа;

– нерівномірності товщини стінки за площею листа;

– залишкових напружень по об'єму листа після гарячої прокатки й охолодження;

– величин тангенціальних напружень, що виникають при формуванні труби;

– величин залишкових тангенціальних напружень в металі після розвантаження при знятті зусилля формування (гібки);

– величин залишкових тангенціальних напружень, що виникають в металі труби при з'єднанні кромки перед зварюванням кромки;

– визначення робочих тангенціальних напружень в металі труби від тиску середовища, що транспортується, з урахуванням нерівномірності механічних властивостей металу об'єму листа, нерівномірності товщини стінки за площею листа, залишкових напружень по об'єму листа після гарячої прокатки й охолодження і величин залишкових напружень після експандування;

– корозійно-напруженого розтріскування (КРН);

– залишкових напружень в зварному шві і біля шовної зони (зварювальних напружень).

Відомий метод розрізання кілець з отримання не прямого показника залишкових макронапружень. Суть методу є наступним. Відрізають від труби кільце. Після розрізання кільця вздовж вісі труби вимірюють пружне його розкриття або стиснення у місці різь. Це дозволяє визначити в основному тангенціальні залишкові напруги в трубі, так як у момент відрізки кільця повздовжні напруги тіряються. Цей спосіб дає в основному якісні показники, а не кількісні.

Але потрібні визначення чисельних значень залишкових тангенційних напружень. Це дозволить:

– мати чисельні дані про значення тангенційних залишкових напружень у трубах;

- впливати на рівень залишкових напружень у виготовлених трубах шляхом зміни технології виробництва;
- виключити появу на магістральних газонафтопроводах труб з залишковими напруженнями збільшеними від прийнятих значень, що приймають до уваги при розрахунку параметрів магістральних газонафтопроводів, і що забезпечить підвищений рівень безпеки та довговічності їх експлуатації.

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ НОВОЇ ТЕХНОЛОГІ ТОЧНОЇ ОБ'ЄМНОЇ ШТАМПОВКИ

С.Б. Каргін, доц., канд. техн. наук, Д.В. Кірієнко, магістрант,
Д.В. Каширін, магістрант, ДВНЗ «ПДТУ»

При штампуванні у відкритих штампах круглих у плані поковок виходить великий (15-20 %) відхід металу на задирок. Для усунення цих відходів застосовують штампування у закритих штампах. Однак, у цьому випадку потрібно призначити штампувальні ухили $\gamma=3 \div 5^\circ$, що веде до додаткової витрати металу при механічній обробці. Розроблено та досліджено спосіб точного закритого штампування круглих у плані поковок, що мають бічні стінки, що утворюють яких спрямовані з напрямками дії сили штампування та сили виштовхування поковки з площини штампу.

Сутність способу полягає в тому, що в процесі формоутворення металу в штампі на бічних стінках відсутні штампувальні ухили. Штамп, що складається з 2-х половин по зовнішньому діаметру, поміщається в обойму (кільце), яке стримує перебіг металу в сторони. За допомогою виштовхувача витягується поковка з обойми. Висоту кільця вибирають з таким розрахунком, щоб на момент зіткнення із заготівлею верхній штамп входив у кільце на глибину 5-10 мм. Зазор між штампамі та кільцем приймають 0,1 мм на бік. На гідравлічному пресі силою 0,63 МН було відштамповано поковку 1-ї групи з $D = 90$ мм і $H = 20$ мм, масою 0,6 кг.

Встановлено, що найкраще заповнення струмка штампу буде при діаметрі заготівлі, близькій до зовнішнього діаметра поковки. Враховуючи, що чим менше діаметр заготовки, тим легше виконати відрізок її від дроту, заготовку попередньо слід осідати на плоских плитах. Діаметр заготовки, що поміщається в штампувальний струмок, приймають на 2-4 мм менше внутрішнього діаметра кільця. Надлишок металу в заготовках при точному штампуванні може бути поглинений - за рахунок товщених перемички або висоти поковки. Збільшення товщини перемички не впливає на процес виготовлення поковки, тому

що прошивку перемички передбачають у технологічному процесі. Якщо допуски по висоті одержуваної поковки перевищують допуски, встановлені ГОСТ 7505-89, то цьому випадку вводять додаткову обробку різанням.

Застосування точного штампування дозволяє підвищити точність штампування, значно наблизити форму кування до форми готової деталі, завдяки чому можлива значна економія металу (20% і більше), знижується трудомісткість механічної обробки різанням. Пропонований спосіб точного об'ємного штампування круглих у плані поковок підвищує надійність штампу, рахунок спрощення його конструкції.

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ПРОЦЕСІВ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ ТИСКОМ

Є.А. Мкртчян, канд. техн. наук, ст. викладач, І.О. Соколов, магістрант,
ДВНЗ «ПДТУ»

Процеси обробки металів тиском є невід'ємною частиною сучасної промисловості. Вони дозволяють створювати складні металеві деталі та вироби, які використовуються в різних галузях, від автомобільної до авіаційної та космічної. Насамперед, це досягається завдяки застосуванню спеціальних машин, що працюють за принципом обробки металу під високим тиском та температурою. Завдяки постійному розвитку технологій в області обробки металів тиском, постійно з'являються нові тенденції, які роблять цей процес ще більш ефективним та продуктивним.

Використання нанотехнологій в процесах обробки металів тиском є однією з головних тенденцій у сучасній промисловості. Нанотехнології дозволяють створювати наноструктуровані матеріали, які мають унікальні властивості, такі як висока міцність та жорсткість, що дозволяє їх використовувати в різних галузях, включаючи авіаційну та космічну промисловість.

Одним з методів отримання наноструктурованих матеріалів є метод обробки металів тиском. Застосування високих тисків під час обробки металу призводить до формування наноструктур у матеріалі. Ці наноструктури забезпечують покращені механічні властивості матеріалу, такі як висока міцність та жорсткість.

Одним з прикладів використання нанотехнологій у процесах обробки металів тиском є створення наноструктурних алюмінієвих сплавів. Ці сплави використовуються в авіаційній промисловості для виготовлення легких та міцних деталей. Завдяки застосуванню нанотехнологій у процесі обробки алюмінієвих сплавів тиском, вдалося

зменшити їх вагу на 20-30%, зберігаючи при цьому високу міцність та жорсткість.

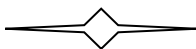
Також використання нанотехнологій у процесах обробки металів тиском дозволяє створювати матеріали з новими властивостями, які можуть знайти застосування в різних галузях. Наприклад, наноструктурні сталі можуть мати покращені механічні властивості та стійкість до корозії, що робить їх ідеальними для використання в буді

Використання різноманітних матеріалів для покращення властивостей металів у процесах обробки тиском є однією з ключових тенденцій в сучасній промисловості. Відомо, що покращення механічних та фізичних властивостей металів може бути досягнуте за рахунок використання різних технологій обробки, таких як обробка тиском.

Одним з методів покращення властивостей металів у процесах обробки тиском є використання композитних матеріалів. Композити складаються з двох або більше матеріалів, що поєднуються таким чином, щоб отримати матеріал з кращими властивостями, ніж у кожного окремого компонента. Композитні матеріали можуть бути використані для покращення міцності, жорсткості та зносостійкості металів.

Ще одним методом покращення властивостей металів є використання наночастинок. Введення наночастинок до металу дозволяє покращити його механічні властивості, такі як міцність та жорсткість, а також збільшити його стійкість до корозії та зносу. Наприклад, введення наночастинок оксиду алюмінію до металевої матриці може покращити міцність та жорсткість сталі до 30%.

Додавання легких металів до металічної матриці також може покращити її властивості. Наприклад, додавання титану до сталі може покращити її міцність та зносостійкість. Також можна додавати карбід кремнію або оксид цирконію до металевої матриці для покращення її механічних властивостей.



СЕКЦІЯ: МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО ТА ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ

ВПЛИВ Q&P ОБРОБКИ НА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КОНСТРУКЦІЙНОЇ СТАЛІ 10ХСНД

В.І. Зурнаджи, канд. техн. наук,
В.Г. Єфременко, проф., д-р техн. наук, Ю.Г. Чабак, канд. техн. наук,
В.М. Жерліцин, ст. гр. МТ-21, ДВНЗ «ПДТУ»

Прокат із низьковуглецевої сталі марки 10ХСНД широко використовується для створення зварних конструкцій, до яких висувають підвищені вимоги до стійкості в умовах атмосферної корозії. Відповідно до ГОСТ 6713-91 прокат з цієї марки сталі може поставлятися у горячекатаному стані (без термічної обробки), а також в нормалізованому та в покращеному стані (після гартування та високого відпуску). Механічні властивості при розтягуванні для прокату всіх категорій поставки, згідно з ГОСТ, становлять: $\sigma_b = 530-685$ МПа, σ_t не менше 390 МПа, δ не менше 19 %. При цьому система легування даної сталі передбачає введення хрому, марганцю та кремнію, що уможливило застосування більш прогресивних технологій термічної обробки, і, як наслідок, отримання підвищеного комплексу механічних властивостей. До останніх можна віднести технологію під назвою «Quenching and Partitioning» (Q&P), яка дозволяє формувати в сталях, легованих кремнієм, безкарбідну багатозфазну мікроструктуру, яка вміщує певну частку метастабільного залишкового аустеніту. Такий аустеніт у процесі деформації схильний до деформаційного мартенситного перетворення (ДМП), що забезпечує підвищення рівня механічних властивостей сталі.

У зв'язку з вищевикладеним у межах роботи досліджено вплив Q&P-обробки на мікроструктуру низьколегованої сталі 10ХСНД. Термічну обробку проводили за наступною схемою: після повної аустенітизації при температурі 930 °С (10 хв) зразки переносили в піч-ванну з розплавом сплаву Вуда, де витримували при температурі 350 °С впродовж 1 хв, після чого слідувала ізотермічна витримка при 400 °С (30 с) з подальшим охолодженням на спокійному повітрі. У порівнянні із станом поставки, Q&P обробка забезпечила підвищення міцності до $\sigma_b = 752$ МПа, $\sigma_{0,2} = 522$ МПа при збереженні високої пластичності ($\delta = 19,1$ %). Отримані результати вказують на перспективність Q&P-обробки по відношенню до сталі 10ХСНД. Подальші дослідження в цьому напрямку стосуються оптимізації параметрів Q&P-обробки з метою подальшого підвищення комплексу властивостей вказаної сталі.

МІКРОСТРУКТУРА ТА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВИСОКОМІЦНОЇ СТАЛІ ІЗ TRIP ЕФЕКТОМ, МІКРОЛЕГОВАНОЇ СИЛЬНИМИ КАРБІДОУТВОРЮЮЧИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ

В.І. Зурнаджи, канд. техн. наук, О.В. Єфременко, канд. техн. наук,
І.Ю. Малишева, доц., канд. техн. наук,
А.І. Зурнаджи, ст. гр. МВП-22-М, ДВНЗ «ПДТУ»

Одним з головних споживачів високоміцного тоноколистого сталевого прокату є автомобільна галузь. За останні 20 років використання високоміцних сталей в конструкції кузова автомобілей суттєво збільшилося і демонструє тенденцію до подальшого стійкого зростання [1]. Це зумовлює перспективність розробки нових високоміцних сталей для автомобілебудування та вдосконалення технологій їхньої термічної обробки. Одним з широко застосовуваних для цього класів високоміцних сталей є низьковуглецеві TRIP-assisted сталі. Відповідно до стандартного підходу, їх піддають операції «austempering», яка передбачає аустенітизацію в міжкритичному інтервалі температур для отримання значної об'ємної частки доєвтектійного фериту. Присутність 50-60 % фериту в структурі сталі значною мірою обмежує показники їх міцності. Останні дослідження показують, що для TRIP-assisted сталей системи легування Si-Mn-Cr-Mo-V-Nb аустенітизацію доцільно проводити при температурі, близькій до A_{c3} , щоб отримати мінімальну (5-10 %) об'ємну частку фериту [2]. Це забезпечує зростання міцності при збереженні пластичності на високому рівні за рахунок запобігання виділення цементиту впродовж бейнітної витримки.

У зв'язку з цим, в даній роботі досліджено вплив температури аустенітизації на механічні властивості сталі 30C2Г2ХФМБ (0,11 % V, 0,05 % Nb). Аустенітизацію проводили при температурах: 770 °С (а), 820 °С (б) і 870 °С (в) з витримкою 10 хв. Після цього сталь витримували у рідкому сплаві Вуда при 350 °С впродовж 1-15 хв з остаточним охолодженням на спокійному повітрі. Варіювання температурою аустенітизації забезпечували різний вміст фериту в структурі перед ізотермічною витримкою, від 35% при 770 °С до 0 % при 870 °С. Відповідно, після витримки в області бейнітного перетворення, межа міцності зросла з 824-986 МПа до 1178-1604 МПа, а відносно подовження знизилось від 21 % до 9 %. Для отримання оптимального комплексу механічних властивостей ($\sigma_b = 1297$ МПа, $\delta = 21\%$, PSE = 27 ГПа·%) термічну обробку сталі 30C2Г2ХФМБ рекомендується

проводити за режимом: аустенізація при 820 °С, ізотермічна витримка при 350 °С впродовж 5 хвилин.

Перелік використаних джерел:

1. Lesch C., Kwiaton N., Klose F. B. Advanced High Strength Steels (AHSS) for Automotive Applications – Tailored Properties by Smart Microstructural Adjustments // Steel Research International. 2017. Vol. 88, no. 10. P. 1700210.

2. Alternative Approach for the Intercritical Annealing of (Cr, Mo, V)-Alloyed TRIP-Assisted Steel before Austempering / V. Zurnadzy et al. Metals. 2022. Vol. 12, no. 11. P. 1814.

ВПЛИВ ГАРЯЧОЇ ДЕФОРМАЦІЇ ПЕРЕОХОЛОДЖЕНОГО АУСТЕНІТУ НА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ TRIP-ASSISTED СТАЛІ

В.І. Зурнаджи, канд. техн. наук, В.Г. Єфременко, проф., д-р техн. наук, І.М. Олійник, доц., канд. техн. наук, К.О. Костиць, ст. гр. МВП-22-М, ДВНЗ «ПДТУ»

Розробка технологій виробництва високоміцного сталевого прокату не втрачає своєї актуальності через затребуваність такої продукції в багатьох галузях промисловості. Досягнення високоміцного стану можливе двома способами: 1) введенням великої кількості легуючих елементів та 2) застосуванням оптимальної схеми термічної та/або термомеханічної обробки у поєднанні з економічним легуванням. Перший спосіб підвищує собівартість сталі, отже звужує сферу її можливого використання. Другий спосіб є більш доцільним, у зв'язку з чим технології термічної обробки низьколегованих високоміцних сталей активно розвиваються в останні роки.

Основною технологією термообробки високоміцного сталевого прокату із низьколегованих TRIP-assisted сталей є ізотермічне гартування (austempering). До переваг TRIP-assisted сталей можна віднести їх досить високу технологічність, а також відносно низьку вартість, що обумовлено економічним легуванням кремнієм і марганцем, спрямованим на підвищення прогартуваності і гальмування виділення цементитних карбідів під час термічної обробки. Втім, межа міцності таких сталей обмежена 800-1000 МПа. Одним із шляхів підвищення міцності TRIP-assisted сталей може бути суміщення гарячої пластичної деформації із операцією «austempering» (що можна розглядати як різновид ТМО). Як відомо, ТМО підвищує міцність сталі, в тому числі – за рахунок підвищення щільності дефектів кристалічної будови.

В рамках даної роботи, було досліджено вплив інтегрованої ТМО на механічні властивості низьковуглецевої TRIP-assisted сталі 20С2Г2ХФМБ, підданій операції «austempering». Після аустенітизації при 950 °С (10 хв) виконували гарячу пластичну деформацію зі ступенем обтискання 25 %, після чого зразки витримували у рідкому сплаві Вуда при 350 °С впродовж 20 хв. Деформацію, залежно від режиму ТМО, проводили в різних інтервалах температур: 1) в однофазному аустенітному (950 °С); 2) у міжкритичному (770 °С, 900 °С), що відповідали різному співвідношенню об'ємних часток аустеніту та фериту; 3) нижче за поріг рекристалізації сталі (550 °С).

Після реалізації «austempering» без попередньої гарячої деформації сталь мала досить високий рівень властивостей ($\sigma_{0,2}=1065$ МПа, $\sigma_{в}=1158$ МПа, $\delta=19,3$ %, $PSE=22,3$ ГПа·%). Інтегрована ТМО із деформацією в однофазній (аустенітній) області практично не вплинуло на механічні властивості, що було обумовлено високою інтенсивністю рекристалізаційних процесів при температурі деформування. Зниження цієї температури до 550-770 °С привело до підвищення опору міцності на 59-65 МПа при збереженні інших властивостей на рівні «austempering»: $\sigma_{0,2}=1063-1070$ МПа, $\sigma_{в}=1217-1223$ МПа, $\delta=19,0-19,2$ %). Внаслідок цього показник PSE підвищився на 0,8-1,2 ГПа·% (до 23,1–23,5 ГПа·%), що вказує на зростання конструкційної міцності сталі.

СТВОРЕННЯ МЕТАСТАБІЛЬНИХ СТАНІВ FE–Mn-СТАЛЕЙ ТЕРМОЦИКЛІЧНОЮ ОБРОБКОЮ

І.Ю. Малишева, доц., канд. техн. наук,

К.О. Шевченко, ст. гр. МДМ-22-М, ДВНЗ «ПДТУ»

Створення та освоєння найбільш економічних матеріалів, розвиток та впровадження у виробництво нових методів зміцнення металів та інших промислових матеріалів, розширення сортаменту сталей, які виробляються, - основні задачі, що стоять перед економікою України. Одним із шляхів вирішення цих питань є впровадження сталей високої та підвищеної міцності в багатьох галузях сучасної техніки.

Найбільш перспективними матеріалами являються високоміцні нержавіючі сталі аустенітно-мартенситного класів. Сере них велика увага приділяється розробці нових економнолегованих сталей, здатних зміцнюватися в процесі експлуатації.

Широке використання в промисловості знайшли сталі на Fe-Cr-Ni основі, але так як нікель вельми дорогий та дефіцитний матеріалі, тому його треба замінити новими безнікелевими композиціями, які

володіють аналогічними властивостями. На основі цього дуже важливою задачею є розробка безнікелевих та малонікелевих сталей перехідного класу, які володіють такими ж властивостями, але відрізняються меншою вартістю.

У зв'язку із економією дефіцитних та дорогих металів розроблені сталі, в основу яких покладений принцип дослідження $\gamma_{\text{зал}} \rightarrow \alpha$ - перетворення в підвищенні рівня механічних властивостей.

Серед практично доступних елементів – заміників нікелю – марганець являється найбільш перспективним внаслідок ефективності впливу на стабільність аустеніту, а також завдяки тому, що марганець дешевий та доступний елемент.

При введенні в сталі марганцю замість нікелю можливість одержання такого ж як і в хромонікелевих сталях, рівня механічних властивостей за рахунок використання $\gamma_{\text{зал}} \rightarrow \alpha$ - перетворення, що протікає при випробуваннях.

Іншою важливою задачею є підвищення механічних та службових властивостей сталей. Рішення цієї задачі можливе за рахунок стабільності аустенітної фази, а управління їх властивостями за рахунок регулювання кінетикою деформаційного мартенситного перетворення при випробуваннях. Вирішення цих задач можливо за рахунок розробки нових режимів термічної обробки та дослідження ступеню стабільності аустеніту після цих режимів.

У роботі матеріалом дослідження була використана сталь 100Г8Х2НФТЛ. Дана сталь є економнолегованою марганцем тому вона обрана для вивчення можливості заміни нею сталі Гадфільду для роботи і умовах абразивного зношування різного ступеня динамічності.

В результаті досліджень обґрунтовано необхідність диференційного підходу вибору режимів термічної обробки сталі 100Г8Х2НФТЛ. Показано, що, управляючи кількістю і стабільністю аустеніту, оптимізуючи їх з урахуванням початкового хімічного і фазового складів стосовно конкретних умов абразивної дії, можна на економнолегованих сталях отримати підвищений рівень механічних та експлуатаційних властивостей.

Експериментально встановлено, що для підвищення довговічності деталей, які працюють в умовах абразивного зношування слід проводити низькотемпературну термоциклічну обробку в кількості циклів 1. Для підвищеного рівня ударно-абразивної зносостійкості низькотемпературну термоциклічну обробку в кількості циклів - 6. Застосування запропонованих технологій термічної обробки дозволяє отримати високі показники абразивної зносостійкості та ударно-

абразивної зносостійкості і приводить до підвищення терміну експлуатації деталей.

Параметрами низько-температурної термоциклічної обробки в області старіння можна дуже ефективно регулювати фазовий склад, ступінь метастабільності аустеніту, повноту фазових перетворень, які реалізуються при зношуванні та керувати властивостями та зносостійкістю метастабільних зносостійких сталей. При отриманні оптимальних структур, ступеня метастабільності аустеніту та реалізації ДМШ досягається підвищений рівень ударно-абразивної зносостійкості. Для сталей із надмірно стабільною аустенітною структурою низько-температурна термоциклічна обробка може бути рекомендовані замість гартування.

Термоциклічна обробка істотно впливає на мікроструктуру багатьох типів та класів матеріалів: сталей, чавунів, кольорових металів та сплавів. Після оптимальних параметрів термоциклічна обробка дозволяє подрібнювати зерно металевих матеріалів, поступово накопичувати позитивні зміни у структурі матеріалів та підвищувати їх властивості.

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ СУЧАСНИХ РЕСУРСОЗБЕРЕЖНИХ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

І.Ю. Малишева, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

В даний час будівельна практика характеризується застосуванням високотехнологічних бетонів нового покоління, до яких відносяться щільні високоміцні модифіковані бетони. В умовах високої вартості природних сировинних матеріалів особливу цінність становлять роботи, які виявляють нові можливості щодо використання відходів у створенні будівельних матеріалів на їх основі. Питанням утилізації промислових та побутових відходів приділяється дедалі більша увага. Цьому сприяє екологічна ситуація, що погіршується, особливо у великих містах. Розвиток напряму з використання техногенної сировини та відходів міського господарства у виробництві високоміцних модифікованих бетонів є перспективним та інноваційним.

Дослідження спрямовано на обґрунтування можливості використання склобою як наповнювача бетону, дослідження фізико-механічних властивостей одержуваного бетону та уточнення областей його застосування при виконанні будівельно-монтажних робіт.

Скупчення міських побутових відходів і відходів промисловості є однією з основних проблем міст нашої країни. Дана проблема обумовлена низьким розвитком індустрії переробки цих відходів.

Головне завдання держави в області ресурсокористування - це створити механізм, який буде спрямований на економне використання сировини, матеріалів, енергії та інших ресурсів.

Відходи як вторинна сировина використовуються тільки на 35 %.

Шляхи утилізації відходів, що використовуються як вторинна сировина в промисловості, такі: здача заготівельним організаціям, переробка на підприємстві-виробнику, переробка на підприємствах своєї галузі, переробка на підприємствах інших галузей.

Для переробки вторинної сировини потрібно капітальних вкладень приблизно в чотири рази менше, ніж при отриманні продукції з первинної сировини. Вкласти кошти в безвідходні технологічні процеси, які зберігають сировинні та енергетичні ресурси і разом з тим забезпечують високу якість продукції, вигідно. Наукові дослідження промислових відходів і відходів міського господарства показують можливість створення з них нових довговічних будівельних матеріалів з високими фізико-механічними та економічними показниками.

Склобій (бій скла, який утворюється при виробництві і використанні скляних виробів і листового скла), витягнутий з твердих побутових відходів, містить неорганічні вогнетривкі домішки (корунд, муліт, кварц, фарфор та ін.), домішки магнітних і немагнітних металів (консервні банки, металеві пробки, кільця та ін.), а також органічні домішки (папір, картон, пластик). Тому склобій, що виділяється з міських відходів і призначений для вторинного використання, повинен піддаватися такій обробці, щоб при його використанні якість скла не змінювалося.

Використання скляного бою у виробництві будівельних матеріалів у якості добавок до цементу, при виготовленні цегли, Найбільш доцільним способом утилізації скляного бою є виробництво довговічних і екологічно чистих тепло - і звукоізоляційних і композиційних будівельних матеріалів, зокрема різних видів піноскла, Склобетон в сучасному будівництві і його унікальність.

Бетон, армований спеціальним скловолокном, називається склобетоном або склофіробетоном, цей будівельний універсальний матеріал дійсно чудовий і унікальний

Показана доцільність введення до складу бетонних сумішей з використанням склобою високодиспергованого мікрокремнезему, який забезпечує високу міцність на стиск, що набагато перевищує міцність

звичайних бетонів, в поєднанні з ефективними гіперпластифікаторами на основі полікарбоксилату.

Встановлено, що при утриманні в піску склобою в кількості більше 30 % призводить до плавного зниження міцності бетону. В якості заповнювача в бетонах можливо використовувати склосіб великих фракцій, переважно вище 1,25 см, причому міцність цих бетонів порівнянна з міцністю звичайних бетонів на природному і подрібненому піску. Показана доцільність введення до складу бетонних сумішей з використанням склобою високодиспергованого мікрокремнезему.

Одночасне поєднання двох складових (високодиспергованого мікрокремнезему і гіперпластифікатора на основі полікарбоксилату STACHEMENT 2280) з використанням високоміцних заповнювачів з 30 % вмістом в них склобою можливе отримання високоміцних бетонів з міцністю при стисненні вище 60 МПа, при цьому після пропарювання бетон з використанням мікрокремнезему і гіперпластифікатора на основі полікарбоксилату набирає 90 % марочної міцності. Розроблений склад високоміцного бетону з використанням в якості заповнювача склобою в кількості 30 % від маси дрібного заповнювача.

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧА ТЕРМООБРОБКА СТАЛЕЙ 15Г І 30ХГСН З НАГРІВОМ У МІЖКРИТИЧНИЙ ІНТЕРВАЛ ТЕМПЕРАТУР

Д.В. Бурова, канд. техн. наук, ст. викладач, ДВНЗ «ПДТУ»

У теперішній час енергозбереження є надзвичайно актуальною проблемою. Одним із напрямків її розв'язання є розробка режимів термообробки конструкційних сталей з нагрівом у МКІТ. У роботі досліджено їхній вплив на структуру та механічні властивості сталей 15Г і 30ХГСН. Зазвичай такі режими для них не застосовуються. У роботі використовували металографічний і дюророметричний аналізи, визначали механічні властивості під час розтягування та ударного вигину.

Встановлено, що нормалізація з нагріванням у міжкритичний інтервал температур маловуглецевої сталі 15Г порівняно з нормалізацією за типовим режимом дає змогу отримати сприятливіший рівень властивостей. У цій сталі спостерігається підвищення властивостей міцності при збереженні на достатньому рівні пластичності та ударної в'язкості. Нормалізація з нагріванням у МКІТ дає змогу знизити енерговитрати на термообробку. Для неї додатково було проведено нормалізацію з нагріванням у МКІТ з попередньою або

наступною аустенітизаціями, після яких охолодження здійснювалося на повітрі (у першому випадку до температури МКІТ, а в другому - до кімнатної). Попередня аустенітизація перед витримкою в МКІТ створює дрібнозернистість структури, що полегшує перерозподіл елементів у МКІТ. Короткочасна аустенітизація після витримки в МКІТ виключає вирівнювання складу аустеніту і також, як і в попередньому випадку, забезпечує отримання дрібного зерна. Перший варіант простіший, ніж короткочасна аустенітизація після витримки в МКІТ, оскільки його можна здійснити в одній печі. Зазначені обробки дають змогу отримати підвищені механічні властивості.

Загартування з нагріванням у МКІТ і низький відпуск сталі 15Г забезпечують у неї рівень властивостей міцності дещо нижчий, ніж після загартування з нагріванням вище A_{c3} , за вищої пластичності. Застосування загартування з нагріванням у МКІТ і високого відпуску за нижчої (на 50-70 °С) його температури, ніж зазвичай заведено, дало змогу одержати приблизно такий самий комплекс механічних властивостей, що й після поліпшення за типовим режимом, за нижчих енерговитрат на термообробку.

Ізотермічне загартування з нагріванням у МКІТ, що вимагає менших енерговитрат порівняно з поліпшенням за типовим режимом, забезпечило в сталі 15Г вищі характеристики міцності за достатнього рівня пластичності та ударної в'язкості. На цій сталі досягнуто ще більш високого рівня властивостей термообробкою, що полягає в ізотермічному загартуванні з МКІТ з попереднім цьому нагріванням в аустенітну область. Міцність і ударна в'язкість значно перевершують ці характеристики після поліпшення. Дещо збільшуються і пластичні характеристики.

Зазвичай низьколеговані сталі типу 30ХГСН для отримання у них гарного поєднання властивостей міцності, пластичності та ударної в'язкості піддають поліпшенню або ізотермічному загартуванню. При цьому нагрівання під загартування здійснюють з невеликим перевищенням A_{c3} . Однак є альтернативний шлях отримання хорошого комплексу механічних властивостей за меншої витрати енергоносіїв. Це досягається створенням у сплавах багатофазної структури, однією з основних складових якої є метастабільний аустеніт, що зазнає динамічного деформаційного мартенситного перетворення. Температура нагріву під загартування сталі 30ХГСН варіювалася від 770 до 820 °С. Час витримки в МКІТ змінювався від 30 до 90 хв. Відпуск проводився в інтервалі 500-650 °С 1 год. Здійснювалося також ізотермічне загартування з МКІТ за 300-350 °С з витримкою 1 год. У всіх випадках отримані механічні властивості порівнювали з такими

після термообробки за типовим режимом із нагріванням під загартування в аустенітну область. Встановлено, що чим вища температура нагріву в МКІТ (за однієї й тієї самої витримки), тим вищими є властивості міцності, але нижчими пластичність і ударна в'язкість. Під час проведення загартування з МКІТ так само, як і в сталі 15Г, досягається менш високий рівень властивостей міцності, ніж після звичайного та ізотермічного загартування з нагріванням за типовим режимом, але водночас забезпечується вища пластичність і ударна в'язкість. При зниженні температури відпуску на 100 °С рівень механічних властивостей практично такий самий, як і після термообробки за типовим режимом, аналогічно тому, що спостерігалось у сталі 15Г.

ВПЛИВ НАПОВНЮВАЧА НА ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ

М.А. Рябікіна, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

Для моделювання впливу наповнювача з скловолокна на властивості поліпропілену використано базу даних Material Universe CES EduPack. На рис. 1-5 наведено гістограми впливу кількості скловолокна (%) на модуль пружності E , твердість HV , міцність σ_y , σ_B , σ_{-1} та в'язкість руйнування j_c поліпропілену PP (homopolymer).

Модуль пружності (E , ГПа) відповідає за жорсткість матеріалу – чим він вищий, тим виріб з матеріалу жорсткіший. Зі збільшенням доли скловолокна модуль пружності E зростає від 3,52 до 7,63 ГПа. Максимальне значення $E=7,63$ ГПа відповідає 40 % скловолокна у PP (homopolymer), і більше, ніж у 2 рази перевищує E PP з 10 % скловолокна. Ця залежність також змодельована лінійним трендом, рис. 1, рівняння якого і коефіцієнт достовірності апроксимації R^2 також наведені.

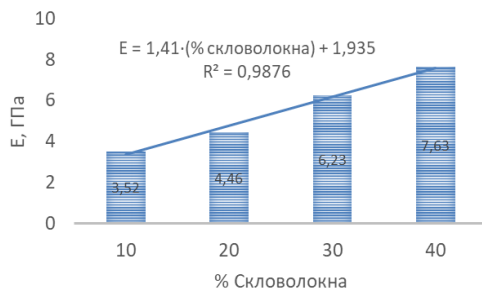


Рис. 1 – Вплив кількості скловолокна у поліпропілені на модуль Юнга

На рис. 2 наведені властивості міцності поліпропілену, на рис. 3 – твердість.

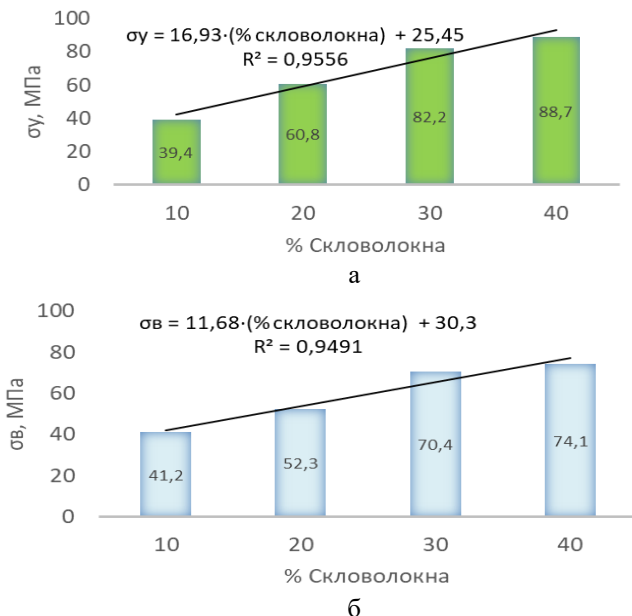


Рис. 2 – Вплив наповнювача на міцність поліпропілену:
 а – межа текучості, б – межа міцності (опір руйнуванню)

Як видно із рис. 2, зі збільшенням кількості скловолкна від 10 до 40 % міцність монотонно збільшується, гістограми можуть бути описані рівняннями лінійного виду з високими значеннями коефіцієнту достовірності апроксимації $R^2 \geq 0,9$. Для межі текучості/плинності (МПа) зростання більш інтенсивне: $\sigma_y=39,4$ при 10 % скловолкна і $\sigma_y=88,7$, що вище у 2 рази.

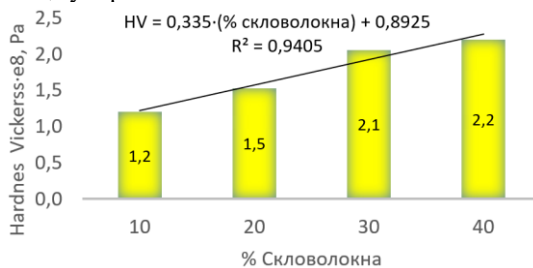


Рис. 3 – Вплив кількості скловолкна в РР на твердість за Вікерсом

Максимальне значення мікротвердості за Вікерсом відповідає поліпропілену з 40 % скловолокна ($HV = 2,14 \cdot 10^8$ Па). Навпроти, відносно м'яким матеріалом є поліпропілен з 10 % скловолокна.

Границя витривалості надана для 10^7 циклів. Найбільш витривалими є РР ($\sigma_{-1} = 3,54 \cdot 10^7$ Па) з 40 % скловолокна, рис. 4.

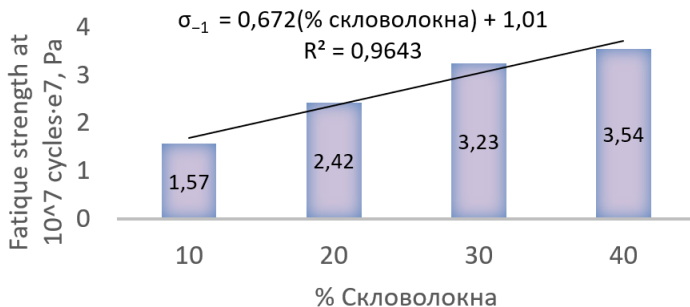


Рис. 4 – Межа витривалості поліпропілену з наповнювачем зі скловолокна

В'язкість руйнування полімерних матеріалів j_c наведена на рис. 5. Для поліпропілену з різною кількістю наповнювача ця характеристика змінюється в діапазоні 2,2-4,1 МПа·м^{1/2} і зростає зі збільшенням відсотку наповнювача.

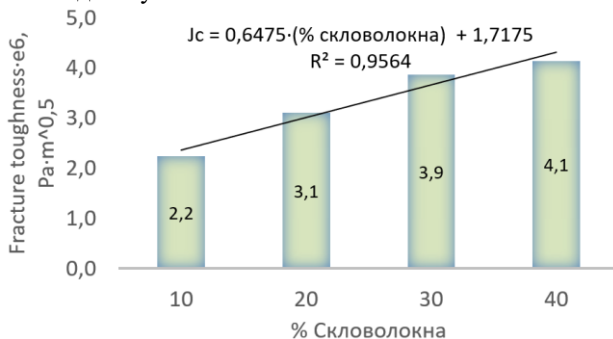


Рис. 5 – В'язкість руйнування поліпропілену з наповнювачем зі скловолокна

Таким чином, в роботі встановлений суттєвий ($R^2 \geq 0,9$) лінійний вплив кількості наповнювача у вигляді довгого скловолокна на механічні властивості поліпропілену, отримані математичні рівняння, які можуть бути використані на практиці. Збільшення кількості

скловолокна в поліпропілені обумовлює збільшення властивостей жорсткості, міцності, в'язкості руйнування.

МОДЕЛЮВАННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМИ CES EDU PASC

М.А. Рябікіна, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

На рис. 1 надана діаграма Модуль Юнга – Межа плинності для поліпропілену (PP), наповненого скловолокном. Кожен вид матеріалу в селекторі CES EDU PASC зображений у вигляді бульбашки, що описує інтервал механічної властивості між мінімальним і максимальним значенням, які відкладені по всім координат. Відомо, що для досягнення максимального показника модуля пружності E треба рушити зліва – направо в напрямку вісі X , а для збільшення межі плинності σ_y треба рушити знизу доверху в напрямку Y . Таким чином, в нижньому лівому куті знаходяться матеріали з невисокими показниками E і σ_y . Для них $E=3-4$ ГПа $\sigma_y \leq 60$ МПа і вони позначені червоним прямокутником. Це – PP кополімер з 20 % скловолокна та PP гомополімер з 10 % скловолокна. В правому верхньому куті діаграми знаходяться жорсткі матеріали ($E \geq 8$ ГПа) з високими значеннями $\sigma_y=80-120$ МПа – PP з 50 % скловолокна та PP з 40 % скловолокна. Вони позначені на рис. 1 зеленим прямокутником.

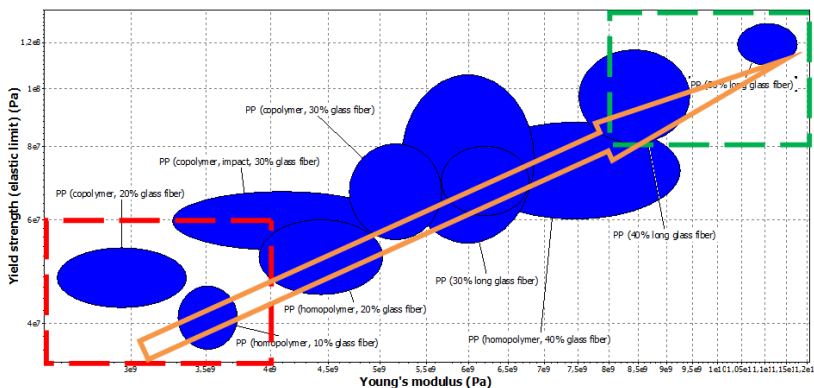


Рис. 1 – Діаграма Модуль Юнга – Межа плинності

В напрямку стрілки збільшуються одночасно дві характеристики – E і σ_y . Якщо рушити в цьому напрямку видно, що досліджені механічні властивості збільшуються, наприклад, в напрямку PP (гомopolімер) +10

% скловолокна; PP (гомополімер) +20 % скловолокна; ... PP (гомополімер) +50 % скловолокна.

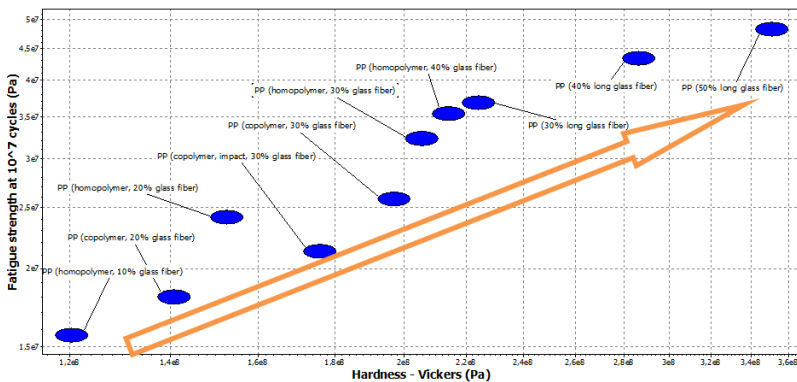


Рис. 2 – Діаграма Границя втомної міцності – Твердість

На рис. 2 надана діаграма Границя втомної міцності – Твердість. В напрямку оранжевої стрілки розташовуються матеріали, в яких зростають одночасно 2 показника – твердість HV та опір втомі σ_{-1} . Високими значеннями опору багаточисловій втомі $\sigma_{-1} = 40\text{-}50$ МПа володіє поліпропілен з наповнювачем з довгого скляного волокна в об'ємній кількості 40-50 %.

Аналогічні діаграми, але для поліпропілену з наповнювачем з карбонату кальцію CaCO_3 зображені на рис. 3-4.

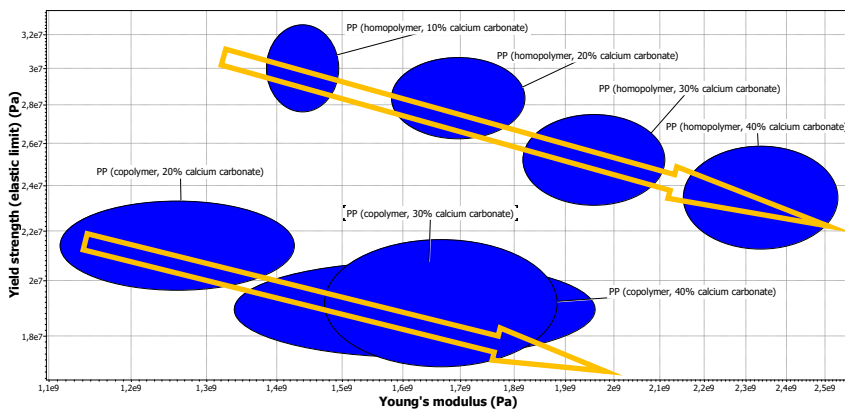


Рис. 3 – Діаграма Межа плинності – Модуль Юнга для PP+CaCO₃

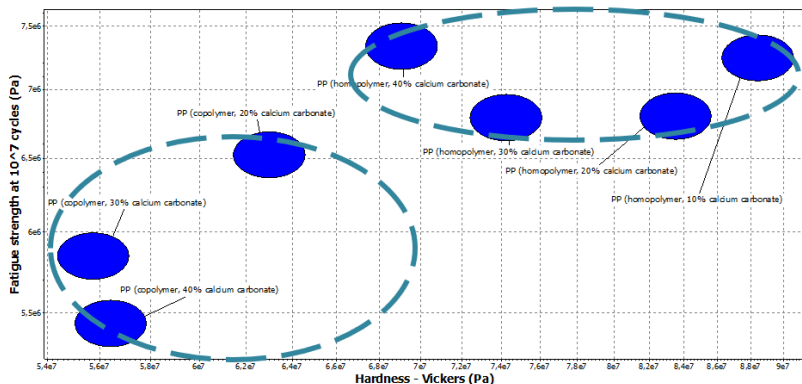


Рис. 4 – Діаграма Границя втомної міцності – Твердість для PP+CaCO₃

Як видно із рис. 3, з підвищенням кількості порошкового наповнювача із CaCO₃ від 10 до 40 % межа плинності поліпропілену монотонно спадає від $\sigma_y \sim 30$ МПа до $\sigma_y \sim 20$ МПа для гомополімеру та $\sigma_y \sim 22$ і $\sigma_y \sim 18$ МПа для кополімеру. На діаграмі, рис. 3, спостерігається особливе розташування кластерів, що відповідають конкретній полімерній матриці.

Добре видно вплив полімерної матриці на властивості поліпропілену, а саме – гомополімерна матриця володіє більш високими властивостями модуля Юнга та межі плинності, ніж матриця із кополімеру. Що стосується спротиву втомі, на діаграмі, рис. 4 також кластери поліпропілену з гомополімерною та кополімерною матрицями розташовані окремо. Більш високі значення опору втомі $\sigma_{-1} = 75$ МПа притаманні поліпропілену на гомополімерній матриці з 40 % наповнювача з карбонату кальцію.

Сополімер (англ. Copolymer/Кополімер) є типом поліпропілену, який має модифікований полімерний ланцюг, що включає іншу, «випадкову» молекулу мономера (наприклад, етилену). Ця молекулярна зміна призводить до серйозних змін фізичних, механічних властивостей поліпропілену.

Таким чином, при виборі матеріалу (поліпропілену з різними наповнювачами), можна рекомендувати наступне:

Жорсткий та міцний поліпропілен – з оптимальним поєднанням модуля пружності та міцності на розтягування – PP (homo)+50 % скловолокна ($E=1,1 \cdot 10^{11}$ Па; $\sigma_y=1,2 \cdot 10^8$ Па).

При виборі матеріалу з оптимальним поєднанням втомної міцності та твердості також рекомендовані PP (homo)+50 % скловолокна ($\sigma_{-1} = 5 \cdot 10^7$ Па; $HV=3,5 \cdot 10^8$ Па).

СТВОРЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ВПЛИВУ ПАРНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ВМІСТУ ЗАЛИШКОВОГО АУСТЕНІТУ І ВУГЛЕЦЮ НА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗМІЦНЕНОЇ ПОВЕРХНІ СТАЛІ 25ХГТ

О.П. Чейлях, проф., д-р техн. наук, Н.Є. Мак-Мак, канд. техн. наук,
ДВНЗ «ПДТУ»

У роботі були розроблені математичні моделі, які в кількісному вигляді відображають залежність впливу різних показників на механічні властивості цементованої конструкційної сталі 25ХГТ, що додатково зміцнена плазмовою обробкою.

До основних факторів, що впливають на мікротвердість та адгезійну зносостійкість цементованого шару, можна віднести вміст вуглецю, кількість залишкового аустеніту ($A_{\text{зал}}$) і глибину зміцненого шару. Тому, мікротвердість ($HV_{0,98}$) і відносна зносостійкість в умовах сухого тертя-ковзання (ε_T) визначалися на різній глибині зміцненого шару сталі 25ХГТ. Базуючись на отриманих результатах, за допомогою інженерно-наукового пакету Statistica 6.0 отримані рівняння регресії, що зв'язують мікротвердість і ε_T з кількістю $A_{\text{зал}}$ і вмістом вуглецю по глибині зміцненого шару, які мають вигляд:

$$HV_{0,98} = 2565,710 + 201,197[A_{\text{зал}}] + 5016,730[C] - 144,361[A_{\text{зал}}][C] - 68,854[A_{\text{зал}}][h][C], \quad (1)$$

$$\varepsilon_T = 1,6 - 0,2[C] - 0,1[h][A_{\text{зал}}] - 0,2[h][C] + 0,1[h][A_{\text{зал}}][C], \quad (2)$$

де $[A_{\text{зал}}]$ – вміст залишкового аустеніту, %;

$[h]$ – глибина виміру показників ($A_{\text{зал}}$, C , HV) в цементованому шарі, мм;

$[C]$ – вміст вуглецю, %.

У першому випадку, рівняння показує позитивний вплив вмісту $A_{\text{зал}}$ і вуглецю на мікротвердість, негативно впливає парна взаємодія $A_{\text{зал}}$ і вуглецю, а також з h .

У другому випадку рівняння показує негативний вплив окремо $A_{\text{зал}}$ і C по глибині зміцненого шару на ε_T , але позитивний спільний вплив цих факторів.

Перевірка адекватності отриманої моделі в інженерно-науковому пакеті Statistica 6.0 виконувалася з використанням методу комп'ютерних експериментів - генераторів випадкових чисел. Отримано досить високий ступінь адекватності та працездатності розробленої математичної моделі, що дає підставу для її використання при аналізі впливу $A_{\text{зал}}$ і вуглецю на мікротвердість та ε_T цементованих шарів.

ЗАСТОСУВАННЯ ЧАВУНІВ З МЕТАСТАБІЛЬНИМ АУСТЕНІТОМ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ, ЯКІ ШВИДКО ЗНОШУЮТЬСЯ

І.М. Олійник, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

Абразивне та ударно-абразивне зношування є одним з основних видів поверхневого руйнування великої групи деталей машин та очисного обладнання. В якості матеріалу для виготовлення швидкозношуваних деталей, що працюють в умовах зношування, у вітчизняній та зарубіжній практиці широко використовуються литі зносостійкі чавуни, що містять Ni, Mo, W, V та ін.

Для умов абразивного та ударно-абразивного зношування розроблені економнолеговані зносостійкі марганцевисті та хромомарганцевисті чавуни з метастабільним аустенітом, що не містять дорогих і дефіцитних легуючих елементів – нікель, молібден, вольфрам, титан та ін.

Зміною вмісту хрому в хромомарганцевистих і марганцю в марганцевистих чавунах можна в широких межах регулювати фазовий склад, кількість та ступінь метастабільності аустенітної фази. Підвищена зносостійкість в досліджених чавунах досягається завдяки розвитку деформаційних фазових перетворень (мартенситного, динамічного деформаційного старіння), що протікають у поверхневих шарах під впливом абразивних частинок та забезпечують самозміцнення чавунів у процесі експлуатації. При цьому встановлено, що більшому приросту вмісту твердих фаз (мартенситу деформації та карбідів) в поверхневому шарі в ході зношування відповідає більш висока зносостійкість розроблених чавунів. Це пояснюється самозміцненням поверхневого шару, що супроводжується релаксацією мікронапруг. На реалізацію деформаційного мартенситного перетворення і динамічного деформаційного старіння витрачається значна частина механічної енергії зовнішнього зношування абразивного середовища і менша її частина залишається власне на руйнування поверхні.

Найбільша абразивна і ударно - абразивна зносостійкість розроблених чавунів досягається при оптимальних вихідній структурі та кінетиці деформаційного перетворення аустеніту на мартенсит та динамічного дисперсійного виділення карбідів (в хромомарганцевистих чавунах) у процесі зношування.

ВПЛИВ ВІДПУСКУ НА СТРУКТУРУ ТА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ ЧАВУНІВ З МЕТАСТАБІЛЬНИМ АУСТЕНІТОМ

І.М. Олійник, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

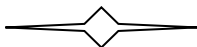
Метою дослідної роботи було вивчення можливості регулювання ступеня стабільності аустеніту та підвищення зносостійкості чавунів із надмірно стабільною аустенітною металевою основою проведенням термічної обробки.

Матеріалом для дослідження служив марганцевий чавун ЧГ5Д2. Зразки з чавуну ЧГ5Д2 піддавалися нормалізації при температурі 1050 °С з витримкою 40 хв і одно-, три-, п'яти-, семикратному відпуску при 500 °С, час витримки кожного відпуску складав 1 год.

Чавун ЧГ5Д2 з переважно мартенситною структурою металевої основи мав твердість HRC 54. Після нормалізації структура чавуну складалася з аустеніту та невеликої кількості цементиту (твердість всього HRC 13).

Зі збільшенням кратності відпуску чавуну ЧГ5Д2 твердість збільшується. Зносостійкість чавуну ЧГ5Д2 після відпуску змінюється екстремально. Однократний відпуск при 500 °С (твердість HRC 21) найбільшою мірою збільшує зносостійкість у порівнянні з нормалізованим литим станом (більше, ніж у 3 рази), коли твердість HRC 54. При збільшенні кратності відпуску до 7 зносостійкість чавуну ЧГ5Д2 знижується.

Таким чином, термічною обробкою, а саме, кратністю відпуску після нормалізації, можна регулювати фазовий склад, ступінь стабільності аустеніта і ударно-абразивну зносостійкість в досліджених чавунах. Найбільша зносостійкість досягається в умовах дестабілізації до певного рівня аустеніту металевої основи та найбільш повного використання його перетворення на мартенсит, що супроводжується виділенням карбідів у процесі зношування. Фазові перетворення, що ініціюються абразивним середовищем, при зношуванні викликають додаткове самотвердіння та підвищення зносостійкості. При оптимальному ступені стабільності аустеніту та реалізації фазових перетворень у процесі зношування економнолегований чавун ЧГ5Д2 має підвищену зносостійкість.



ВПЛИВ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ НА СТРУКТУРУ ТА УДАРНО-АБРАЗИВНУ ЗНОСОСТІЙКІСТЬ ЧАВУНІВ

І.М. Олійник, доц., канд. техн. наук,
С.В. Лепорський, ст. гр. МВП-21-М, ДВНЗ «ПДТУ»

Метою досліджень було вивчення впливу хімічного складу на властивості зносостійких чавунів та показати, що використання метастабільних станів аустеніту дозволяє економити на легуванні чавунів дорогими та дефіцитними елементами.

Матеріалом дослідження служили чавуни ЧХ6Г4Д2, ЧХ13Г4Т, ЧХ13Г6Т, ЧХ16Г3Д2 і ЧХ21Г7Д2.

У литому стані мікроструктура досліджених чавунів складається з мартенситу, феритно-карбідної суміші (ФКС), залишкового аустеніту, карбідів різного складу: $(Cr, Fe)_3C$, $(Cr, Fe)_7C_3$, $(Cr, Fe)_{23}C_6$, а в чавунах ЧХ13Г4Т та ЧХ13Г6Т присутні ще й карбонітриди титану (TiCN).

Залежно від складу співвідношення цих структурних складових різняться. У чавунах, які включають більшу кількість аустенітоутворюючих елементів (Mn, Cu, C), вміст аустеніту більший. Аустеніт у структурі досліджених чавунів хімічно неоднорідний і морфологічно різний: первинний (A_1) або первородний кристалізується з рідкого розплаву; евтектичний (A_e) розташований у вигляді прошарків в евтектичних колоніях ($A + Cr_7C_3$) або ($A + Cr_7C_3 + Cr_{23}C_6$); залишковий ($A_{зал}$), що зберігається після охолодження до кімнатної температури, у тому числі і після гартування.

Змінюючи хімічний склад можна регулювати не тільки фазовий склад, а й механічні властивості чавунів. В результаті випробувань були визначені твердість, ударна в'язкість і ударно-абразивна зносостійкість чавунів. Отримання метастабільного аустеніту та оптимальна реалізація деформаційних мартенситних перетворень в процесі зношування, а також формування карбідних фаз складів Cr_7C_3 , $Cr_{23}C_6$, карбонітридів TiCN у сумарній кількості 16 % дозволяють одержати підвищену зносостійкість в економнолегованому чавуні (ЧХ13Г6Т) порівняно з високолегованим (ЧХ21Г7Д2).

ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ АУСТЕНІТИЗАЦІЇ НА СТРУКТУРУ ТА ВЛАСТИВОСТІ ЧАВУНІВ

І.М. Олійник, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

У цій роботі дослідження проводилися з метою визначення оптимального режиму термічної обробки чавунів ЧХ6Г4Д2, ЧХ16Г3Д2,

ЧХ21Г7Д2, які працюють в умовах гарячого ударно-абразивного зношування.

Зразки досліджуваних чавунів піддавали нагріванню до температур від 920 до 1070°C, витримці 40 хв і охолодженню в піску, з імітацією умов охолодження масивних бронефутерувальних плит (вагою 430 і 200 кг) агломашин у виробничих умовах. Відпуск проводився при температурі 250°C, 1 год.

Після гартування з 920°C структура чавуну ЧХ6Г4Д2 - переважно мартенситна матриця з невеликою кількістю аустеніту, розташованого по межах карбідних фаз. У зв'язку з великим вмістом вуглецю, карбідів – ~40%. В основному це первинні карбіди цементитного типу $(Cr, Fe)_3C$, проте є невелика кількість карбідів $(Cr, Fe)_7C_3$, що обрамляють дендрити первинного аустеніту.

Збільшення температури гартування супроводжується істотним зростанням кількості аустеніту у структурі металевої основи в чавуні ЧХ16Г3Д2. З мартенсито-аустеніто-карбідної структура стає аустенітно-карбідною. Кількість карбідів у структурі чавуна ЧХ16Г3Д2 становить ~ 30-35%. Зі збільшенням температури гартування відбувається сфероїдизація первинних карбідів внаслідок їх часткового розчинення у структурі металевої матриці. Кількість карбідів зі збільшенням температури гартування зменшується.

Структура металевої матриці чавуну ЧХ21Г7Д2 є сумішшю мартенситу і аустеніту з переважанням першого після гартування з 920°C. Зі збільшенням температури нагрівання кількість аустеніту зростає, і зрештою він стає переважаючою фазою в матриці чавуну. Карбідів у чавуні ЧХ21Г7Д2, незважаючи на найбільшу кількість хрому, досить мало (~ 15-20% залежно від температури нагрівання), в основному це карбіди типу $(Cr, Fe)_7C_3$, проте є дисперсні виділення вторинних карбідів типу $(Cr, Fe)_{23}C_6$, що обумовлено високим вмістом хрому в чавуні.

Найбільші значення твердості досліджених чавунів відповідає найменша температура гартування – 920°C. Це пов'язане з тим, що в структурах кількість мартенситу найбільша. Зі зростанням температури нагрівання спостерігається поступовий спад твердості, тому що знижується кількість мартенситу, відбувається часткове розчинення карбідів.

Були проведені випробування ударно-абразивної зносостійкості. Різниця в швидкостях зношування для досліджених чавунів визначатиметься відмінностями фазового складу, а саме кількісним співвідношенням структурних складових – мартенситу, аустеніту та карбідів. Найнижчу зносостійкість після термообробки має чавун

ЧХ6Г4Д2, що пояснюються зайвою, проти оптимального, кількістю карбідів (~ 35-40 %), несприятливим типом карбідів ((Cr, Fe)₃C), які мають найменшу твердість і надмірно малою стабільністю аустеніту по відношенню до деформаційного мартенситного перетворення.

Найбільшу ударно-абразивну зносостійкість має чавун ЧХ16Г3Д2 після нагрівання до 920°C. Структура металевої матриці чавуну являє собою мартенсито-аустенітну суміш, неметалева фаза представлена карбідами (Cr, Fe)₇C₃ та дисперсними карбідами (Cr, Fe)₂₃C. Неабияку роль відіграла реалізація мартенситного $\gamma \rightarrow \alpha'$ перетворення.

Таким чином, підвищення ударно-абразивної зносостійкості для чавунів Fe – Cr – Mn – C різних складів регулюється температурою нагріву під гартування від 920 до 1020°C (з уповільненим охолодженням у піску), що забезпечує формування оптимальної аустенітно-мартенситно-карбідної, яка викликає самозміцнення за рахунок реалізації деформаційного мартенситного $\gamma \rightarrow \alpha'$ - перетворення в процесі ударно-абразивного зношування.

ВИКОРИСТАННЯ МЕТАСТАБІЛЬНОГО АУСТЕНІТУ В СПЛАВАХ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

І.М. Олійник, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

Перспективним напрямком в підвищенні зносостійкості матеріалів є використання принципу отримання в структурі сталей метастабільного залишкового аустеніту, що перетворюється при навантаженні в мартенсит деформації, який був вперше запропонований І.М. Богачовим в 50-х роках минулого століття. Тому і сьогодні досить актуальним є вивчення цього питання, щодо сталі 110Г3Л, яка широко застосовується в промисловості.

Найбільш поширеною термічною обробкою сталі 110Г13Л є гартування від температур 1050 - 1070 °C у воді, яка забезпечує високий комплекс механічних властивостей за утворенням високомарганцевого аустеніту, здатного до деформаційного зміцнення, так як має низьку енергією дефектів упаковки. Тривалий нагрів деталей зі сталі 110Г13Л ведеться в печах без захисної атмосфери, тому відбувається безвуглецювання поверхні.

У більшості робіт відзначається, що безвуглецювання сталі, що відбувається при термічній обробці, є шкідливим фактором, оскільки призводить до погіршення властивостей готової продукції і браку. Але в роботах професора О.П. Чейляха вказана позитивна роль застосування

аустенізації, що приводить до безвуглецьовання для підвищення зносостійкості сталі 110Г13Л.

Відповідно до вищевикладеного в роботі ставилось наступне завдання дослідження – розробити режим термічної обробки для сталі 110Г13Л, що забезпечить високу зносостійкість і провести дослідження впливу запропонованої термічної обробки на структуру і властивості сталі.

Термічна обробка сталі 110Г13Л полягала в нагріванні до температури 1100 °С, витримці (30, 120, 180 хв) і охолодженню в воді.

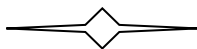
Дослідження впливу тривалості аустенізації при температурі 1100 °С на структуру сталі 110Г13Л показали, що зі збільшенням часу витримки глибина обезвуглецьованого шару збільшується з 0,05 мкм до 0,45 мкм. Структура на поверхні сталі - ε - мартенсит, невелика кількість α-мартенситу і залишковий аустеніт. У перехідній зоні кількість аустеніту збільшується, і в серцевині - аустеніт.

Мікротвердість поверхні сталі 110Г13Л після гартування з різними витримками становила HV 420-430 МПа на глибині 0,05 мкм після витримки 30 хв, 0,3 - 0,4 мкм після витримки 120 і 180 хв. Ближче до серцевини мікротвердість сталі після витримки 120 і 180 хв при температурі 1100°С знижується до HV 350 МПа і в серцевині вона становить 274 - 284 МПа. Після витримки 30 хв при температурі 1100°С мікротвердість сталі складає HV 556-571 МПа.

Твердість сталі після термічної обробки на поверхні становить HRC 43, в серцевині після витримки 30 хв - HRC 52, 120 і 180 хв - HRC 27 - 29.

Дослідження впливу тривалості витримки при температурі аустенізації 1100 °С на абразивний знос показали, що найбільш низькі втрати маси спостерігаються у зразках після витримки 30 хв, найбільші втрати маси після витримки 120 хв. Після зношування на сухе тертя зі збільшенням тривалості витримки втрати маси зразків знижуються. Найменші втрати маси при сухому зносі спостерігаються у зразках після витримки 180 хв.

Таким чином, в роботі показана позитивна роль отримання безвуглецьованого шару в сталі 110Г13Л для підвищення зносостійкості.



АДИТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК АЛЬТЕРНАТИВА ТРАДИЦІЙНИМ ТЕХНОЛОГІЯМ ВИРОБНИЦТВА ВИРОБІВ

І.М. Олійник, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

Адитивні технології сьогодні найбільш динамічно розвиваюча галузь економіки, яка дає можливість отримувати нові властивості виробів, економити час та матеріали при їх виготовленні. Аналітики розглядають ступінь впровадження цих технологій як індикатор реальної індустріальної потужності держави.

Основними перевагами застосування адитивних технологій, суттєве скорочення часу, є раціональне використання матеріалів. При виготовленні деталей складної форми традиційними методами відношення маси використаного матеріалу до готового виробу може сягати 15...20 разів. Застосування адитивних технологій для виготовлення аналогічних деталей дозволяє звести цей показник до 1,5...2,0.

Характерною тенденцією останніх років є постійний ріст асортименту та кількості деталей, що виготовляються за адитивними технологіями. Якщо до 2010 року 3D-друк активно застосовувався в медицині (було надруковано різні протези кінцівок, мініатюрну робочу модель нирки з живих клітин та перші кровоносні судини з біоматеріалу людин) і зараз біодрук є окремою галуззю, що продовжує стрімко розвиватися, то на сьогодні особливо важливим є прогрес у найбільш важкому та інноваційному секторі адитивних технологій – металургії. Наприклад, компанія «Боїнг» десятками тисяч виготовляє сотні найменувань деталей для військових та комерційних літаків, а Дженерал Електрик планує протягом 5...10 років наростити обсяги виробництва адитивними технологіями та досягнути виготовлення приблизно половини деталей енергетичних турбін та авіадвигунів цими методами.

Перехід на цифровий опис виробу – CAD і використання адитивної технології здійснив кардинальні зміни в ливарному виробництві. Отримання ливарних синтез-форм та синтез-моделей шляхом пошарового нарощування радикально скоротило термін створення першого дослідного зразка деталі. Термін створення блоку циліндрів автомобільного двигуна традиційними методами становить близько 6 місяців (основний час витрачається на створення модельного оснащення), використання адитивної технології для «виращування» ливарної моделі скоротило термін отримання першої відливки блоку циліндрів до двох тижнів, тобто в 10...15 разів.

В 2018 році вперше будинок, створений методом тривимірного друку, в якому поселилася родина. Стіни будинку, площа якого 95 м², були надруковані за 54 години. Кінцева вартість спорудження виявилась на 20 % нижчою, ніж могла бути за використання традиційних технологій.

Використання адитивних технологій дозволяє втілити в життя найвибагливіші ідеї конструктора, створити якісно нові машини та досягнути суттєвого прогресу в різних галузях промисловості.

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ ПЛАЗМОВОГО МОДИФІКУВАННЯ НА СТРУКТУРУ ТА ВЛАСТИВОСТІ ВУГЛЕЦЕВИХ ТА НИЗЬКОЛЕГОВАНИХ СТАЛЕЙ

Ю.С. Самотугіна, доц., канд. техн. наук,
М.О. Семенько, ст. гр. МВП-22-М, ДВНЗ «ПДТУ»

В сучасних умовах в Україні одним з важливих технічних завдань є підвищення продуктивності та якості робіт, які виконуються ґрунтообробляючою технікою. Надійність і працездатність цієї техніки напряму залежить від стану її робочих органів – ґрунтообробляючого інструменту. В свою чергу працездатність та довговічність цього інструменту залежить від твердості та зносостійкості його робочої поверхні, а також від зовнішніх факторів – властивостей ґрунту, погодних умов, присутності агресивних середовищ (волога, солі та ін.). Переважна більшість ґрунтообробляючого інструменту експлуатується в важких умовах ударно-абразивного зношування, тому другою найважливішою властивістю цього інструменту є стійкість до крихких руйнувань (тріщиностійкість). Багаточисельні відомі методи зміцнення ґрунтообробляючого інструменту, за звичай, забезпечують підвищення зносостійкості за рахунок зниження тріщиностійкості. Крім того, сучасні технології зміцнення робочих органів повинні бути однаково прийнятними як для ремонтних підприємств (як правило менш технологічно «розвинутих») при відновленні відпрацьованого інструменту, так і для машинобудівних підприємств при виготовленні нового інструменту.

У теперішній час відносно розробки та виготовлення робочих органів (інструменту) для обробки ґрунту існують два підходи. Перший підхід отримав найбільше розповсюдження на вітчизняних підприємствах. При його використанні робочі органи виготовляють з вуглецевих низьколегованих сталей 50, 65Г, У8, У10, 90ХФ (вихідна твердість – HRC20-25) з наступним об'ємним загартуванням і відпуском (низьким при 200 °С або високим при 300-600 °С, кінцева

твердість HRC40-50). Працездатність такого інструменту у багатьох випадках низька і це потребує великої кількості інструменту для його заміни у процесі роботи.

Інший підхід полягає у використанні високолегованих (і відповідно, значно дорожчих) сталей або виконанні певної зміцнювальної обробки чи нанесенні твердих покриттів наплавленням високолегованими матеріалами. При цьому підході твердість робочої поверхні інструменту підвищується до HRC50-60, однак стійкість інструменту у багатьох випадках залишається на тому ж рівні, що і для першого підходу, оскільки одночасно з підвищенням твердості знижується пластичність та тріщиностійкість (рис. 1). Причинами передчасного виходу з ладу інструменту (навіть задовго до досягнення максимального зношування) є крихкі руйнування (відколи) ріжучої кромки, особливо при обробленні кам'янистих ґрунтів, що переважають у більшості географічних регіонів України.

Дана робота присвячена реалізації нового – третього підходу, який полягає в тому, що методом наплавлення наноситься економнолеговане покриття нового типу, поверхня якого зміцнюється при модифікуванні висококонцентрованим джерелом нагріву – плазмовим струменем. Співвідношення твердості поверхні к твердості серцевини складає HRC60/HRC20 і це забезпечить одночасне (і неможливе для відомих методів згідно 1-го та 2-го підходів) підвищення зносостійкості та збереження тріщиностійкості виробу в цілому.

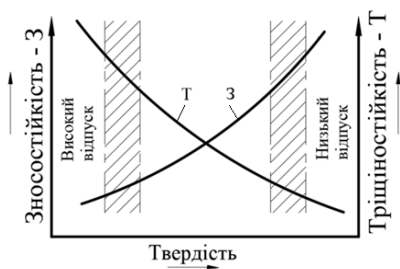


Рис. 1 – Характер залежності зносостійкості і тріщиностійкості від твердості сталей

Нанесення шаруватих покриттів дозволяє значно підвищити їх тріщиностійкість (в'язкість руйнування) завдяки реалізації механізму гальмування тріщини за рахунок розвитку вторинних тріщин розшарування на межі сплавлення з внутрішнім т.з. «м'яким» прошарком (рис. 2). Утворення розшарувань на межах сплавлення

приводить до розсіювання енергії магістральної тріщини і, тим самим, підвищення загальної тріщиностійкості композиції.

Технологічні процеси, які використовуються для нанесення покриттів нового типу, характеризуються доступністю навіть для малих підприємств з мінімальним технічним оснащенням. З іншого боку – вони можуть бути легко вбудовані (інтегровані) в високотехнологічні виробництва на великих підприємствах сільгоспмашинобудування. Ще однією перевагою інструменту з покриттям нового типу є можливість реалізації при обробці ґрунту т. зв. «ефекту самозаточування» леза інструменту в процесі зношування.

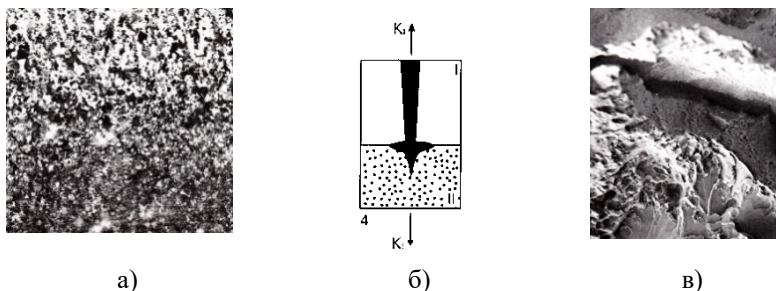


Рис. 2 – Мікроструктура (а) і фрактограма зламу (в) на межі сплавлення шарів сталь 15+65Г; схема гальмування магістральної тріщини (б)

На підставі досліджень і оптимізації складу, структури і розмірів шарів покриття мають бути досягнуті сполучення експлуатаційних властивостей (твердості, тріщиностійкості), які у кілька разів перевищують базовий рівень. Для прикладу ножів бульдозерів у таблиці наведені значення твердості (HV) і динамічної в'язкості руйнування (K_{ID}) сталі 90ХФ і шаруватого покриття 30ХГСА+12Х18Н10Т+90ХФ (після плазмового модифікування).

Таблиця 1 – Твердість та динамічна в'язкість сталей

Матеріал	HV	K _{ID} , МПа·√м
Сталь 90ХФ у вихідному стані (базовий рівень)	250	15
Покриття 30ХГСА+12Х18Н10Т+90ХФ після плазмового модифікування (досягнутий рівень)	700	55

Підвищення твердості економнолегованого наплавленого металу до запланованого рівня (таблиця) зумовлено теплофізичними особливостями поверхневого плазмового нагріву. Загальна потужність плазмового струменя складає 30 кВт, а ефективна питома теплова потужність – $10^5 \dots 10^6$ Вт/см². Завдяки таким високим характеристикам створюється можливість реалізації надвисоких значень швидкості охолодження ($10^5 \dots 10^7$ °C/с), що сприяє утворенню модифікованих матеріалів з наддисперсною структурою – з середнім розміром часток мартенситу і карбідів (у залежності від технологічної схеми зміцнення) в межах 0,1 - 1 мкм. За сучасними уявленнями матеріали з такою ультрадисперсною структурою займають проміжне положення між нанокристалічними та мікрокристалічними і мають найбільш високий рівень властивостей.

СЕКЦІЯ: ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ І ІНЖЕНЕРІЯ

ВИВЧЕННЯ ПРОЦЕСІВ СОРБЦІЇ ХРОМАТІВ НА БЕНТОНІТОВИХ СОРБЕНТАХ

К.П. Ярошук, асистент, ДВНЗ «ПДТУ»

Реалізуються сорбційні процеси із застосуванням активованих вугіль (АВ) або їхніх аналогів – графітмінеральних сорбентів; для цих же цілей, а також у якості фільтруючого матеріалу або контактного завантаження використовуються бентонітові глини, цеоліти, кліноптилоліти та ін. Це дозволяє приблизно на 93-96% видалити з вихідної води канцерогенні, антропогенні сполуки, нафтопродукти, СПАР, пестициди, хлорорганічні й інші розчинені речовини, поліпшувати процеси освітлення води, організувати її доочищення в місцях використання [1].

Бентоніти – це корисні копалини, які є тонкодисперсними високопластичними гірськими породами смектитового складу (головним чином монтморилоніт та бейделіт), яким в різному ступені властиві зв'язуючі та сорбційні властивості. Бентоніти в звичайному вигляді не термостійкі, мають малу активність, як адсорбенти і каталізатори, та потребують кислотної активації. Активність бентонітових глин пов'язують з величиною ємності їх обміну та типом катіонів обмінного комплексу, з наявністю в них кристалічної структури монтморилонітового типу, а також конституційної води, повне видалення якої за умови високих температур приводить до руйнування кристалічної решітки, спікання і втрати активності. Кислотна активація бентонітів помітно покращує їх адсорбційні і

каталітичні властивості, але, як правило, погіршує механічну міцність. Тому застосування активованих бентонітів обмежується тільки технологіями контактного очищення [2]. Для розширення спектра домішок, що видаляються з води, і підвищення селективності природних сорбентів можлива їхня модифікація, яка досягається різними способами, наприклад, шляхом гідрофобізації кремнійорганічними речовинами спученого перліту, термоокислення модифікованого перліту при 320 – 350 °С, одержання вугільно-мінеральних сорбентів на основі оксидів алюмінію і кремнію шляхом нанесення на поверхню цих сорбентів органічних речовин з наступним їх високотемпературним піролізом, модифікування кліноптилоліта двооксидом марганцю та ін. Наприклад, природні алюмосилікати можна модифікувати або активувати їх кристалічну структуру різними методами:

1. Попереднє нагрівання або прокалювання.
2. Попередній іонний обмін.
3. Обробка кислотами.
4. Обробка лугами.

Ці способи дозволяють збільшити питому поверхню та кількість адсорбційних центрів в результаті розчинення чи руйнування неадсорбційних складових мінералів. Крім того, вони дещо розширюють мікроструктуру сорбенту, збільшуючи таким чином його пористість. А з іншого боку, хімічна обробка змінює кристалоструктурні особливості сорбенту.

Перелік використаних джерел:

1. Сорокіна К. Б. Застосування природних дисперсних мінералів і їх модифікованих аналогів для покращення процесів очищення та доочищення питної води / К. Б. Сорокіна // Комунальное хозяйство городов научно–технический сборник. – № 74. – 2006 – С. 158–164.
2. Пінчук Д. В. Застосування природних адсорбентів в технологіях переробки рідких відходів / Д. В. Пінчук, А. В. Іванченко, Д. О. Єлатонцев // Хімія та сучасні технології: Тези доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених; Дніпро ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний Університет», 26 – 28 квітня 2017. – Дніпро, 2017. – 145с.: іл. – Бібліогр.: в кінці тез. – С. 45.

ДОСЛІДЖЕННЯ КАТІОННОЇ СЕЛЕКТИВНОСТІ СИНТЕТИЧНИХ СОРБЕНТІВ НА ОСНОВІ МАГНІЮ ТА АЛЮМІНІЮ

Е.О. Бутенко, доц., канд. техн. наук,
О.Є. Капустін, канд. хім. наук, доц., ДВНЗ «ПДТУ»

Для поглинання катіонів металів із природних та стічних вод, які є дуже поширеними та небезпечними забруднювачами, використовуються природні та синтетичні аніонні глини різного складу.

Великим недоліком природних аніонних глин є їх мала сорбційна ємність. Це компенсується низькою собівартістю сорбентів, багатою сировинною базою, технологічністю їх використання та екологічною чистотою.

Синтетичні аніонні глини, наприклад, шаруваті подвійні гідроксиди, можуть сорбувати низькі концентрації іонів металів протягом тривалих періодів часу, часом кількох тижнів. При проведенні експерименті поглинання таких катіонних форм металів, як Pb, Cd, Zn, Cu, Ni, Co, Mn, Cr, швидкість дифузії зменшувалась зі збільшенням іонного радіусу металу.

Шаруваті подвійні гідроксиди різного складу на основі магнію та алюмінію є ефективними, перспективними сорбентами та економічно вигідними сорбентами для глибокого очищення природних та стічних вод від катіонів металів.

Встановлено, що сорбент придатний до регенерації та може бути використаний багаторазово. Вивчено стійкість зразків сорбентів у цикли «сорбція-десорбція».

Якщо прожарити сорбент з поглиненим важким метало при певній температурі, то утворюється шпінель і зворотній процес десорбції не можливий. Відпрацьований сорбент можливо спокійно захоронювати, не боячись, потрапляння важких металів в природне навколишнє середовище.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ВИРОБНИЦТВА ГЕТЕРОГЕННИХ КАТАЛІЗАТОРІВ

О.Є. Капустін, канд. хім. наук, доц., Miami University, Oxford, USA

При створенні гетерогенних каталізаторів, крім звичайних технологічних операцій, таких як фільтрування, осадження, змішування тощо, особливу увагу приділяють тим параметрам, які визначають активність та селективність каталізаторів. Більшість операцій, що

використовуються у виробництві гетерогенних каталізаторів, пов'язані з утворенням та перетворенням твердої фази.

При зменшенні розміру глобул активність одиниці об'єму каталізатора зростає лише області великих глобул. При подальшому зменшенні їх розміру активність починає впливати внутрішня дифузія і подальше зменшення розмірів не призводить до збільшення активності через зменшення коефіцієнта дифузії в порах каталізатора.

Подальше збільшення активності можливе при переході до бідисперсних структур, що складаються з дрібних частинок каталізатора, з'єднаних у великі пористі частинки.

Переваги таких структур полягає в тому, ступінь використання первинних частинок близька до одиниці, через їхній малий розмір, а ступінь використання всього зерна каталізатора зростає завдяки молекулярному характеру дифузії у великих порах. Перехід до бідисперсних структур призводить до підвищення активності у 5-10 разів.

Для каталітичних реакцій, що протікають за класичним механізмом адсорбційної взаємодії, на каталітичній поверхні повинні існувати активні центри поверхні у вигляді ділянок, що мають підвищену вільну енергію. Такими центрами можуть бути структурні дефекти поверхні чи включення домішок.

Тобто, активність каталізатора пов'язана з кількістю на його поверхні ділянок із замороженим нерівноважним станом, що мають підвищену вільну енергію. І при виробництві каталізаторів слід прагнути створення таких ділянок. Утворення нерівноважних структур на каталізатор розглядає теорія пересичення.

Для отримання ефективного каталізатора потрібно кожен етап процесу проводити за умов максимального пересичення.

КИСЛОТНО-ОСНОВНИЙ КАТАЛІЗ У РОЗЧИНАХ

С.О. Капустін, канд. хім. наук, University of California, Berkley, USA,

Е.О. Бутенко, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

Характерна властивість кислот і основ у розчинах – їх каталітична дія на багато реакцій: гідроліз, гідратацію, дегідратацію, алкілування, різні реакції ізомеризації та конденсації та ін.

У гомогенному кислотному каталізі в якості каталізаторів використовують: протонні кислоти іпн – у воді та водно-органічних розчинниках, кислоти Льюїса $AlCl_3$, BF_3 , $SnCl_4$ та іпн – у неводних розчинах, так звані надкислоти $HF + SbF_6$, $HSO_3F + SbF_6$ та іпн – у неводних розчинниках. У гомогенному каталізі каталізаторами є

гідроксиди лужних металів, аміни у воді і водно-органічних розчинниках.

При кислотно-основному каталізі з реагентів і каталізатора утворюються реакційні комплекси різного складу, що є іонізованими формами реагенту. Іонізуюча здатність сильних кислот у водних розчинах обумовлена утворенням комплексів реагенту:

- 1) із сольватованим протоном;
- 2) з недисоційованою кислотою.

Експериментальне дослідження залежності ефективної константи швидкості k_{ef} від іонізуючої здатності середовища часто призводить до співвідношень Гаммета:

$$k_{ef} / h_0 = \text{const},$$

де $a_{кат}$ та $f_{кат}$ – активність та коефіцієнт активності каталізатора, f_p – коефіцієнт активності розчинника. Реакційний комплекс – протонувана форма реагенту. Логарифм константи швидкості лінійно зростає зі зростанням $-H_0$.

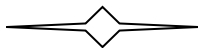
У разі комплексоутворення реагенту з молекулами недисоційованої сильної кислоти АН та її гідратом іонізуюча здатність середовища проявляється у виразах.

У сильнорозведених водних розчинах слабких кислот каталітичну активність виявляють іони та недисоційовані молекули кислоти. Взаємозв'язок між каталітичною активністю слабких кислот та константами їх дисоціації (K_a) у деяких випадках вдається описати рівнянням Бронстеда:

$$\lg k_{ef} = \alpha \lg K_a + c,$$

де α та c – емпіричні параметри для цієї реакції.

У розведених водних розчинах основ спостерігається сталість величини добутку $k_{ef}C_{он}$ при варіюванні $C_{он}$. Додавання солей до водних розчинів кислот та основ змінює величини h_0 , $a_{АН}$, $a_{он}$. Відповідно змінюються концентрація реакційноздатних комплексів та каталітична активність.



СЕКЦІЯ: ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ПРИКЛАДНИХ ПРОГРАМ, ЩО ПРИЗНАЧЕНІ ДЛЯ РОЗРАХУНКІВ РЕЖИМІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ, У ПРОЦЕС ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ З ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ

В.В. Нестерович, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

Процес підготовки фахівців спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» передбачає здобуття студентами низки компетентностей, що пов'язані з використанням комп'ютерної техніки. Це насамперед така загальна компетентність як здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій, а також фахова компетентність - здатність використовувати програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання, автоматизованого проектування, автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

У процесі навчання студенти мають отримати такі знання та розуміння як «відтворювати процеси в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах при їх комп'ютерному моделюванні» та «опанувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах».

Все це потребує використання сучасного спеціалізованого програмного забезпечення під час навчання студентів. Для правильного вибору необхідно виходити з низки очевидних критеріїв:

1) програмне забезпечення має широко використовуватися в промисловості для того, щоб студенти могли використовувати набуті навички у своїй майбутній практичній діяльності;

2) програмне забезпечення має бути доступним для навчального закладу (бажана наявність спеціальних академічних програм, які дають змогу навчальним закладам купувати його за пільговою ціною або отримувати безкоштовно);

3) покладені в основу програмного забезпечення алгоритми та методики розрахунків та моделювання мають бути достатньо апробованими та відповідати діючим в Україні та міжнародним стандартам і технічним регламентам.

Для правильного вибору програмного забезпечення необхідно також визначити ті навчальні дисципліни та види навчальної роботи, які насамперед потребують його використання.

Виходячи з навчальних планів за спеціальністю 141, можна в першу чергу виділити такі дисципліни та види навчальної роботи: електричні системи та мережі (практичні заняття та лабораторні роботи, курсовий проект), електромагнітні та електромеханічні перехідні процеси (практичні заняття та лабораторні роботи, курсова робота), основи релейного захисту та автоматизації енергосистем (практичні заняття та лабораторні роботи), електропостачання промислових підприємств (практичні заняття та лабораторні роботи, курсовий проект), бакалаврська робота, магістерська робота.

З цих позицій було проаналізовано можливості застосування програмного забезпечення EasyPower американської компанії Bentley Systems та ETAP Power Lab компанії Operation Technology, inc.

Базовий пакет EasyPower являється основою для модулів розширення, забезпечує моделювання трифазного, однофазного обладнання у вигляді інтерактивної однолінійної схеми. Для аналізу режимів електричної схеми використовуються модулі розширення, що додають можливості визначення струмів короткого замикання відповідно до стандартів IEC 60909, NEC і NFPA (включаючи змінний і постійний струм); побудови кривих селективності та налаштування релейного захисту та апаратів захисту (відповідно до стандартів IEEE-1584 і NFPA 70E), визначення та оптимізації падіння напруги, навантаження обладнання, коефіцієнта потужності, потоків потужностей, розрахунку гармонійних спотворень та вибору відповідних коригувальних фільтрів; аналізу динамічної стабільності електричної мережі, аналізу перехідних процесів під час пуску двигунів; аналізу надійності електричних мереж та інше. Для освітніх цілей університетам надається версія пакета EasyPower, яка підтримує основні функції, але має обмеження за кількістю вузлів електричної мережі (не більше 25).

ETAP Power Lab – це програма дослідницької та освітньої співпраці між ETAP та акредитованими університетами. Ліцензія в рамках цієї програми передбачає можливість аналізу режимів електричної мережі з числом вузлів до 25. При цьому реалізовані можливості аналізу сталих симетричних і несиметричних режимів, перехідних режимів, включаючи пуск двигунів та режим короткого замикання, аналіз динамічної стійкості системи, спотворень кривої напруги, аналіз надійності системи та ін.

Проведений попередній аналіз показує, що ці програмні засоби можуть бути використані для підготовки фахівців зі спеціальності 141.

**АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ МАТЕМАТИЧНОГО
МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ У
ПРОЦЕСІ ПРОГНОЗУВАННЯ ВЕЛИЧИН СПОТВОРЕНЬ ФОРМ
КРИВИХ СТРУМІВ ТА НАПРУГ**

В.В. Нестерович, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

Визначення очікуваних величин спотворень форм кривих струмів і напруг може виконуватися при вирішенні питань про підключення до електричної мережі нових нелінійних електроприймачів, аналізу причин зростання таких спотворень у процесі експлуатації мережі, визначенні дольової участі споживачів електроенергії та енергопостачального підприємства у спотворенні форми кривої напруги. Для прогнозування величин спотворень використовуються два основних методи, перший з яких заснований на розрахунку (або математичному моделюванні) у часовій області, а другий, відповідно – у частотній області.

Перший із цих методів використовується в більшості випадків при виконанні наукових досліджень або у відносно невеликих електричних мережах. На практиці при аналізі несинусоїдних режимів у мережах з великою кількістю вузлів та джерел спотворень найчастіше застосовують математичне моделювання в частотній області, що пояснюється насамперед меншими витратами обчислювальних ресурсів при задовільній точності розрахунків. При використанні даного підходу велике значення має побудова в частотній області адекватних математичних моделей елементів електричної мережі (трансформаторів, ліній електропередачі та ін.), а також джерел спотворень. Якщо для елементів мережі це питання добре вивчене, то щодо джерел спотворень потрібно проведення додаткових досліджень.

Це пов'язано з тим, що відбувається поява нових типів нелінійних електроприймачів, зростає їх кількість та змінюються закони управління цими електроприймачами, а також все частіше використовуються джерела енергії, що підключаються до електричної мережі за допомогою інверторів. Так останнім часом різко збільшується кількість і сумарна потужність фотогенеруючих установок (за підсумками 2022 р. - 4,5 % електроенергії у світі вироблено на фотогенеруючих установках), причому разом із потужними сонячними електростанціями підключається велика кількість станцій малої потужності. Особливістю є те, що ці джерела спотворень виявляються

розосередженими у мережі. Проведені низкою вчених останнім часом дослідження показали, що величина спотворень форми кривої струмів, що генеруються фотоелектричними установками, сильно залежить від ступеня завантаження установки - спотворення струму значно (у 10-20 разів) зростають при малих потужностях (5-20 % від номінальної потужності), а також від величин спотворень напруги, які спричинені іншими установками (тобто відбувається взаємний вплив джерел спотворень). Для останнього часу також характерне значне збільшення числа та сумарної потужності зарядних станцій для електромобілів, які також негативно впливають на якість електроенергії.

Все це потребує подальшого коригування відповідних математичних моделей, що призначені для використання у частотній області. При цьому необхідно уникнути значного ускладнення моделей за умови збереження прийнятної точності розрахунків та моделювання.

ОЦІНКА ПОТУЖНОСТІ КОМПЕНСУЮЧОГО ПРИСТРОЮ З УРАХУВАННЯМ ВИПАДКОВОГО ХАРАКТЕРУ ПОРУШЕННЯ СИНУСОЇДНОСТІ СТРУМУ ТА НАПРУГИ

Ю.Л. Саєнко, проф., д-р техн. наук,
Т.К. Бараненко, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

Наявність нелінійних навантажень в електричних мережах викликає порушення синусоїдності кривих струмів та напруг. Ці порушення мають, зазвичай, випадковий характер. У такому випадку крім електромагнітної реактивної потужності, обумовленої наявністю накопичувачів електромагнітної енергії (ємності та/або індуктивності) може мати місце друга складова реактивної потужності – потужність спотворення (потужність зсуву фаз), пов'язана з спотворенням форми струму та напруги. Однак, при вирішенні питання компенсації реактивної потужності, поділ її на ці дві складові є недоцільним. Це пов'язано з тим, що зовнішній прояв цих складових реактивної потужності однаковий. Незважаючи на принципово різну фізичну природу походження, реактивна потужність спотворення може бути компенсована електромагнітною реактивною потужністю і навпаки, що досить широко використовується на практиці при компенсації реактивної потужності, що споживається перетворювальними установками, батареями конденсаторів або синхронними компенсаторами.

При вирішенні низки завдань, пов'язаних з оцінкою параметрів електромагнітної сумісності під час роботи різкозмінних нелінійних навантажень, криві струмів і напруг можуть бути представлені у вигляді

амплітудно-модульованих коливань з випадковими законами зміни амплітуди та початкової фази. При цьому теоретично можуть використовуватися будь-які з трьох основних видів кореляційних функцій: експоненціальна, експоненціально-косинусна або експоненціально-косинусно-синусна.

Однак при дослідженні проблеми електромагнітної сумісності при роботі різкозмінних нелінійних навантажень шляхом моделювання випадкових процесів змін їх струмів такий підхід, як заміна одного виду кореляційної функції іншим, заснований на рівні площ під кривими кореляційних функцій, як правило, є неприйнятним. Це пов'язано з тим, що визначальним фактором, що впливає на величину коефіцієнта спотворення синусоїдності кривої струму, є не енергія випадкового процесу зміни струму навантаження, а його швидкість зміни, яка характеризується параметрами кореляційної функції. Результати досліджень показали, що зі збільшенням коефіцієнта загасання та кутової частоти кореляційної функції зростає коефіцієнт спотворення синусоїдності кривої струму. Тоді при заміні, наприклад, експоненціально-косинусної кореляційної функції експоненціальною, може бути отримана завищена оцінка коефіцієнта спотворення синусоїдності кривої струму.

Попередній висновок поширюється на вирішення проблеми компенсації реактивної потужності з урахуванням випадкового характеру зміни кривих струмів і напруг. Крім цього, слід враховувати, що умовою диференційованості випадкового процесу є безперервність похідної його кореляційної функції в околиці точки $\tau = 0$. Цій умові задовольняє експоненціально-косинусно-синусна кореляційна функція.

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Т.К. Бараненко, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

Розрахунки надійності енергетичних об'єктів полягають у визначенні різних кількісних показників. При цьому елементи таких об'єктів, які знаходяться в аварійному стані, підлягають ремонту, що відновлює їх вихідні параметри, або замінюються новими, ідентичними їм елементами. Ці відновлювальні роботи вимагають певних витрат часу, тому роботу елемента енергосистеми з позиції теорії надійності можна розглядати як процес відновлення з кінцевим часом відновлення.

Надійність роботи відновлюваного елемента може бути охарактеризована наступними показниками: параметром потоку відмов, середньою тривалістю відновлення; імовірністю перебування в

аварійному стані, середньою частотою планових відключень, середньою тривалістю одного планового відключення, середньорічною тривалістю планових простоїв. Параметр потоку відмов являє собою щільність імовірності виникнення відмови відновлюваного елемента в даний момент часу і в загальному випадку може залежати від тривалості експлуатації. З теорії надійності відомо, що найбільш простим законом розподілу зі змінним параметром потоку відмов від часу є двопараметричний закон Вейбулла

В процесі проектування і випробувань енергоустановок, при оцінці втрати надійності при експлуатації і прогнозуванні її на майбутнє необхідні кількісні методи розрахунку. Перелічимо математичні методи, що використовуються при таких розрахунках.

Уявлення про те, що кожен виріб за життєвий цикл проходить низку послідовних станів призводить до поняття множини станів системи і зміни їх з часом. Виділення підмножини станів, приналежність до якої вважається відмовою системи, змушує використовувати уявлення теорії множин для опису багатьох понять теорії надійності.

Роботи зі створення високонадійних систем з малонадійних елементів привели до використання засобів математичної логіки. Процеси зміни станів виявилось наочно і просто представляти, використовуючи елементи теорії графів.

Локальні неоднорідності матеріалу, з якого виготовляються вироби, призводять до нерівномірного зносу, старіння і до розкиду термінів служби. Тому теорія надійності ґрунтується на теорії імовірностей, як в розрахунках, так і у визначенні самих понять теорії надійності.

Процеси втрати надійності системами розраховуються, виходячи з теорії випадкових процесів. Це зношування, старіння.

Велика група завдань (визначення оптимального запасу, резервування, періодичність профілактичного обслуговування) вимагає використання методів теорії масового обслуговування.

Центральна частина прикладної математики – математична статистика – займає найважливіше місце і в теорії надійності (обробка первинного експериментального матеріалу, аналіз результатів випробувань).

Перераховані математичні методи, що застосовуються для дослідження надійності складних енергетичних систем, передбачають використання сучасної обчислювальної техніки і спеціалізованого програмного забезпечення. Одним з видів такого програмного забезпечення є потужна система інженерних і наукових розрахунків

Matlab, що містить пакет розширення Simulink. Matlab дозволяє проводити обчислення в режимі прямих обчислень з використанням командного рядка, а також з використанням програм, написаних на мові Matlab, і зберігаються в m-файлах (або скрипт-файлах). Крім цього пакет розширення Simulink дозволяє досліджувати надійність складних систем за допомогою імітаційного моделювання. В цьому випадку можуть бути створені імітаційні моделі окремих блоків енергетичних систем, що дозволяє збирати моделі складних структурних схем надійності, шляхом з'єднання отриманих блоків. Крім цього можуть бути створені блоки, що враховують різні закони розподілу параметрів надійності елементів вихідних принципів або функціональних схем енергетичних систем, що дозволяє проводити імітаційні дослідження надійності в залежності від часу. Також перевагою використання імітаційного моделювання з використанням пакета Matlab/Simulink є можливість введення вихідних даних різними способами: безпосередньо в модель, з робочого простору або командного вікна Matlab, з файлу, з електронних таблиць Excel.

Таким чином, застосування системи інженерних і наукових розрахунків Matlab, зокрема пакета імітаційного моделювання Simulink дозволяє ефективно досліджувати надійність роботи енергетичних систем і їх об'єктів.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ДАНИХ НА ЯКІСТЬ ПРОГНОЗУВАННЯ ГЕНЕРАЦІЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ СОНЯЧНИМИ ПАНЕЛЯМИ

Ю.Л. Сасенко, проф., д-р техн. наук,

В.В. Любарцев, аспірант, асистент, Ю.І. Любарцева, ст. викладач,
ДВНЗ «ПДТУ»

Вирішення найважливіших завдань – енергоресурсозбереження та підвищення енергобезпеки країни – неможливе без широкого впровадження відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Негативною стороною застосування ВДЕ є складність прогнозування їхньої генерації та, як наслідок, складність при плануванні режимів роботи енергосистем з розподіленою генерацією. У цій роботі пропонується розробка математичних моделей та методів підвищення енергоефективності електричних систем з відновлюваними джерелами енергії шляхом підвищення точності прогнозування генерації потужності з використанням нейронних мереж та машинного навчання.

Традиційно для оцінки продуктивності сонячних батарей сьогодні застосовуються методи, засновані на реальному вимірюваному

значенні сонячного випромінювання в місці їх встановлення. Тому як зразкове значення було зроблено прогнозування генерації електроенергії сонячними панелями, засноване на даних вимірюного реального сонячного випромінювання.

Було вирішено завдання пошуку даних із величинами сонячного випромінювання даної місцевості, які можна отримати розрахунковим шляхом. Складність полягає в тому, що наявні бази даних сонячного випромінювання (PVGIS) отримані з метеорологічних супутників, які оцінюють випромінювання, що доходить до землі за погодними параметрами, такими як хмарність, опади тощо. Отримання цих даних для приватних просьюмерів має труднощі, особливо прогнозні значення, оскільки дані системи надають інформацію за попередні проміжки часу, без можливості прогнозування. Найзручнішими даними є звичайний метеорологічний прогноз погоди.

При цьому також слід враховувати те, що величина сонячного випромінювання, що доходить до поверхні землі залежить від часу доби, кута нахилу сонця над поверхнею горизонту, азимуту, пори року і т.д. Для вирішення завдання прогнозування генерації електроенергії сонячними панелями на основі непрямих вихідних даних було застосовано «Clear Sky model for Direct and Diffuse Insolation on Horizontal Surfaces» (Модель «Чистого Неба» для прямої та дифузної інсоляції на горизонтальних поверхнях) розроблену у 1981р. Річардом Е. Бердом. Принцип розрахунку сонячного випромінювання цією моделлю заснований на використанні широти, довготи, часової зони, даних про шар озону над даною територією, атмосферного тиску, кількості вологи в повітрі, а також альbedo поверхні землі. Результатом розрахунку є матриця 4×8760 , де 8760 – кількість годин на рік, а 4 стовпці включають:

- Прямі промені, Вт/м²;
- Пряме нормальне випромінювання, Вт/м²;
- Глобальне горизонтальне опромінення, Вт/м²;
- Розсіяне горизонтальне опромінення, Вт/м².

Погодинне прогнозування генерації електроенергії сонячними панелями за допомогою нейронних мереж дозволяє отримати точний прогноз. Середня похибка прогнозування з використанням реально вимірюної інсоляції у місці встановлення сонячних панелей (для п'яти дослідів у цій роботі) варіюється від -0,97% до 4,91%.

При використанні розрахованих значень сонячної інсоляції, а також прогнозу погоди похибка прогнозування зростає (діапазон у проведених дослідях становив від -3,86% до 5,12%). Це обумовлено насамперед неточностями в прогнозі погоди, а також похибками при

розрахунках інсоляції з використанням Clear Sky model. Проте використання цього прогнозу має високу точність і може застосовуватися для оцінки генерації електроенергії при диспетчеризації енергосистем, укладанні договорів на постачання електроенергії більшими електростанціями в так званому ринку на добу вперед.

Крім цього відсутня необхідність використання громіздкого набору даних для роботи нейронної мережі. З порівняння похибок прогнозування обох методів, достатнім є набір з 1000...2000 вибірок даних щоб одержати точного прогнозу. Це своє чергу знижує вимоги до обчислювальних ресурсів і знижує загальний час тренування нейронних мереж.

Одним з важливих аспектів прогнозування є вибір необхідних параметрів, які впливають на точність прогнозу. Для визначення цих параметрів необхідно встановити кореляцію між вхідними параметрами (метеорологічними даними) та цільовими значеннями (виробництвом електроенергії). Наш підхід зменшує вимоги до обчислювальних ресурсів та часу навчання нейронних мереж і може бути використаний для оптимізації режимів роботи мереж розподіленої генерації.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА РЕЖИМИ РОБОТИ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖ

Ю.І. Любарцева, ст. викладач, ДВНЗ «ПДТУ»

У роботі запропоновано новий підхід до вирішення актуальної проблеми підвищення ефективності використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) в розподільчих електричних мережах. Це передбачає визначення оптимальної потужності асинхронних генераторів (АГ) та компенсуючих пристроїв, вибір найкращих схем підключення ВДЕ, автоматизацію керування та оптимізацію їх функціонування як невід'ємної складової електричної системи. Запропонований метод спрямований на мінімізацію втрат електроенергії в електричних мережах (ЕМ), а також зниження витрат і збільшення кількості виробленої електроенергії.

Результати розрахунків втрат електроенергії в електричних мережах з малими гідроелектростанціями (ГЕС) показали, що на величину втрат впливає спосіб приєднання ГЕС та їхня потужність. Пряме приєднання ГЕС до розподільчих мереж 10(6) кВ є кращим, ніж приєднання до фідерних шин 110(35) кВ.

Запропоновані в даній роботі алгоритми оцінки додаткових втрат потужності від цільових перетоків в електричних мережах можуть бути

ефективно використані для планування величини втрат потужності при подачі ВДЕ на шини головного енерговузла або на шини окремого споживача. Розраховані втрати потужності від цільових перетоків показують, що використання асинхронних генераторів для перетворення енергії з ВДЕ загалом призводить до менших втрат від цільових перетоків порівняно з синхронними генераторами, якщо не враховувати ефект компенсації реактивного споживання електромережі.

Використання ВДЕ з асинхронними генераторами в енергосистемах ускладнює їхні режими реактивної потужності. Споживання реактивної потужності асинхронних генераторів з електромагнітними силами може збільшити втрати електроенергії в мережі. Для компенсації реактивної потужності в балансі ВДЕ з АГ слід встановлювати конденсаторні батареї (КБ). Ці конденсаторні батареї можуть не потребувати регулювання, якщо вони оптимально підібрані. Доцільність встановлення регульованої установки для компенсації реактивної потужності в електромережах на станціях з АГ повинна визначатися в кожному конкретному випадку, виходячи з балансу реактивної потужності.

Розроблений метод аналізу еквівалентних електромагнітних опорів ЕМ дозволяє ефективно визначити схеми підключення ВДЕ до електричних мереж. Однак часткова невизначеність вихідних даних зумовлює необхідність використання інших методів (аналіз чутливості до втрат, аналіз якості функціонування ВДЕ в ЕМ) для отримання кінцевого результату. Розроблені схеми, окрім мінімізації впливу ВДЕ на втрати в електромережі, також забезпечують мінімальний вплив на режим напруги в електромережі за рахунок врахування взаємозв'язку між частковими критеріями оптимальності приєднання ВДЕ.

Шляхом аналізу оптимальних рішень за чутливістю та дослідження взаємного впливу незалежних параметрів ВДЕ, що працюють в локальних енергосистемах, можна оцінити регулюючий ефект, а також роль і завдання окремих ВДЕ в процесі оптимального керування їх режимами. Визначення параметрів налаштування систем автоматичного керування локальними ВДЕ, виходячи з якості наявного інформаційного забезпечення, дозволяє більш обґрунтовано їх експлуатувати та досягати максимального системного ефекту з урахуванням прийнятих зон нечутливості та результатів оцінки взаємного впливу незалежних параметрів.

ДІАГНОСТУВАННЯ СТАТИЧНИХ СИСТЕМ ЗБУДЖЕННЯ ПОТУЖНИХ ГЕНЕРАТОРІВ

В.Г. Скосирєв, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

Основна частина електроенергії в світі виробляється синхронними генераторами. Керування процесом електромеханічного перетворення енергії здійснюється, в основному, системою збудження генератора, яка забезпечує регулювання напруги на виході генератора, стабільність роботи генератора в енергосистемі, а також виконує значний обсяг захисних функцій.

Системи збудження генераторів, які експлуатуються на електростанціях України та інших країн СНД, вже вичерпали ресурс своєї роботи і не задовільняють зростаючим вимогам до якості регулювання та надійності. Фізичне старіння апаратури призводить до збільшення кількості аварійних ситуацій. Ось чому, останніми роками постало питання заміни існуючих систем збудження або їх суттєвої модернізації, перехід від аналогових регуляторів збудження до цифрових, використання силових напівпровідникових перетворювачів для регулювання струму збудження.

Розробка нових систем регулювання збудження вимагає створення засобів і методик для їх діагностування перед введенням в експлуатацію, а також проведення аналізу процесів в установках генерування електроенергії з розробленими системами збудження у всіх режимах роботи. В деяких випадках для проведення випробувань пропонується використовувати фізичні моделі.

Засобам фізичного моделювання притаманні, однак, ряд недоліків, обумовлених необхідністю значних капітальних затрат на придбання та розміщення обладнання (численних модельних генераторів з системами збудження, трансформаторів, моделей ЛЕП), складністю реалізації аварійних режимів під час випробувань та параметричних змін в об'єктах регулювання.

Більш перспективним, на нашу думку, є використання засобів математичного моделювання, що вимагає, однак, розв'язання цілого ряду задач, пов'язаних зі створенням математичних та комп'ютерних моделей адекватних в широкому діапазоні режимів роботи, здатних працювати в реальному часі у взаємодії з фізичним обладнанням. Створення подібних комп'ютерних засобів для діагностування систем збудження генераторів, аналізу режимів роботи генераторних блоків з новими типами систем регулювання збудження, впровадження даних засобів і методик на електростанціях є важливою і актуальною науково-прикладною задачею.

РОБОТА БАТАРЕЙ КОНДЕНСАТОРІВ В УМОВАХ НЕСИНУСОЇДНОСТІ НАПРУГИ ЖИВЛЕННЯ

О.С. Савенко, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

В реальних умовах роботи батареї конденсаторів (БК) часто працюють в умовах несинусоїдності мережі, в режимах резонансів з мережею та навантаженнями, що призводить до перенапруг на БК. Наприклад, при підключенні батареї конденсаторів до шин підстанції, що живлять дугові печі, при будь-якому значенні ємності батареї завжди знайдуться гармоніки з тим спектром частот, при яких утворюються резонансні контури струму (або близькі до нього) між ємністю батареї конденсаторів і індуктивністю мережі. Крім того, зміна навантажень, схеми комутації мережі, потужності короткого замикання мережі енергосистеми, які не завжди можна врахувати при проектуванні, також можуть привести до виникнення резонансних або близьких до них умов на частоті однієї з гармонік. Тому роботу батареї конденсаторів в мережах з можливістю виникнення несинусоїдної напруги необхідно розглядати з позицій взаємного впливу вищих гармонік мережі живлення і батареї конденсаторів. Так як зі збільшенням номера гармоніки ємнісний опір батареї конденсаторів зменшується, то це призводить до протікання через БК значних струмів гармонік, що резонують. Ці струми співмірні, а іноді і значно перевершують струм першої гармоніки. Перевантаження по струму на конденсаторах допускаються до 30% від їх номінальних значень, а на практиці за рахунок появи резонансних явищ перевантаження по струму можуть досягати 400-500% від струму першої гармоніки.

На рис. 1 представлені форми струму, що протікають через БК, при різко-змінних реактивних навантаженнях, що живляться струмами несинусоїдної форми.

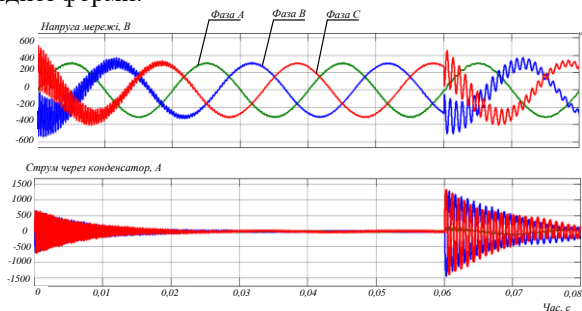


Рис. 1 – Напруга та струм через БК в умовах несинусоїдності напруги живлення

Форма кривої прикладеної напруги також наведена на рис. 1. У якості приймача прийнятий частотний привод потужністю 20 кВт, у момент часу 0,06 с відбувається підключення активно-індуктивного несиметричного навантаження.

На рис. 2 представлені форми струму, що протікають через БК ємністю 25 мкФ, при різко-змінних реактивних навантаженнях, що живляться несинусоїдними струмами. Форма кривої напруги на БК також наведена на рис. 2. Рівень перенапруги складає близько 30% від номінальної напруги, при цьому амплітудне значення струму досягає 270% від струму, що протікає у разі синусоїдного режиму роботи.

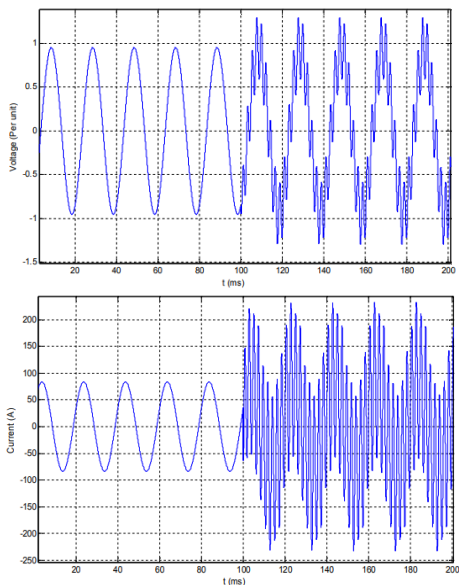


Рис. 2 – Напруга та струм через БК в умовах несинусоїдності

Одним з методів зниження цього впливу є використання «розлаштованих» батарей конденсаторів. Послідовно з конденсатором підключається реактор. При цьому величина індуктивності реактора підбирається таким чином, щоб частота паралельного резонансу між конденсатором і реактором і мережею не дорівнювала частоті будь-якої з гармонік, присутніх в мережі. Однак в такій системі підвищується напруга на реакторі і доводиться використовувати конденсатори з великою номінальною напругою. Крім того, необхідно знати параметри мережі.

Більш сучасним, але і більш дорогим рішенням, є використання активних фільтрокомпенсуючих пристроїв для корегування спектру наруги у точці підключення, що не завжди є виправданим з економічної точки зору. Тому напрямок подальших досліджень обране удосконалення активних пристроїв з метою зниження їх встановленої потужності, що дозволить знизити вартість пристрою.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ ЗА НАПРЯМОМ «ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОНІКА» В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ

О.С. Савенко, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

Через повномасштабне вторгнення у нашу країну студенти та викладачі ДВНЗ «ПДТУ» вимушені працювати у дистанційному форматі. І якщо для подання лекційного матеріалу достатньо підготувати презентацію, яка супроводжується поясненнями лектора, то організація відпрацювання лабораторного практикуму викликає ряд питань. Якісне освоєння технічних курсів нероздільне з лабораторними заняттями, тому зведення лабораторних робіт до виконання виключно розрахункової частини не є доцільним та не забезпечує набуття здобувачами вищої освіти необхідних компетенцій.

Проведення лабораторних занять, зокрема з електротехнічних дисциплін, передбачає обов'язковий експеримент, дані якого мають бути оброблені та подані відповідно до цілей та завдань цього заняття. У ситуації, коли проведення експерименту в реальній лабораторії на спеціальному навчальному стенді неможливо, потрібно виробити відповідний підхід до вирішення даної проблеми виходячи з особливостей дисципліни, що викладається, а також набору формованих у рамках дисципліни компетенцій, напрямів підготовки та спеціальностей, для студентів яких ця дисципліна викладається.

Пропонується проведення віртуальних лабораторних робіт з використанням засобів схемотехнічного моделювання. Запропонований підхід має ряд переваг: виключається необхідність використання вимірювального обладнання та приладів високої вартості; на результати досліджень не впливають такі фактори, як ненадійні з'єднання або обрив контактів, несправні вимірювальні прилади тощо; виключаються небезпечні чинники, такі як вихід із ладу чи перевантаження елементів живлення, вимірювального устаткування тощо.

Застосування віртуальних лабораторій в організації навчального процесу дозволяє використовувати при проведенні експериментів

навіть таке обладнання, з яким студенти не мали би можливості працювати у реальній лабораторії через його відсутність. Пакети схемотехнічного моделювання підтримують, наприклад, побудову часових діаграм зміни різних фізичних величин, створюють умови для спостереження таких явищ, як коливання потужності в ланцюгах змінного струму, фазові зсуви між струмом та напругою в електричному колі. Це сприяє глибшому розумінню фізичних процесів, що відбуваються в електричних колах, та допомагає зацікавити студентів, які починають вивчати предмет.

У якості програмного забезпечення для проведення лабораторного практикуму можна використовувати як комп'ютерні програми (наприклад, NI Multisim, Micro-CAP, Proteus), так і мобільні застосунки (EveryCircuit, Electric Circuit Studio, Proto, VoltSim).

Multisim виробництва компанії National Instruments (США) та Micro-CAP фірми Spectrum Software (США) є найбільш розповсюдженими пакетами. Пакет Multisim має досить високу вартість, але з ним можна ознайомитись за його безкоштовною демонстраційною версією з обмеженим функціоналом. Пакет Micro-CAP в даний час поширюється вільно та без обмежень.

При відсутності у студентів доступу до комп'ютерів можливе використання і мобільних застосунків, ринок яких почав бурхливо розвиватися з початком пандемії. Постійно з'являються нові програми для симуляції електричних схем, а вже існуючі періодично оновлюються.

Дистанційну роботу не слід сприймати, як неподобство, що вносить ряд обмежень та заважає проводити навчальну роботу у звичній (але іноді доволі застарілій) формі. Це стимул для впровадження сучасних підходів до навчання, засвоєння нового інструментарію та переробки неактуального методичного забезпечення.

СЕКЦІЯ: ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА ТА ТЕХНОЛОГІЯ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА, ОХРАНА ПРАЦІ ТА БЖД

ВИМОГИ ДО ДІЯЛЬНОСТІ ЕНЕРГОМЕНЕДЖЕРА В ПІСЛЯВОЄННИЙ ПЕРІОД

І.А. Ленцов, доц., канд. тех. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

Енергоресурси, енергетика із суто технічних термінів в останній час перетворились в інструмент політики, об'єкти ракетних обстрілів, фактори виживання держави. Як наслідки – перебої в поставках

енергоносіїв (електроенергії, пального та інше), окупація Запорізької АЕС, атаки на гідроелектростанції, знищення генеруючих потужностей та енергомереж. Звісно, в таких умовах головне – це забезпечення безперерйного постачання енергоресурсів в регіони України. І тут, як кажуть, не до енергоефективності. Нажаль, сьогодні так. Але це сьогодні. Після завершення війни і відбудови енергоспоживання знову на порядку денному стане питання енергоефективності економіки України. А тут проблеми нікуди не поділись. Перевитрати паливно-енергетичних ресурсів суттєві, а в умовах ринкових цін на енергоресурси – це загроза конкурентоспроможності вітчизняних товарів та послуг.

Вирішення цієї проблеми – це головне завдання енергоменеджерів незалежно від галузі об'єкта енергоспоживання і виду енергоресурсів. Коло обов'язків енергоменеджерів — починаючи від аналізу енергоефективності об'єкту і пошук причин перевитрат ПБР, до планування і реалізації рішень, спрямованих на економію енергоресурсів. Дійсно – значний обсяг робіт! Враховуючи відсутність потужних і чисельних відділів енергоменеджменту навіть на великих підприємствах вирішувати важливі проблеми енергоменеджменту доводиться самотужки.

З чим стикається енергоменеджер при виконанні своїх обов'язків.

По-перше, відсутність актуалізованих баз даних, як з нормативно-правовою інформацією у сфері енергозбереження, так і базу заощаджувачих рішень.

По-друге, дефіцит спеціальної технічної літератури і періодичних видань, спрямованих на допомогу енергоменеджеру у вирішенні повсякденних завдань.

По-третє, велика волатильність вартості енергоресурсів потребує оперативних економічно обґрунтованих рішень, що зробити в таких умовах не просто.

І насамкінець головне – це дефіцит фінансових ресурсів на реалізацію енергозаощаджувачих рішень. В багатьох випадках енергоменеджер повинен самотужки запропоновувати джерело фінансування, а також підготувати та презентувати привабливий бізнес-план.

Безумовно важке завдання. Але, якщо енергоменеджер здатен виконувати свої обов'язки у повному обсязі з урахуванням вищезазначених чинників, він може претендувати на партнерські відносини з власником бізнесу, або на особливий статус на державних підприємствах.

ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ЧАТ-БОТУ ЗІ ШТУЧНИМ ІНТЕЛЕКТОМ GPT (ШІ) В ДІЯЛЬНОСТІ ЕНЕРГОМЕНЕДЖЕРА

І.А. Ленцов, доц., канд. техн. наук, Г.І. Хлестов, ст. гр. ЕМ-22-М,

П.В. Коротун, ст. гр. ЕМ-22-М,

ДВНЗ «ПДТУ»

Менеджери всіх напрямів і рівнів сьогодні стикаються з двома головними викликами – тотальна невизначеність і швидкість змін. Це саме відноситься і до енергоменеджерів. Дійсно, передбачити рівень цін на енергоресурси і об'єм виробництва неможливо не тільки на наступний рік, а навіть на наступний місяць. Теж саме стосується цін на сировину і попиту на товари та послуги. Крім цього шаленими темпами змінюються промислові технології і зразки обладнання.

В цих умовах рішення, що приймаються менеджерами мають бути не тільки технічно реалізуємими і економічно обґрунтованими, а і максимально оперативними. Вже неможливо безмірно витратити час на літературний та патентний аналіз, пошук і вивчення актуалізованої нормативно-правової бази, огляд сучасних енергозаощаджуючих рішень, пошук найбільш ефективних виконавців робіт і таке інше.

Все це виконувати необхідно, але виконання має бути набагато швидшим і ретельнішим, ніж в минулому. Причому для цього ніхто не збирається створювати нові підрозділи і збільшувати чисельність виконавців. В цих умовах для прийняття рішень енергоменеджером потрібні нові інструменти і підходи. До таких сучасних інструментів можна віднести чат-бот із GPT. Якщо проаналізувати публікації на цю тему, то може скластись враження, що цей продукт розглядається авторами, як панацея на всі випадки життя.

В цій доповіді наводяться деякі результати використання чат-боту із GPT в діяльності енергоменеджера, а саме - аналізу наслідків пошкодження трубопроводу стислого повітря і пошуку найбільш придатних рішень ліквідації пошкодження.

Це завдання було одночасно запропоновано двом студентам магістрам – енергоменеджерам. Причому один виконавець мав розв'язати завдання за допомогою теоретичної та практичної бази, отриманої під час навчання з використанням пошукових можливостей мережі Інтернет. Інший студент мав виконати завдання виключно за допомогою чат-боту із GPT.

При виконанні завдання за допомогою чат-боту із GPT, процес був поділений на етапи і відповідно до кожного з етапів на основі відповідей чат-боту із GPT був зроблений висновок, щодо доцільності використання ШІ в діяльності енергоменеджера вже сьогодні.

Результати аналізу наведені нижче (Таблиця 1).

Таблиця 1 – Результати аналізу щодо доцільності використання ІІІ в діяльності енергоменеджера

Етап виконання проекту	Висновок
Етап 1: Ідентифікація об'єкта і ідентифікація видів енергоресурсів, що він споживає. Ідентифікація технологій та обладнання.	Чат-бот із GPT не приміняється.
Етап 2: Наявність неконтрольованих перевитрат енергоресурсів.	Чат-бот із GPT не приміняється.
Етап 3: Пошук місця перевитрат.	Чат-бот із GPT не приміняється.
Етап 4: Пошук причин перевитрат за рахунок порівняння реального споживання ПЕР з паспортними даними, порівняння з даними за попередній звітний період, порівняння з аналогом.	Чат-бот із GPT приміняється.
Етап 5: В разі виявлення перерасходу ми маємо виявити можливі наслідки: - Технічні; - Економічні; - Безпекові; - Екологічні.	Чат-бот із GPT приміняється.
Етап 6: Вибір та аналіз енергозаощаджуючих рішень.	Чат-бот із GPT приміняється.
Етап 7: Створення Бізнес Плану.	Чат-бот із GPT приміняється.
Етап 8: Пошук виконавців робіт.	Чат-бот із GPT приміняється.

Отримані результати підтверджують доцільність використання можливостей ІІІ в роботі енергоменеджера, але, безумовно, потребують додаткових досліджень.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ, ЯК СКЛАДОВА ЧАСТИНА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

Т.К. Бараненко, доц., канд. техн. наук,
А.А. Кожушина, ст. гр. ПТЕ-22-У, ДВНЗ «ПДТУ»

Підвищення енергоефективності є одним із найбільш актуальних завдань для забезпечення сталого розвитку економіки будь-якої країни. Це пов'язане з високим рівнем енергоємності сучасного виробництва у всіх секторах економіки, необхідністю підвищення конкурентоспроможності продукції підприємств на світовому ринку. Зниження енергоємності валового внутрішнього продукту є необхідною умовою для забезпечення сталого економічного зростання країни, збереження невідновлюваних природних викопних ресурсів, покращення екологічної ситуації та підвищення якості життя в цілому.

Однією зі складових частин енергоефективності є забезпечення високої надійності роботи енергетичного обладнання, задіяного у складному процесі виробництва та розподілення електроенергії та теплової енергії. Для реалізації цього процесу створюються великі енергетичні системи, що мають складну структуру та безліч показників різного рівня функціонування. Основне завдання таких енергетичних систем – забезпечення споживачів електроенергією та тепловою енергією у потрібній кількості та належної якості. Ряд причин, зокрема випадкових, може або припинити подачу енергії, або неприпустимо знизити її якість у частини або навіть у всіх споживачів енергетичної системи.

Відомі різноманітні технічні засоби, за допомогою яких підвищується надійність роботи енергетичного обладнання. Також для підвищення надійності застосовують такі коштовні заходи, як резервування джерел енергії та іншого обладнання енергосистем.

При вирішенні проблеми енергоефективності, підвищення надійності енергетичного обладнання – це актуальне завдання, яке має вирішуватись на всіх етапах життєвого циклу енергосистеми.

Таким чином, до методів підвищення надійності роботи енергетичного обладнання також слід віднести:

- конструктивний метод підвищення надійності. Даний метод закладається при проектуванні, конструюванні, виготовленні та збиранні елементів та обладнання енергосистем;

- схемний метод підвищення надійності, що полягає в оптимізації структури, складу та компонування енергосистем.

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ВИРОБНИЦТВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Н.Ю. Єлістратова, ст. викладач, ДВНЗ «ПДТУ»

Методологія що відповідає порядку оцінки екологічних ризиків виробництв, базується на міжнародних стандартах ISO 31000:2009 «Управління ризиками – Принципи та настанови» та ISO 31000:2015 «Управління ризиками – практичний посібник для МСП». Проте, впровадження цих методик у тому числі ENVID (Environmental Impact Identification) перешкоджає відсутність методів переходу від експертних ймовірнісних показників впливу виробництва на довкілля до кількісних показників.

В науковій роботі проведено розробка методології, яка дозволить визначити рівень екологічних ризиків технологій та виробництв, з урахуванням особливості їх функціонування, у тому числі якісних та кількісних показників техногенного впливу на природне навколишнє середовище та здоров'я людей.

Розроблена методика передбачає наступні етапи. Вперше, побудови робочій таблиці екоризиків підприємства за методом ENVID: визначення аспектів ризику, переліку екологічних проблем, реципієнтів впливу, рівнів поточного впливу (середній, високий), побудови Матриці ризиків та розрахунок показника «Ймовірності настання наслідків» (Pi). По-друге, отримані результати використовуються за для визначення рівня значущості екологічного впливу технології: на атмосферу (Z^a), на гідросферу (Z^b), на літосферу (Z^z), з розрахунком вагомості коефіцієнтів впливу, та комплексного критерію (Z) негативного техногенного впливу виробничого процесу на природне навколишнє середовище. По-третє, розробка зведеної таблиці заходів щодо побудови стратегії підвищення екологічної безпеки підприємства.

Показник комплексного критерію екологічного впливу визначаються за наступними етапами:

$$Z = \sum_{i=1}^n (I_i Z_n, \gamma_\mu) \rightarrow \min \quad (1)$$

$$Z^b = \sum_{i=1}^n (Z_j^b, \gamma_\mu), \quad (2)$$

$$Z^z = \sum_{i=1}^n (Z_f^z, \gamma_\mu), \quad (3)$$

$$Z^a = \sum_{i=1}^n (Z_i^a, \gamma_\mu), \quad (4)$$

де Z_j^b – вагомий коефіцієнт впливу на гідросферу j-го випуску стічних вод;

Z_f^z – вагомий коефіцієнт впливу на літосферу f-го виду накопичених відходів;

Z_i^a – вагомий коефіцієнт впливу на атмосферу і-го виробничого процесу;

γ_μ – коефіцієнт, що характеризує частку участі кожного виробничого процесу з споживання електроенергії.

Оцінка значення екологічного впливу технології на гідросферу за випусками стічних вод:

$$Z_j^b = G_j \times K_z P_j^g (1-\eta)_j, \quad (5)$$

де G_j – коефіцієнт, що залежить від розташування випуску стічних вод;

K_z – коефіцієнт завантаження цеху;

P_j^g – комплексний показник забруднення гідросфери, що враховує комбінований вплив різноманітних речовин та клас їх небезпеки.

Оцінка значення впливу на літосферу звалу шламів, визначається як:

$$Z_f^z = K_z K_t P_f^z, \quad (6)$$

де K_t – коефіцієнт, що враховує методи поводження з відходами (шламонакопичувач, укриття на полігоні);

P_f^z – комплексний показник забруднення літосфери, що враховує комбінований вплив різноманітних речовин та їх клас небезпеки.

Оцінка значення екологічного впливу технології на атмосферу:

$$Z_i^a = K_{zi} K_{yi} K_{pi} P_{ai} (1-\eta)_i, \quad (7)$$

де K_{zi} – коефіцієнт завантаження виробництва цеху;

K_{yi} – коефіцієнт укриття джерел виникнення забруднюючих речовин;

K_{pi} – коефіцієнт, що характеризує ступінь ризику і-го виробничого процесу;

$(1-\eta)_i$ – ступінь ефективності очисного обладнання і-го виробничого процесу;

P_{ai} – комплексний показник забруднення атмосфери, який враховує комбінований вплив різноманітних речовин.

За результатами моделі, визначено вагомість екологічного впливу на кожне природне середовище, та прогнозування зміни рівня небезпеки залежно від завантаження виробництва механічного цеху (рис. 1).

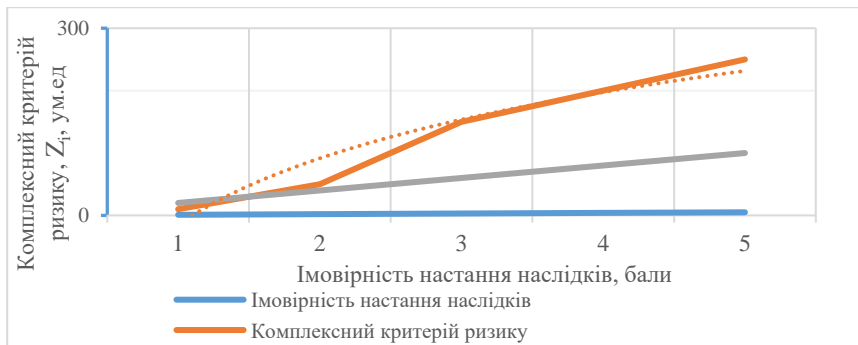


Рис. 1 – Показники екологічного впливу на навколишнє середовище механічного цеху ООО «Азовський судноремонтний завод»

Цех має показник ризику високої значущості за для реципієнту - гідросфера ($I=4$) за методом ENVID, при рівні впливу ризику ($Z^B = 4,78$), та комплексний критерій ризику (180 ум. ед), при фактичному завантаженні (70-80%) потужності виробництва. Розрахунки є надійним підґрунтям для зведеної таблиці заходів щодо побудови стратегії підвищення екологічної безпеки підприємства.

STUDY OF INCREASING THE ENERGY EFFICIENCY OF AIR RECOVERY SYSTEMS WITH SUPPLY AND EXHAUST VENTILATION

Olha Khliestova, Pryazovskyi State Technical University, Ukraine,
 Technical University of Liberec, Czech Republic,
 Katarzyna Ewa Buczkowska, Technical University of Liberec, Czech Republic,
 Lodz University of Technology, Poland,
 Piotr Los, Technical University of Liberec, Czech Republic

Since 2002, European countries have banned the construction of houses with high energy consumption. To increase energy efficiency, a heat exchanger for ventilation is actively used there. And according to the requirements of the Kyoto Protocol and the «Directive on the Energy Consumption of European Houses», recovery systems are used mandatory in the construction of both residential buildings and commercial premises.

Fresh air is not only about respiratory health. It's about a person's well-being in general. The human body is in dire need of a constant supply of fresh clean air for the proper operation of all systems. In some cases, the availability of fresh air is a matter of life for one of the future residents of a house diagnosed with asthma, for example.

From childhood, parents tell their children about the need to ventilate the room. There are different rules for airing rooms in summer and winter. Doctors recommend airing the premises every hour for 15 minutes in the summer and 4 times a day for 10 minutes in the winter. Additionally, regardless of the time of year before going to bed up to 30 minutes. Ordinary people call it «heating the street», which leads to higher heating bills in winter and air conditioning bills in summer. At the same time, clean air and proper air exchange are the key to good health and well-being. This problem is especially relevant in large cities and modern homes.

Modern construction technologies, whether it is a stone house or a frame house, provide for the use of sealed structures for the most efficient use of the generated energy. But such tightness does not allow steam and air to penetrate into the building, which ensures that there is no «leakage» of heat or cold from the house in summer. For example, you may observe moisture in the kitchen or bathroom. Or hear the smell of freshly glued wallpaper and chipboard furniture. Many old houses in the Europa also suffer from high humidity and are equipped with a ventilation system to prevent mold (Fig. 1).



Fig. 1 – Ventilation system of a house

Installing airtight windows and insulating the house makes it economically inexpedient to keep the windows open. Using an air conditioner does not bring fresh air into the house, its job is to cool the indoor air.

One of the modern solutions for energy-efficient fresh air is the use of supply and exhaust ventilation, which is an engineering system designed to remove exhaust air and replace it with fresh air. Supply and exhaust ventilation allows not only to comply with the requirements for explosion and fire safety standards, air quality, ensuring the maximum concentration of harmful substances in the air, meteorological conditions, optimal levels of noise and vibration, but also a certain energy efficiency. Structurally, the supply ventilation system and the exhaust ventilation system in some cases are separate (independent) systems. At the same time, ventilation systems can be serviced by monoblock equipment. They are placed on the wall that communicates with the street (Fig. 2).

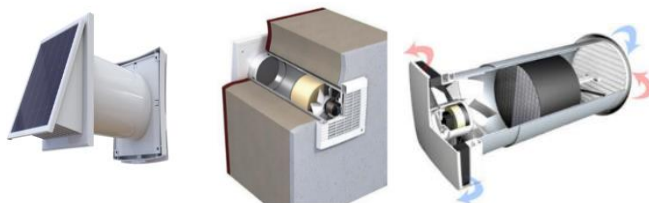


Fig. 2 – Wall ventilator

The advantages of forced supply and exhaust ventilation are the ability to automatically adjust the inflow and outflow of air masses, the ability to optimize heating costs when using a heat exchanger, independence from weather factors both in winter and summer, unlike a natural ventilation system. With a mounting hole diameter of 100 mm, its capacity (recovery) can vary from 8 m³/h to 30 m³/h, with a corresponding noise level of 18-28 dB and a heat exchanger efficiency of 90%. The wall ventilator has a ceramic block inside, which is proposed to be made of a geopolymer material (Fig. 3), which in its properties is close to fireclay, but is natural and environmentally friendly.

The disadvantages and disadvantages include high investment costs for the purchase and installation of equipment.

Supply and exhaust ventilation on average increases the bill for heating a house by 30%. Modern economic and environmental interests require linking together minimal energy losses, savings on heating and fresh air in the house and environmental issues. The solution to this issue is to combine the ventilation system with recuperation (Fig. 4).



Fig. 3 – Sample geopolymer material for exhaust ventilation

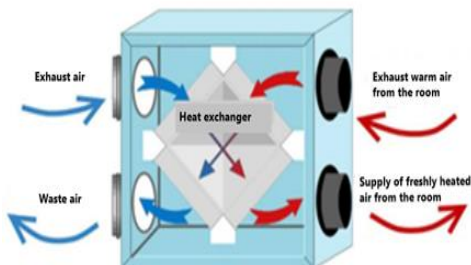


Fig. 4 – The principle of recuperation in the supply and exhaust ventilation system

The recovery system offers to reuse thermal energy. In summer, it reduces the amount of emissions into the atmosphere from the operation of the air conditioner.

Increasing the energy efficiency of air recovery systems with supply and exhaust ventilation through the use of environmentally friendly materials made of geopolymers allows solving the problem of lack of oxygen and disruption of air exchange in rooms, and reducing heat loss.

INCREASING MERCURY-CONTAINING GAS ADSORPTION EFFICIENCY IN THE FILTER CHAMBER

Katarzyna Ewa Buczkowska, Milan Bousa, Baturalp Yalcinkaya,
Technical University of Liberec, Czech Republic,
Olha Khlietsova, Pryazovskyi State Technical University, Ukraine,
Technical University of Liberec, Czech Republic

In 2017, Regulation 2017/852 of the European Parliament and of the Council on Mercury was adopted. This provision specifically addresses the limitation of the use of mercury in certain industrial processes, including combustion processes using fossil fuels. Mercury-containing gases of industrial emissions are formed as a result of the combustion of hard and brown coals containing natural mercury. The combustion of such fuel by stationary sources provides more than 50% of all anthropogenic emissions. An increase in mercury content in the atmospheric air negatively affects human health and the entire environment (Table 1). The method for cleaning combustion products depends on the type of mercury-containing compounds. Mercury air pollution is 90% HgO vapor, while the remaining 10% includes ions (Hg^{2+}) and methylmercury. And if a lot of sufficiently effective devices have been developed to capture mercury vapor, then the removal of mercury ions requires the search for more efficient equipment.

Table 1 - Specific emissions of mercury during stationary fuel combustion, g/t of fuel

Type of fuel	Specific mercury emissions	Units of measurement
Natural gas	0.0014 g/1000 m ³	g/1000 m ³ natural gas
Coal with a degree of purification of 70%	0.02	g/t of coal
Hard coal (without cleaning)	0.02	g/t of coal

The goal of this research is to increase the filtration capacity of the flue gas filtering chamber, which contains an ionization radiation source, an electrode-induced electromagnetic field, and filter material to remove the remaining mercury from the exhaust combustion products. It is proposed that heavy metal ions (mostly Hg) be pre-ionized and electromagnetically separated in a filter containing chitosan fibers or activated carbon (Fig. 1).

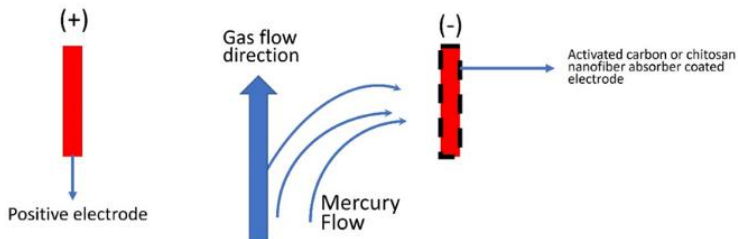


Fig. 1 – Simplified principle of the experiment, here the negative electrode is placed inside a non-conductive cassette with an activated carbon/chitosan absorber

At the same time, the use of chitosan (a natural polymer, biodegradable, biocompatible, with a high sorption capacity for metals, is well studied and used to capture low concentrations of mercury from water) for filtering mercury-containing combustion products has several advantages, such as the possibility of desorption of metals by heating or firing (the stability of chitosan is above 200 °C), the relatively low cost of the material, the well-established production of nanofibers by electrospinning, the presence of easily modified properties for an increase in the adsorption capacity of metals, etc.

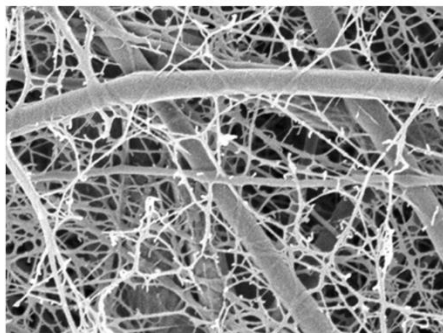


Fig. 2 – SEM photo of chitosan (thin) + polyamide (thick) nanofibers prepared using the NANOSPIDER electrospinning technology (designed by the Technical University of Liberec)

This approach addresses the drawbacks of current heavy metal separation technology while still being financially viable, making it an excellent choice for commercial use and mass manufacturing to fulfill emission limitations at comparatively cheap investment costs. The process almost completely eliminates waste, and by-products can be utilized afterwards (or at least carefully segregated for subsequent fixation).

Acknowledgement:

The results of the project «Development of a filter to capture heavy metals in combustion processes», registration number CZ.01.1.02/0.0/0.0/21_374/0026962, were obtained through the financial support of the Ministry of Industry and Trade in the framework of the targeted support of the «APPLICATION, Call IX», the Operational Programme Enterprise and Innovations for Competitiveness.



EVROPSKÁ UNIE
Evropský fond pro regionální rozvoj
OP Podnikání a inovace
pro konkurenceschopnost



MINISTERSTVO
PRŮMYSLU A OBCHODU

**PROSPECTS FOR THE USING OF PRODUCTS OF ALGAL
METHANOGENESIS**

Olha Khliestova, Pryazovskyi State Technical University, Ukraine,
Alvydas Zagorskis, Vilnius Gediminas technical University, Lithuania

Modern technologies for the production of biofuels by methanogenesis, for example, can use plant or animal residues such as straw, wood waste, livestock manure or even synthetic waste as raw materials for production. This allows the use of more accessible and cheaper sources of raw materials, as well as a reduction in the volume of starting substances and a decrease in the negative impact on the environment.

Algal methanogenesis products contain high amounts of protein, vitamins and minerals, making them valuable sources of nutrients for animal feed. For further development of the use of algal methanogenesis products, it is necessary to solve some technical and economic problems. For example, one of the main problems is the high cost of algal methanogenesis products. It is necessary to reduce production costs and increase its efficiency.

When they talk about energy-saving and efficient biotechnology, about reducing energy losses, they do not mean its quantity (according to the first law of thermodynamics – the law of conservation of energy, any technical device always operates with the conservation of energy: how much it enters, so much inevitably comes out; it is never lost). Energy saving means

saving energy quality. During methanogenesis, a whole chain of energy transformations takes place. First, the physical energy of the installation and the chemical energy of raw materials (algae and organic additives) are converted into the biochemical energy of micro and macroorganisms and then into the internal and chemical energy of methanogenesis products; Subsequently, this energy in the form of the chemical energy of the fuel and oxidizer is converted into the internal energy of hot combustion products and then, according to the technology, is transferred to water and converted into internal steam energy, or the steam energy in the turbine is converted into mechanical and electrical energy.

A qualitative assessment of energy saving in the process of methanogenesis can be obtained by exergy analysis of the process, determining the measure of the maximum possible useful work that a system can perform in accordance with the second law of thermodynamics. It is important to determine the loss of exergy in the process of methanogenesis with non-target products – waste. In recent decades, fundamental research has been carried out abroad on the activities of a number of industries and technologies from the standpoint of exergy methodology, based on the exergy balance. The value that determines the suitability for action (operability) of the resources of matter and energy was called exergy, and the functions that determine its value were called exergy. The exergy balance, on the basis of which the scale of the use of raw materials and energy resources is established, indicates the possibility of increasing the efficiency of the process.

Exergy can be considered as a universal measure of energy resources. From the equation of the first law of thermodynamics for the flow, which can be represented as the life cycle of organic substances in the chain of algae - methanogenesis - fuel-fertilizers, etc., it follows that the exergy of the substance in the flow is equal to

$$e = h - h_0 - (s - s_0), \quad (1)$$

where T_0 is the ambient temperature; h , h_0 , s , s_0 are the enthalpies and entropies of the medium and process, respectively. The exergy of a complex process can be calculated by representing it as a series of heat transfer, compression/expansion and dissipation processes under specific conditions. The exergetic approach makes it possible to reveal the connections between the thermodynamic characteristics of technical objects and technical and economic, and, more recently, with environmental ones. Since exergy is a single measure of efficiency, suitability of energy resources, its introduction allows an objective assessment of energy resources of any kind, as well as secondary ones. Algal methanogenesis products have great potential for use in a variety of applications, including food processing, medicine, energy,

wastewater treatment, and use as animal feed. However, for their mass use, it is necessary to conduct additional research, including with the help of exergy analysis, and develop optimal production technologies to make them more competitive in the market.



Research
Council of
Lithuania



Міністерство
освіти і науки
України



VILNIUS
TECH
Vilnius Gediminas
Technical University



Research is carried out by scientists of Priazov State Technical University (Ukraine), Vilnius Gediminas Technical University (Lithuania) in cooperation with scientists of Vilnius Gediminas Technical University (Lithuania). The research was carried out in the course of an international scientific project „Research of methanogenesis of aquatic plant biomass in order to obtain an alternative source of energy-fuel biogas in a three-stage bioreactor“. The project is financed by the Lithuanian Science Council, project financing agreement no. S-LU-22-2 and Ministry of Education and Science of Ukraine. The project is carried out in accordance with the 2022-2023 program of cooperation between the Ministry of Education and Science of the Republic of Lithuania and the Ministry of Education and Science of Ukraine in the field of science and technology.

ВПЛИВ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БІОТЕХНОЛОГІЙ НА ЗНИЖЕННЯ РІВНЯ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

О.А. Хлестова, доц., канд. техн. наук,

М.Ю. Дубовкіна, доц., канд. техн. наук,

Г.І. Хлестов, магістр гр. ЕМ-22-М, ДВНЗ «ПДТУ»

Рівень кліматичних змін у всьому світі продовжує зростати. Тому зростає і набирає все більше популярності. інтерес до енергоефективних технологій, які можуть допомогти знизити вуглецевий слід виробництва. Завдяки енергоефективному вдосконаленню біотехнологій, знижується рівень споживання традиційних копалин палив, таких як нафта, газ і вугілля, що призводить до зниження викидів парникових газів і, як наслідок, зростання глобального потепління. процесами, наприклад контрольоване вирощування водоростей та їх своєчасний збір та подальша переробка. Біогаз отриманий з водоростей є відновлюваним та альтернативним джерелом енергії, а технологія отримання біогазу з водоростей спроможна забезпечити енергонезалежність підприємствам критичної інфраструктури. Вирощування водоростей, як паливного та сировинного ресурсу є ключом для досягнення органічного балансу Азовського моря, яке має глибину до 12 м, що сприяє розвитку інтегрованої аквамеліорації (Рис. 1).



Рис. 1 - Інтегрована технологія аквамеліорації

Іншим важливим аспектом підвищення енергоефективності біотехнологій є використання технологій, що дозволяють переробляти відходи виробництва на енергію. Наприклад, виробники біопалива можуть використовувати відходи, такі як макуха і солому, гній тваринництва для виробництва біогазу або біопалива. Такі відходи є джерелом додаткової енергії (Табл. 1). Як бачимо з таблиці, експериментальні дослідження спільного метаногенезу водоростей Азовського моря та гною худоби, проведені в межах спільного українсько-литовського проекту ДВНЗ «ПДТУ» дозволило порівняти отримане біопаливо з традиційною сировиною.

Таблиця 1- Порівняльні характеристики традиційних та біопалив

Паливо	Еквівалент біогазу	гній ВРХ+ Cladophora 105 glomerata (Šventoji River), Kr	гній ВРХ+ Phaeophyceae sp), Азовське Море, Kr	гній ВРХ+ Green Zostera marina), Азовське Море, Kr
1 Кг дров	0,29 м ³	2,64	2,64	3,63
1 Кг дерев'яного вугілля	0,50 м ³	4,55	4,55	6,25
1 м ³ природного газу	1,43 м ³	13	13	17,88
1 Кг бензину	2,50 м ³	22,73	22,73	31,25
1 Кг мазуту	1,42 м ³	12,91	12,91	17,75
1 Кг вглецю	2,33 м ³	21,18	21,18	29,13

Також важливо відзначити, що підвищення енергоефективності біотехнологій має відбуватися не лише на рівні виробництва, а й на рівні споживання. А використання біопалива на заміну традиційних палив для транспорту, таких як бензин і дизельне паливо, знижує викиди вуглекислого газу на 50% порівняно з традиційними паливами. Це може значно скоротити викиди парникових газів в атмосферу та допомогти обмежити глобальне потепління.

Таким чином, підвищення енергоефективності біотехнологій є важливим фактором зниження рівня кліматичних змін, але не єдиним. Подальші дослідження та інновації в цій галузі можуть призвести до ще більшого зниження викидів вуглецю та покращення екологічної стійкості виробництва біотехнологій.

На закінчення можна сказати, що підвищення енергоефективності біотехнологій є важливим кроком у боротьбі зі зміною клімату. Використання відновлюваних джерел енергії, переробка відходів виробництва, а також зниження споживання енергії на рівні споживання можуть призвести до суттєвого зниження викидів вуглецю в біотехнологіях.

BIOINDICATION AS A WAY TO REDUCE ENVIRONMENTAL RISKS

Olha Khliestova, Pryazovskyi State Technical University, Ukraine,
Technical University of Liberec, Czech Republic,
Bhanu Singh Panwar, CCS Haryana Agricultural University, Hisar,
Katarzyna Ewa Buczkowska, Technical University of Liberec, Czech
Republic

Environmental risk assessment can be carried out on the basis of available scientific and statistical data on environmentally significant events, long-term studies of pollution dynamics, on the impact of environmental pollution on the state of biocenoses, etc. diversity and varying degrees of negative impact. Thus, when assessing the impact of irrigation wastewater on the elements of the agrocenosis ecosystem, Indian scientists (B. S. Panwar, District Hisar 2012-13 and 2013-14) revealed, that the mean value of heavy metal (Cd, Ni, Pb, Hg) of soils irrigated with sewage water was more as compared to soils irrigated with non-sewage water during both the years. Similar studies on the content of Cd, Ni, Pb, Hg (mg kg⁻¹) in the grain of agricultural crops (millet and wheat) showed that their average content in grain grown on soils irrigated with sewage water was higher compared to grown on soils irrigated with drainless waters in both years. Thus, we can talk about the need to determine the direction of the impact of pollutants on the

basis of bioindication, i.e. assessment of the quality of the natural environment according to the state of its biota. The choice of priority areas for impact assessment is possible using mathematical models on a multi-criteria basis. When assessing the pollution of an element of an ecosystem by emissions of heavy metals from different sources on a multi-criteria basis, it is necessary to analyze the level of exposure according to various criteria (possible routes of release into the environment) with the involvement of a specialist (decision maker) to determine one or more dominant pathways of $X_{ij} = f(T, v, \varphi)$ impact, taking into account the influence of environmental factors such as temperature T , speed of movement of air masses v , humidity φ and others. According to existing methods for the dominant route of distribution of emissions X_j (which is described by standard methods such as, for example, "calculation of dispersion of pollutants"), the level of pollution from the source of P_i is calculated and then the total level of pollution Z of the ecosystem from various sources. This approach, when using bioindication, makes it possible to assess and predict the level of environmental risks as much as possible.

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ ТЕПЛООБМІНУ В ТОПКАХ КОТЛІВ ПРИ СПАЛЕННІ ВОДНЕВОГО ПАЛИВА

В.М. Житаренко, ст. викладач, М.В. Медведєва, ст. викладач,
ДВНЗ «ПДТУ»

Водень наразі вважають паливом майбутнього. Та незважаючи на те що отримання його є ще нерентабельним, воно знаходить застосування не тільки в космічних технологіях, а й в звичайній енергетиці та на транспорті.

Водень як паливо має ряд важливих переваг, таких як досить високу калорійність на одиницю маси, екологічність застосування, тощо.

Спалення водню може здійснюватися тільки у газоподібному стані. Та продуктом його горіння є звичайна вода у вигляді пари.

Безумовно, при розширенні застосування водневого палива будуть змінюватися конструкції топкових пристроїв та пальників до них. Але існуючі топкові пристрої, котельні установки, камери згоряння можуть бути налаштовані для спалення водню.

У порівнянні з вуглеводневими паливами (метаном) водень має такі відмінності:

- більша температура згоряння;
- об'єм продуктів згоряння менший;

-при умові, що водяну пару можна охолодити і більшу частину сконденсувати, покращується аеродинаміка паливного тракту.

У порівнянні з вуглеводним паливом частка баласту у продуктах згоряння, яка не приймає участь у теплообміні буде значно менша (70-80% при спаленні метану та 30-40% при спаленні водню з звичайним повітрям). Отже інтенсивність теплообміну у топкових камерах вища за рахунок більшої випромінюваної здатності факелу.

Оскільки об'ємна теплота згоряння нижча, то на одиницю потужності топкової камери потрібен більший об'єм водню, швидкість газів та теплообмін конвекцією будуть більші. Ці два фактори приведуть у кінцевому рахунку до нової покращеної конструкції топкових камер: їх розміри зменшуватимуться, щільність теплового потоку зростатиме, а у топках перерозподіляться радіаційно-конвективні та конвективні поверхні нагріву.

При розрахунках топкових камер, де спалюється водень потрібно буде внести поправки, такі як:

-відсутність сажистих часток та їх випромінювання;

-випромінювання вуглекислого газу та його взаємодія з водяною парою.

Умови теплообміну у середовищі чистої водяної пари (при умові спалення водню з киснем) потребують додаткових досліджень та корегування методики розрахунку теплообміну при умові часткової конденсації водяної пари.

ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ВОДНЕВОГО ПАЛИВА З ПРОМИСЛОВИХ ГАЗІВ

В.М. Житаренко, ст. викладач, ДВНЗ «ПДТУ»

На сьогодні відомі декілька десятків технологій отримання водню, які відрізняються своєю ефективністю та початковою сировиною. Серед них найбільш дешеві технології конверсії, електролізу. Але водень міститься у багатьох промислових газах у достатньо великій кількості. Особливо це стосується нафтопереробної та металургійної галузей. Так вміст водню у доменному газі становить 5-7%, у коксовому-10-12%. Водночас ці гази характеризуються низькою калорійністю з-за великого вмісту баластних складових.

У залежності від цілей подальшого використання доменний газ можна збагачувати горючими складовими або зовсім виділяти з нього водень. Для цього можна запропонувати напівпроникні мембрани. Такі мембрани на основі полімерних матеріалів пропускають молекули

водню з-за їх малого розміру, та затримують інші (азот, вуглекислий газ, окис вуглецю тощо).

Отриманий чистий водень або водневу суміш можна використовувати як паливо або як відновлювальну атмосферу.

Так при загальному виході доменного газу у 30-40 м³ на тону чавуну на таких металургійних підприємствах, як МК ім. Ілліча можна отримувати 4 млн. м³ водню на рік, що еквівалентно 1200 МВт·год.

Технології застосування напівпроникних мембран у даному випадку найбільш перспективні з-за їх простоти, а великі об'єми дешевого газу роблять їх рентабельними. Основна проблема- великий вміст пилу у доменному газі, не є важливою за те, що розміри атомів водню вкрай малі, та пил, який накопичується тільки підвищує гідравлічний опір мембран.

Більш складнішим є виділення водню з коксового газу. Великий вміст органічних агресивних речовин, таких як бензапірени, феноли та інші сполуки, що призводять до швидкого руйнування полімерної основи мембрани. Втім розробка нових стійких полімерів дозволить вирішити цю проблему.

Взагалі вважаємо, що за технологіями мембранного розділення газів майбутнє. За допомогою мембранних технологій можливо виділити не тільки легкі горючі компоненти Н₂, СО, СН₄, але і сконцентрувати шкідливі такі, як СО₂ та важкі вуглеводневі сполуки.

ПЕРСПЕКТИВНІ ПАЛИВА БЕЗ ВУГЛЕЦЕВОГО СЛІДУ

М.В. Медведєва, ст. викладач, ДВНЗ «ПДТУ»

Майже всі сучасні технології використовують органічні палива: це викопне вугілля, природний газ або продукт переробки нафти-мазут.

Здебільшого це палива, які містять в собі вуглець. При спаленні цього палива утворюється велика кількість окису та двоокису вуглецю у газоподібному стані. Ці окиси вуглецю потрапляють у атмосферу та забруднюють її, призводячи до глобального потепління. Вуглець сотнями мільйонів років накопичувався рослинністю планети у вигляді вугілля, природного газу або нафти. Людство одночасно, протягом сотень років окислює цей накопичений вуглець киснем повітря та викидає у атмосферу. Результат цієї діяльності є глобальне потепління.

Існує декілька шляхів зниження викидів двоокису вуглецю: це використання біомаси, яка має найменший вуглецевий слід. При використанні біомаси вуглець, який викидаються в атмосферу, потім за допомогою рослин знову перетворюється в палива і може бути використаний знову.

Іншим шляхом зниження викидів двоокису вуглецю є використання поновлювальних джерел енергії: сонячної, вітрової, геотермальної, хвилевої та інших. Усі джерела поновлювальної енергії мають особливості. Це, перш за все, низька щільність потоку енергії, нерівномірність розподілу на території Землі, залежність кількості енергії від пори року або доби нерівномірність. Усі ці фактори ускладнюють використання поновлюваних джерел енергії, до того ж додається висока вартість генеруючого обладнання.

Ще одним шляхом зниження викидів двоокису вуглецю є використання безвуглецевих палив: водню, амонію, водневих з'єднань кремнію, тощо. При спаленні водню утворюється лише водяна пара, яку більшість екологів вважають екологічною. Але є і протилежні думки. Водяна пара сильно поглинає електромагнітні хвилі в діапазоні від радіохвиль до ультрафіолету. Це робить його основним парниковим газом атмосфери, тобто чинником, що значно впливає на клімат Землі. Незважаючи на велике число публікацій у нас і за кордоном, ні в одному офіційному документі водяна пара не відноситься до парникового газу. На думку деяких авторів, при розробці нових енергетичних установок і котельних агрегатів і модернізації існуючих електростанцій необхідно використати конденсацію водяної пари з димових газів, що дозволить як збільшити коефіцієнт використання теплоти палива, так і понизити викиди парникових газів в атмосферу.

Використання амонію у якості палива призводить до викиду азоту та водяної пари. Тут дві проблеми –шкідливість амонію та складності його отримання. Ще більш складне та перспективне у майбутньому використання з'єднань кремнію, які при окислення дають тверді відходи у вигляді піску. Дані технології ще знаходяться на стадії обміркування.

КОНЦЕПЦІЯ МІНІ-ТЕЦ НА АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПАЛИВАХ

М.В. Медведєва, ст. викладач, Д.М. Бочаров, ст. гр. ПТЕ-19,
ДВНЗ «ПДТУ»

Міні-теплоелектроцентрально – це вид електростанції відносно невеликої потужності, призначений для постачання промислових підприємств і міст електроенергією і теплом. При комбінованому виробленні електроенергії і тепла досягається значна економія палива в порівнянні з роздільним енергопостачанням. ТЕЦ отримали широке поширення в районах (містах) з великим споживанням тепла і електроенергії. В цілому на ТЕЦ робиться близько 25% усієї електроенергії. Розрізняють ТЕЦ промислового типу - для постачання

теплотою підприємств, і опалювального типу – для обігріву і постачання гарячою водою житлових і громадських будівель.

Опалювання від теплоелектроцентралі економніше, ніж від індивідуальних, і навіть централізованих котельних, оскільки на ТЕЦ мережева вода підігрівається паром, що відпрацювала, температура якої незначно вища за температуру мережевої води.

Майже всі сучасні ТЕЦ використовують органічні палива. Використання поновлювальних джерел енергії дозволить значно зменшити використання викопних палив та знизити викиди вуглецю. Використання таких джерел, як сонячна, вітрова, геотермальна енергії мають низку недоліків, які унеможливають їх широке використання.

Відособлено можна виділити використання біомаси або її похідних, які мають найменший вуглецевий слід. Біомаса на сьогодні має нульовий парниковий потенціал, бо базується на кругообертті вуглецю у довкіллі. З альтернативних палив для міні-ТЕЦ слід виділити біогаз. Це паливо, яке можливо отримувати стабільно протягом усього року у достатній кількості. Виробництво біогазу мало залежить від кліматичних умов та може ефективно регулюватися. Біогаз можна використовувати як паливо для теплових двигунів. Таким чином, концепція міні-ТЕЦ полягає у використанні двох моделей:

- 1 - двигуни внутрішнього згоряння або газова турбіна на біогазі та контур утилізації тепла газів, що йдуть;
- 2 - класична схема парового котла на біогазі з паровою турбіною.

Вибір моделі залежить від конкретних умов та співвідношення електричного та теплового споживання енергії.

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНІ ЗАХОДИ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ БУДІВЕЛЬ З ІНДИВІДУАЛЬНИМИ ТЕПЛОВИМИ ПУНКТАМИ «РОЗУМНА РАМКА»

В.М. Житаренко, ст. викладач, К.В. Шмат, магістрант,
ДВНЗ «ПДТУ»

Останнім часом багато уваги концентрується проблемам енергозбереження у комунальній сфері, де їй приділялося значно менше уваги в порівнянні зі сферою виробництва. Саме у сфері житлово-комунальних господарств грошові витрати стали особливо обтяжливими для бюджету. Основною проблемою в комунальній сфері будинку є опалювання. Можна виділити основний напрям енергозбереження в опалюванні: перехід на ІТП і поступову відмову від ЦТП, автоматизація теплових пунктів - регулювання витрати теплової

енергії на індивідуальних теплових пунктах в автоматичному режимі, так звані «розумні рамки» або АУР. Проте найкращим варіантом роботи ІТП або АУРа буде застосування акумулюючої здатності будівлі.

Застосування акумуляції будівлі краще всього підходить під старий метод регулювання. Внесення коефіцієнта акумуляції будівлі дасть можливість контролеру встановити споживачеві температуру вище, що б її вистачило, з урахуванням акумуляції, на довгострокове забезпечення теплом споживачів, не задіявши центральне теплопостачання, що приведе до економії теплової енергії.

Індивідуальне поквартирне регулювання теплового навантаження – ще один крок до скорочення енергоспоживання. Доцільно розглянути та скомпонувати систему опалення таким чином, щоб вона дозволяла поквартирне врахування витрат тепла. Тенденція у здешевленні приладів урахування витрат тепла кожним опалювальним приладом окремо. Подібна практика існує у деяких європейських країнах. У цьому випадку споживач буде сам визначати свої потреби у теплоті та ефективно їх регулювати. Безумовно, що найбільш ефективні заходи по енергозбереженню при використанні системи «розумна рамка» будуть при проведенні термореновації будівель.

РОЗРОБКА МЕТОДІВ СБОРУ, ХРАНІННЯ ТА ОТРИМАННЯ БІОГАЗУ МЕТАНУ З ШТОРМОВИХ ВИКИДІВ БІЛОСАРАЙСЬКОЇ ЗАТОКИ АЗОВСЬКОГО МОРЯ

В.Л. Монін, доц., канд. биол. наук, Н.Ю. Єлістратова, ст. викладач,
ДВНЗ «ПДТУ»

Водорості і вища водна рослинність, є важливим фактором очищення вод Азовського моря від антропогенного забруднення. За рахунок них формуються штормові викиди. Необхідно навчитися витягувати цю органіку та використовувати її як сировину для метаногенезу та отримання біогазу (метану).

При збиранні викидів та передвикидних скупчень з води буде вилучено велику кількість органічних та мінеральних речовин. У разі попадання викидів знову у воду відбудеться вторинне забруднення води як за рахунок розкладання безпосередньо біомаси, так і внаслідок розвитку на них мікроорганізмів. Водорості з викидів є цінною сировиною, насамперед добривом та біопаливом.

Середні складові показники рослинної біомаси штормових викидів представлені у таблиці 1.

Дослідженнями встановлено, що кількість викинутої на берег рослинної біомаси залежить від сезону року, напряму та сили

прибережних вітрових течій, а також прямих штормових впливів, здатних змити назад у море берегові викиди. Тому для забезпечення стабільного метаногенезу протягом року необхідно мати достатній запас органічної сировини тривалого терміну зберігання.

Були досліджені можливі, в берегових умовах, способи консервації рослинної біомаси: 1) створення компостних куп і ям; 2) збирання та складування поза зоною штормових впливів; 3) висушування та складування в сухих місцях.

При першому способі сира органічна речовина викидів починала (залежно від температури середовища) бродити із втратою метану та виділення H_2S .

При другому способі органічна речовина викидів задувалась піском вітрами східних румбів і проростала прибережною рослинністю, внаслідок чого ділянка берега височіла, збільшуючи зону пляжу.

Третій спосіб був найбільш прийнятним, але вимагав додаткових споруд (стелажів, навісів, складських приміщень тощо) для захисту від атмосферних опадів. В результаті сушіння біомаса викидів зменшувалась майже в 5 разів і могла бути спресована та відправлена на тривале зберігання.

З'ясовано, що виділення біогазу безпосередньо залежало від вихідної сировини - субстрату для бродіння. Інтенсивніше бродіння відбувалося на зелених макрофітах проби №4 (суха органічна речовина 55,70%) (табл. 1).

Незважаючи на те, що морська трава *Zostera sp.* (проба №5) мала більше сухої органічної речовини (79,59 %), метаногенез проходив зі значно меншим виходом метану. Відомо, що морські трави, як вища водна рослинність, мають великий відсоток целюлози і важче схильні до метаногенезу.

Паралельно подальшому збору й консервації штормових сумішей проводилась експериментальна робота, щодо їх використання в процесах метаногенезу за допомогою морського мулу.

Таблиця 1 - Кількісний облік видового складу та вагова характеристика рослинної біомаси штормових викидів

№	Водорослі та термін збору	Сухе навішування, вод, г	Мінеральний залишок, г	Органіка,	
				г*	%
1	Бури: 96% - <i>Striaria sp.</i> Зелені: 4% - <i>Enteromorpha intestinalis</i> , <i>Enteromorpha clathrata</i> 01.05.21г	5,29	2,12	3,17	59,92

2	Бури: 50% - <i>Striaria</i> sp. Червоні: 50% <i>Ceramium diaphanum</i> , <i>Ceramium rubrum</i> 07.05.21г	5,69	2,16	3,53	62,04
3	Зелені: 75% - <i>Enteromorpha intestinalis</i> , <i>Enteromorpha clathrata</i> Червоні: 25% - <i>Ceramium diaphanum</i> , <i>Ceramium rubrum</i> 15.05.21г	4,16	1,33	2,83	68,03
4	Зелені: 80% <i>Enteromorpha intestinalis</i> , <i>Enteromorpha clathrata</i> Зелені: 5% (нитчасті) - <i>Cladophora albida</i> Червоні: 15% <i>Ceramium diaphanum</i> , <i>Ceramium rubrum</i> 21.05.21г	5,08	2,25	2,83	55,70
5	Морські трави: 100% - <i>Zostera marina</i> , <i>Zostera noltii</i> 20.06.21г	4,41	0,90	3,51	79,59

*Сушіння та прожарювання водоростей проводили за ДСТУ 7670:2014 «Сировина та продукти харчові (готування проб)». Сушіння - 85°C; прожарювання - 450°C.

Проведені дослідження з використанням обладнання литовських партнерів визначили, що біогаз, отриманий шляхом змішування макроводорості *Cladophora* sp. і морської трави *Zostera marina* з гноем великої рогатої худоби (5:1), є придатним для виробництва енергії та має енергетичну цінність. Так із суміші 1 кг можна отримати від 1,82 МДж до 2,41 МДж енергії. Використання штормових викидів для виробництва біогазу є перспективним і може значно сприяти виробництву енергії зі стійких відновлюваних джерел енергії.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА ТРУДОВИЙ ПОТЕНЦІАЛ НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ ДЛЯ ОЦІНКИ ПОТРЕБ В ФАХІВЦЯХ ДЛЯ ПІСЛЯВОЄННОЇ ВІДБУДОВИ

В.А. Бурко, доц., канд. техн. наук, Р.О. Сиротюк, ст. гр. ЕПП-22-М, ДВНЗ «ПДТУ»

Станом на кінець 2021 початок 2022 року чисельність населення України оцінювалася у 41,2 мільйони осіб, з них майже 11,0 мільйонів це пенсіонери. Після початку повномасштабного вторгнення в ООН заявляли, що темп скорочення населення України – один із найшвидших у світі. Починаючи з 2023 і до 2030 року кількість українців скоротиться

до 35 (а у гіршому випадку – до 30) мільйонів людей, кількість працездатного населення може складати біля 15-20,0 мільйонів. Через війну населення зменшується, і виною тому – не лише рівень смертності. На кількість безпосередньо впливає: зниження народжуваності, погіршення здоров'я, несвоєчасно отримане лікування, треси.

Одною з головних причин є велика кількість біженців. На сьогоднішній день оцінити реальну кількість українських біженців – неможливо. Дані від статистичних центрів різняться, за узагальненими оцінками це – близько семи мільйонів.

Станом на 13 грудня 2022 року, найбільше мігрантів з України осіло в таких країнах : Польща – більше 1,5 млн, Німеччина – 1,02 млн, Чехія – 467 тис., Італія – 173 тис., Іспанія – 156 тис., Великобританія – 147 тис.

За результатами опитувань та соціологічних досліджень можна описати, як виглядає середньостатистичний біженець із України: це – жінка від 30 до 39 років, має вищу або незакінчену вищу освіту, ця людина – кваліфікований фахівець, керівник, підприємець, або домогосподарка.

Якщо біженці в переважній більшості це жінки та діти і їх кількість можна хоть якось оцінити, то ситуація з працездатними чоловіками є дуже не визначеною. Рік мобілізації, окуповані території, та велика кількість загиблих не дає повної картини втрат працездатного чоловічого населення країни. Але навіть по тій не великій інформації, кількість загиблих чоловіків складає близько 100-150 тис., вважається, що на одно загиблого припадає 2 поранених, тобто на даний час з економіки країни вже виведено близько 200-300 тис. працездатних чоловіків, а війна ще не закінчилась. Перекоси в мобілізаційних заходах вже зараз залишають цілі підприємства на грані зупинки.

Наслідки війни для населення України будуть вкрай важкими. Велика кількість загиблих, тих, хто виїхав за кордон, та інші пов'язані з війною фактори негативно або навіть катастрофічно вплинуть на якісний та кількісний стан працездатного населення та його зменшення. Розбита економіка буде потребувати відбудови, для цього буде потрібні фахівці, інженери, енергетики, то що, для цього треба адекватно оцінити втрати ринку праці, визначити основні потреби в фахівцях для післявоєнної відбудови, перекваліфікації деяких фахівців, тощо.

СЕКЦІЯ: ПІДЙОМНО-ТРАНСПОРТНІ МАШИНИ І ДЕТАЛІ МАШИН

ВИЗНАЧЕННЯ ВЛАСНИХ ЧАСТОТ САМОНАТЯЖНОЇ РЕМІННОЇ ПЕРЕДАЧІ

Т.М. Карпенко, доц., канд. фіз.-мат. наук,
В.В. Шишкін, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

У сучасному машинобудуванні використовуються самонатяжні ремінні передачі, в яких натяг гілок залежить від зовнішнього моменту на веденому шківі. У цій передачі момент електродвигуна передається через малі шестерні, які пов'язані з водилом. При збільшенні зовнішнього моменту збільшується сила зчеплення P , яка натягує ремінь, відхиляючи водило, тобто система має здібність до саморегулюванню натягу ременю.

Щоб уникнути явища резонансу у випадку, коли зовнішній момент є періодичною функцією часу, потрібно знати власні частоти цієї передачі.

Мета роботи. Визначити власні частоти передачі, нехтуючи масами водила та ременя.

Диференціальні рівняння руху складемо, вибравши за узагальнені координати кути φ_1 і φ_2 за допомогою рівняння Лагранжа II роду.

Якщо m – маса ведучого шківу з меншою шестернею, I_1 та I_2 – осьові моменти інерції шківів, маємо кінетичну енергію механізму

$$T = \frac{1}{2} (I_1 \dot{\varphi}_1^2 + I_2 \dot{\varphi}_2^2 + m r_1^2 \dot{\varphi}_1^2).$$

Потенційна енергія об'єкта дорівнює

$$П = \frac{1}{2} c (\Delta l_1^2 + \Delta l_2^2) + mg(r_1 + r_2) \left(1 - \cos \frac{r_1 \varphi_1}{r_1 + r_2}\right),$$

де жорсткість ременя

$$c = \frac{ES}{l},$$

а деформації верхньої та нижньої гілок ременя є

$$\Delta l_1 = R_1 \varphi_1 - R_2 \varphi_2 - x \cos \varphi_{10}, \quad \Delta l_2 = -R_1 \varphi_1 + R_2 \varphi_2 - x \cos \varphi_{10}.$$

Підставляючи кінетичну і потенціальну енергії в рівняння Лагранжа II роду, отримаємо диференціальне рівняння руху. Розв'язок цих рівнянь шукаємо в вигляді $\varphi_i = A_i \sin(kt + \alpha)$, $i = 1, 2$. Прирівнюємо нулю головний визначник системи рівнянь по визначенню

A_i та отримаємо частотне рівняння:
 $a_{11}a_{22}k^4 - (c_{11}a_{22} + c_{22}a_{11})k^2 + c_{11}c_{22} - c_{12}^2 = 0$, де $a_{11} = I_1 + mr_1^2$,
 $a_{22} = I_2$, $c_{11} = 2c(R_1^2 + r_1^2 \cos^2 \varphi_{10}) + mgr_1$, $c_{12} = 2cR_1R_2$, $c_{22} = 2cR_2^2$.

Висновок: Щоб вибрати комбінацію конструктивних та пружних параметрів, при яких рівняння частот має рішення, необхідно вимагати, щоб дискримінант рівняння частот був більшим за нуль або дорівнював нулю. Цим потрібно керуватися при проектуванні передачі.

ДО ПИТАННЯ ПРО НАПРУЖЕННЯ В РЕМЕНЯХ РЕМІННОЇ ПЕРЕДАЧІ ПРИ ВИМУШЕНИХ КОЛИВАННЯХ

Т.М. Карпенко, доц., канд. фіз.-мат. наук,
 В.В. Шишкін, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

Виконуючі динамічний розрахунок приводу металорізного верстату, в якому є ремінна передача, двомасова модель двох шківів, з'єднаних ремнем, є компонентом динамічної моделі цього приводу. У цьому випадку актуальним є питання про міцність ременів при вимушених коливаннях, джерелом яких може бути: переривання процесу різання (фрезерування, обробка багатогранної деталі), перехідні процеси в двигуні та ін.

Мета роботи. Визначити напруження, яке виникає в гілках ременя, якщо до веденого шківу прикладений періодичний момент $M = M_0 \sin \omega t$.

Згідно закону Гука, додаткові напруження в гілках ремінної передачі визначаються формулами $\Delta\sigma_1 = b_1(R_1\varphi_1 - R_2\varphi_2)$; $\Delta\sigma_2 = b_2(R_2\varphi_2 - R_1\varphi_1)$, де коефіцієнти b_1 і b_2 з врахуванням закону Ейлера про залежність між силами натягу гілок ременя дорівнюють

$$b_1 = \frac{E}{l + \frac{R_2}{f}(1 - e^{-f\alpha})}, \quad b_2 = \frac{E}{l + \frac{R_1}{f}(e^{-f\alpha} - 1)}.$$

Тут E – модуль

пружності гуми, f – коефіцієнт тертя гуми об шків, α – кут обхвату ведучого шківа радіусом R_1 , $2l$ – довжина ременя, який не контактує зі шківами. Кути закручування φ_1 та φ_2 , які виникають при вимушених коливаннях ремінної передачі, визначаються з диференціальних рівнянь руху та мають вигляд:

$$\begin{cases} I_1 \ddot{\varphi}_1 + R_1^2 \lambda \varphi_1 - R_1 R_2 \lambda \varphi_2 = 0; \\ I_2 \ddot{\varphi}_2 - R_1 R_2 \lambda \varphi_1 + R_2^2 \lambda \varphi_2 = M_0 \sin \omega t, \end{cases} \quad (1)$$

де I_1, I_2 – зведені до осей обертання шківів моменти інерції;

$\lambda = S(b_1 + b_2)$, S – площа поперечного перерізу ремня.

Частинне рішення, яке є рівнянням вимушених коливань, шукаємо в вигляді $\varphi_i = A_i \sin \omega t$, $i = 1, 2$. Якщо підставити це рішення

в систему (1), визначим $A_1 = \frac{\lambda R_1 R_2 M_0}{\Delta_{21}}$, $A_2 = \frac{(R_1^2 \lambda - I_1 \omega^2) M_0}{\Delta_{21}}$, де

$$\Delta_{21} = I_1 I_2 \omega^2 - (I_1 R_2^2 + I_2 R_1^2) \lambda \omega^2.$$

Якщо σ_{10}, σ_{20} – попередні напруження в гілках ремня, маємо напруження, які виникають в ремнях при вимушених коливаннях с частотою ω :

$$\sigma_1 = \sigma_{10} + b_1 (R_1 A_1 - R_2 A_2) \sin \omega t;$$

$$\sigma_2 = \sigma_{20} + b_2 (R_2 A_2 - R_1 A_1) \sin \omega t.$$

Задача розв'язана в випадку відсутності резонансу, якщо $\omega \neq k$,

де власна частота обчислюється за формулою $k = \sqrt{\frac{\lambda(I_1 R_2^2 - I_2 R_1^2)}{I_1 I_2}}$.

Поряд з цим, повинна виконуватися умова $I_1 I_2 \omega^2 - (I_1 R_2^2 + I_2 R_1^2) \lambda \omega^2 \neq 0$.

Висновок: Отримані формули для напружень дозволяють, з умови міцності гілок ремня, вибрати оптимальну комбінацію параметрів передачі, а також амплітуди і частоти зовнішнього крутного моменту, який забезпечує умову міцності.

ДО ПИТАННЯ ЩОДО ВЛАСНИХ ЧАСТОТ ТА КОЕФІЦІЄНТІВ ДИНАМІЧНОСТІ ДИНАМІЧНИХ МОДЕЛЕЙ З ОДНИМ СТУПЕНЕМ ВІЛЬНОСТІ

Т.М. Карпенко, доц., канд. фіз.-мат. наук, І.О. Метляєв, ст. гр. МБ-19, ДВНЗ «ПДТУ»

При виконанні розрахунків на міцність машин основною є величина коефіцієнту динамічності, яка залежить від власної частоти, а при ударних явищах – від кінетичної енергії тіл та потенціальної енергії їх деформацій. Оскільки закон збереження механічної енергії, який

застосовується при цих розрахунках, не враховує обмін енергіями тіл з розподіленими масами, об'єкти вивчення необхідно замінити динамічними моделями (ДМ) з одним ступенем вільності. При цьому за узагальнену координату вибирають переміщення того перерізу тіла, до якого приводять ДМ, а при ударі – координату перерізу, по якому відбувся удар.

Заміна об'єкту вивчення динамічною моделлю спирається на дві тези.

Теза 1. Кінетична енергія об'єкту T еквівалентна кінетичній енергії ДМ, яка має зведену масу. Щоб отримати поправочний коефіцієнт маси β виділяють елемент маси тіла, визначають його енергію dT , інтегрують по об'єму і отримують формулу $T = \frac{1}{2} a \dot{q}^2$ (1),

де a - коефіцієнт інерції, $кг$ або $кг \cdot м^2$.

Теза 2. Потенціальна енергія деформацій об'єкту еквівалентна потенціальній енергії деформацій ДМ. Застосувавши закони Гука для відповідного виду деформацій, отримують формулу $\Pi = \frac{1}{2} c q^2$ (2), де

c – коефіцієнт жорсткості, $\frac{н}{м}$, $\frac{н \cdot м}{рад}$.

Значення цих коефіцієнтів для стержня та валу постійного перерізу: при розтягу $c_n = \frac{E \cdot S}{l}$, при крученні $c_k = \frac{G \cdot I_p}{l}$. Величина коефіцієнту жорсткості при згині залежить від навантаження та способу кріплення балки.

При відомих значеннях коефіцієнтів β , a та c для об'єкту, міцність якого вивчаємо, маємо формули для визначення частоти власних коливань $k = \sqrt{\frac{c}{a}}$ (3) та коефіцієнтів динамічності.

При коливаннях $k_o = 1 + \frac{1}{\delta_{cm}} \sqrt{q_0^2 + \frac{\dot{q}_0^2 \cdot a}{c}}$ (4), де δ_{cm} - статична

деформація перерізу, до якого зведена ДМ; q_0 , \dot{q}_0 - початкові значення узагальненої координати та узагальненої швидкості.

При ударі $k_o = 1 + \sqrt{1 + \frac{T_0}{\Pi}}$ (5), де T_0 – початкова кінетична

енергія ДМ тіла, яке ударяє; $П$ - потенціальна енергія деформацій ДМ тіла, по якому ударяють.

Розглянемо приклад.

При падінні металевого злитка, вагою P з висоти h на циліндричний ролик (рольгангу прокатного стану), вагою Q коефіцієнт

динамічності дорівнює $k_0 = 1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot h \cdot (1 + \beta \cdot \frac{Q}{P})}{\delta_{cm} \cdot (1 + \alpha \cdot \frac{Q}{P})}}$ (6), де коефіцієнти β

і α є функціями координати точки удару. β - отриманий згідно тези 1, α - отриманий згідно закону збереження кількості руху при ударі.

ПРО ВИКОРИСТАННЯ «ЗОЛОТОГО» ПРАВИЛА МЕХАНІКИ ДЛЯ СИЛОВИХ РОЗРАХУНКІВ ЗАХОПЛЮЮЧИХ МЕХАНІЗМІВ І ЗАТИСКАЧІВ

Т.М. Карпенко, доц., канд. фіз.-мат. наук, І.М. Музика, ст. викладач,
В.В. Шишкін, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

При проектуванні та реконструкції захоплюючих пристроїв і затискачів виникає потреба у визначенні зусиль затискання або коефіцієнту силової передачі, або у дослідженні впливу геометричних параметрів пристрою на силу затискання чи коефіцієнт силової передачі. Для відповіді на будь-яке з цих питань необхідно виконати силовий аналіз пристрою.

Теоретична механіка пропонує декілька методів для силових розрахунків об'єктів дослідження.

Більшість з методів базуються на засадах статички. Ці методи зазвичай і частіше використовуються в практиці конструкторської роботи. В них розглядається рівновага частин об'єкту: вузлів, ланок, структурних груп. Для багатоланкових механізмів це призводить до розв'язання великої кількості алгебраїчних рівнянь і систем рівнянь, що є не зручним, довгим і трудомістким процесом.

Силові розрахунки для механічних систем будь-якої складності можна значно спростити, якщо застосувати методи аналітичної механіки. Так, невідомі активні сили можна отримати за допомогою одного рівняння принципу можливих переміщень, так званого «золотого» правила механіки: «для рівноваги механічної системи необхідно і достатньо щоб сума можливих потужностей активних сил дорівнювала нулеві»

$$\sum_{k=1}^n \bar{F}_k^{(a)} \cdot \bar{V}_k = 0, \quad (1)$$

де \bar{V}_k – можлива швидкість точки прикладення сили $\bar{F}_k^{(a)}$,
n – кількість активних сил.

Якщо позначити точкою А точку прикладення тягової сили \bar{P} , а точкою D - точку прикладення сили затиску, чи захвату \bar{F} , нехтуючи силами тяжіння ланок, отримаємо рівняння, що відображає «золоте» правило механіки для механізмів, які вивчаються:

$$\bar{P} \cdot \bar{V}_A + \bar{F}' \cdot \bar{V}_D = 0 \quad (2)$$

де $\bar{F}' = -\bar{F}$ – сила, з якою об'єкт, що утримується, діє на передавальний механізм.

Основною проблемою при реалізації методу, що пропонується, є отримання залежностей між швидкостями точок прикладання сил. Але, якщо це питання вирішити і виразити швидкості точок через швидкість будь-якої з них, рівняння (2) дасть залежність між силами.

У якості прикладів, авторами розглянуто поширені схеми захоплюючих пристроїв промислових роботів та затискачів, які застосовуються в технологічних процесах металообробки та зварювання. В цих прикладах для визначення зв'язку між швидкостями точок використовується теорема про рівність проєкцій векторів швидкостей цих точок на пряму, що їх з'єднує.

Пропонована методика дозволяє виконати силовий аналіз будь-якого пристрою чисельно, а також провести аналіз формул з визначенням оптимальних розмірів, кутів та місць прикладання сил. В цьому сенсі методика може бути корисною для конструкторів, що займаються проектуванням подібних пристроїв.

ВИЗНАЧЕННЯ ЗУСИЛЬ ЗАТИСКАННЯ В КЛІЩАХ КОЛОДЯЗЕВОГО КРАНА МЕТОДАМИ АНАЛІТИЧНОЇ МЕХАНІКИ

В.В. Шишкін, доц., канд. техн. наук,

Т.М. Карпенко, доц., канд. фіз.-мат. наук, А.О. Глова, ст. гр. ІМ-21,
ДВНЗ «ПДТУ»

В прокатних цехах металургійних підприємств, пов'язаних з переробкою сталевих злитків в заготівлі (слябінгах, блюмінгах), використовуються колодязові крани з клішовими захоплювачами. Такі крани застосовують у відділеннях нагрівальних колодязів для посадки злитків у колодязі та їх видачі у прокатку після нагрівання.

При конструкторському опрацюванні кліщових захоплювачів таких кранів виникає необхідність у визначенні зусиль затиску зливка, які в даному захоплюючому пристрої пов'язані з вагою самого зливка і вагою кліщів крана. Зрозуміло, що зусилля затискання повинні гарантувати надійне утримання та безпечне переміщення зливка.

На рис. 1 представлена схема кліщового захоплювача колодязевого крана. Пристрій складається з двох кліщовин поворотного типу, приєднаних до загальної траверси шарнірами B . Траверса може рухатись вертикально за допомогою механізму допоміжного підйому. У верхній частині кліщовин змонтовані упорні ролики A , які входять у напрямні пази корпусу захоплювача, що орієнтовані під кутом α до вертикальної осі пристрою. При цьому вертикальне переміщення траверси призводить до повороту кліщовин навколо шарніра B , що забезпечує регульоване розведення і зведення губок кліщів в місці захоплення вантажу. Для поліпшення здатності до захоплення нижні частини кліщовин забезпечені кернами C .

Пристрій працює наступним чином.

Переміщенням моста і візка крана кліщовий захоплювач розташовується над зливком. При цьому траверса кліщового захоплювача знаходиться в піднятому положенні, що відповідає максимально широкому зіву кліщів. За допомогою механізму головного підйому кліщі опускають на рівень захоплення головної частини зливка. Далі, механізмом допоміжного підйому траверсу опускають, що супроводжується поворотом кліщовин навколо шарніра B і зведенням нижньої частини кліщів аж до моменту торкання кернами C поверхні зливка. Центральний трос керування кліщами ослаблюється і підйом захоплювача разом зі зливком забезпечується механізмом головного підйому. При цьому кліщі повисають на роликах A , а похиле розташування направляючих пазів корпусу захоплювача забезпечує зусилля затиску, потрібне для підйому і транспортування зливка.

Сильовий розрахунок пристрою з визначенням зусилля затискання \bar{T} зливка можна здійснити за принципом можливих переміщень аналітичної механіки. Згідно до нього:

$$\bar{F} \cdot \bar{V}_A + \bar{G}_k \cdot \bar{V}_B + \bar{R} \cdot \bar{V}_C = 0 \quad (1)$$

де $\bar{R} = \bar{R}_N + \frac{\bar{G}}{2}$ – сила, з якою злинок, діє на кліщовину;

$\bar{R}_N = -\bar{T}$ – нормальна реакція з боку зливка;

\bar{T} – сила затискання зливка.

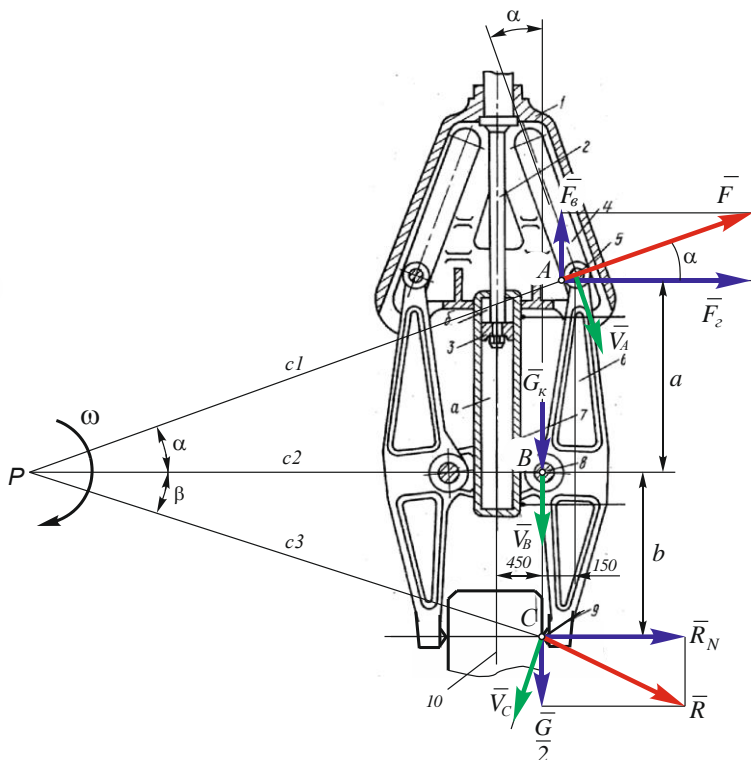


Рис. 1 – Схема кліщового захоплювача з силами, що діють на кліщовину

Перша з складових дорівнює нулеві, бо $\vec{F} \perp \vec{V}_A$. Потрібне зусилля затискання \vec{R}_N повинно відповідати умові $F_T > G$, де G - вага злитка; F_T - сила тертя між кернами захоплювача і поверхнею злитка ($F_T = R_N \cdot f$, де f - коефіцієнт тертя).

Якщо швидкості точок прикладання сил виразити через швидкість будь-якої точки (наприклад, через V_B), єдиною невідомою в рівнянні (1) становиться зусилля \vec{R}_N . В даному прикладі зв'язок між швидкостями зручно знаходити через миттєвий центр швидкостей P .

Розрахунки, виконані для вихідних даних ($G = 180 \text{ кН}$, $G_k = 10 \text{ кН}$, $\alpha = 13,5^\circ$, $a = 950 \text{ мм}$, $b = 650 \text{ мм}$, $f = 0,2$) дають

результат $T = R_N = 585 \text{ кН}$.

При цьому, потрібне зусилля складає $T = \frac{G/2}{f} = \frac{90}{0,2} = 450 \text{ кН}$.

Тобто захоплювач буде працювати з коефіцієнтом запасу $K_3 = \frac{585}{450} = 1,3$. Рекомендована величина K_3 складає $K_3 = 1,2$. Тому умови захоплення є забезпеченими.

ПРО МЕТОДИ КІНЕМАТИЧНОГО АНАЛІЗУ ВАЖЛИВИХ КРИВОШИПНО-ПОВЗУННИХ МЕХАНІЗМІВ

В.В. Шишкін, доц., канд. техн. наук, А.С. Тимошенко, ст. гр. ІМ-21, ДВНЗ «ПДТУ»

Кінематичний аналіз механізмів може бути завданням самостійним, а може передувати динамічному розрахунку. Об'єктом кінематичних розрахунків на стадії освоєння методик, зазвичай, є важливі механізми з нижчими кінематичними парами. Вони структурно прості та дозволяють в учбовому процесі створювати наочні та зрозумілі студентам алгоритми. У якості прикладів, враховуючи різні рухи ланок, частіше використовують кривошипно-повзунні версії механізмів.

Цілями кінематичного аналізу є визначення кінематичних характеристик механізму, тобто, визначення положень його ланок, лінійних швидкостей його точок та кутових швидкостей ланок, лінійних прискорень точок механізму та кутових прискорень ланок. За потреби можуть бути визначені траєкторії переміщення окремих точок.

Визначені в кінематичному аналізі швидкості точок є корисними при створенні динамічної моделі (в процедурах приведення сил і мас). Швидкісні характеристики використовуються також при силовому розрахунку механізму за принципом можливих переміщень (потужностей). Знайдені прискорення точок та кутові прискорення ланок допоможуть виконати кінетостатичний аналіз механізму.

Кінематичні розрахунки виконуються двома методами – графічним та аналітичним.

Графічний метод базується на побудові планів положень, планів швидкостей та прискорень. Він громіздкий, менш точний і не зручний. Однак, для навчальних цілей є оптимальним.

Для вирішення практичних завдань проектування та експлуатації механізмів більшого застосування зазнав аналітичний метод розрахунку, коли кінематичні характеристики знаходять в проєкціях на

осі обраної системи координат. Спосіб дозволяє використовувати для обчислень комп'ютерну техніку, а значить, за рахунок більш дрібної фрагментації положень – отримати точніший результат.

На кафедрі ПТМіДМ створено комп'ютерну програму для кінематичного дослідження шестиланкових кривошипно-повзунних механізмів різних конфігурацій. Програма успішно використовується для поточного контролю правильності виконання курсових проектів з ТММ. В планах розробників програми – розвиток її з метою виконання динамічних розрахунків. Передбачається, що це буде здійснено силами студентів. Кафедра запрошує студентів-механіків з практичними навичками створення комп'ютерних програм для спільної роботи та наукового співробітництва.

ПРО ОСОБЛИВОСТІ СИЛОВОГО АНАЛІЗУ МЕХАНІЗМУ ПЕРЕСУВАННЯ СИПУЧОГО МАТЕРІАЛУ

В.В. Шишкін, доц., канд. техн. наук, А.О. Глова, ст. гр. ІМ-21,
ДВНЗ «ПДТУ»

Студентами механічних спеціальностей ПДТУ в рамках дисципліни «Теорія механізмів і машин» виконується курсовий проект з проектування машинного агрегату конвеєра для переміщення сипучого матеріалу. Головним виконавчим механізмом цієї машини є шестиланковий важільний кривошипно-повзунний механізм другого класу.

В ході виконання проекту треба здійснити у тому числі динамічні розрахунки головного виконавчого механізму, тобто виконати задачі динамічного синтезу, динамічного аналізу та силовий розрахунок. Тому, що в основі всіх завдань лежить один механізм, і тому, що силовий аналіз виконується по черзі останнім, величина рушійної (урівноважуючої) сили стає результатом передбачуваним.

В рамках наукової роботи зі студентами працівниками кафедри ПТМіДМ була зроблена спроба реалізувати дані види розрахунків аналітичним методом. Були створені і налагоджені алгоритми визначення кінематичних параметрів, вирішені завдання динамічного синтезу та аналізу.

Під час вирішення завдання силового аналізу розробники програми несподівано зіштовхнулися із проблемою. Довгий час не вдавалося отримати необхідне (заздалегідь відоме) значення урівноважуючої сили. Причому відхилення від правильного значення спостерігалось не в усіх положеннях механізму, а тільки в періоди завантаження його сипучим матеріалом та подальшого розвантаження.

Було висловлено припущення, що причиною неточних обчислень є відсутність обліку при русі механізму зміни маси повзуна (лотка конвеєра, в який насипається сипучий матеріал).

Для розв'язку завдання на наступному етапі застосували підходи механіки змінних мас. Масу повзуна з матеріалом (m_{5+M}) розглядали як функцію його положення:

$$m_{5+M} = m_5 + \frac{m_{M \max}}{h} \cdot s_E = m_5 + \alpha \cdot s_E,$$

де m_5 - маса повзуна, $m_{M \max}$ - маса порції сипучого матеріалу, h - переміщення повзуна, на якому його маса змінюється, α - коефіцієнт, що характеризує інтенсивність зміни маси, s_E - загальне переміщення повзуна.

При цьому імпульсну реактивну силу приєднання (від'єднання) мас до повзуна обчислювали за формулою:

$$\Phi = \frac{d m_{5+M}}{d t} \cdot (u - v_E) = - \frac{d m_{5+M}}{d t} \cdot v_E = - \alpha \cdot v_E^2,$$

де $u = 0$ - абсолютна швидкість по осі x (руху повзуна) частинок сипучого матеріалу, що приєднуються, до приєднання.

Імпульсна сила завжди спрямована проти швидкості.

Після виконання процедур зведення сил та мас отримували зведений до початкової ланки момент реактивних сил та зведений момент інерції ланки зведення.

З урахуванням зроблених правок силовий розрахунок дав результат, що на всіх ділянках руху повзуна точно відповідає очікуваному.

ПРО МОЖЛИВІСТЬ РЕМОНТУ ЗУБЦІВ ВЕЛИКОГАБАРИТНИХ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС ПАСТОПОДІБНИМИ КОМПОЗИЦІЙНИМИ МАТЕРІАЛАМИ

В.В. Шишкін, доц., канд. техн. наук, А.О. Глова, ст. гр. ІМ-21,
ДВНЗ «ПДТУ»

Одним із способів виготовлення зубчастих коліс евольвентного профілю є їх нарізання за методом обгинання або обкатки. Як інструмент в цьому випадку використовують інструментальну рейку, довбач або черв'ячну фрезу. При цьому для профілювання зубів колеса інструменту надають два основних рухи: рух обкату, що відповідає руху евольвентних поверхонь, які знаходяться в правильному зачепленні, і

рух різання, що відповідає переміщенню інструменту зі зняттям стружки в напрямі, перпендикулярному осі зуба. Спосіб є високопродуктивним і використовується для виробництва коліс певного модуля. В той же час, елементи способу можуть бути використані і при ремонтах, а саме, при відновленні поверхонь зубів, що постраждали внаслідок механічних пошкоджень, зносу або викрашування.

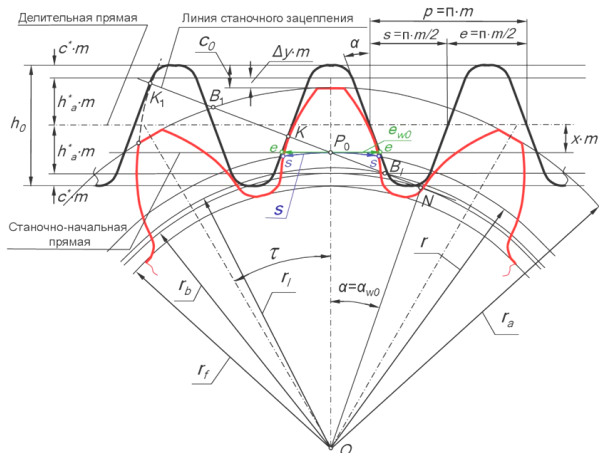


Рис. 1 – Верстатне зачеплення заготовки та модульної рейки

Відомо, що для відновлення зношених напрямних верстатів, посадкових поверхонь підшипникових вузлів, поверхонь крильчаток турбін, пошкоджених кавітацією, та інших контактних поверхонь деталей можуть застосовуватись пастоподібні композитні матеріали. При відновленні деталей на попереднє підготовлену зношену поверхню наносять шар мультиметалу, що знаходиться в пастоподібному стані. Після твердіння композиту та фінішної обробки одержують відремонтовану деталь з відновленою робочою поверхнею. Навантажувальна здатність відремонтованих поверхонь залежить від якості використаного композиційного матеріалу.

Цей принцип відновлення можна використати для ремонту евольвентних поверхонь зубів зубчастих коліс. При цьому заготовці та інструменту слід надавати тільки рух обкату, а пастоподібний композитний матеріал вносити в проміжок між поверхнею зуба колеса, що ремонтується, і поверхнею інструменту. Після обкату поверхні зуба "зайвий" матеріал буде видавлений у зазор, а пошкоджена поверхня

зуба знову стане евольвентною.

Запропонована технологія ремонту потребує апробації та відпрацювання параметрів. Технічною проблемою при її реалізації може стати прилипання матеріалу до інструменту, що, мабуть, змусить застосовувати спеціальні мастила або плівки. В той же час, очевидні переваги такої технології роблять її особливо привабливою у разі ремонту унікальних великомодульних коліс штучного виробництва, коли виготовлення нового колеса потребує надмірно високих витрат та спеціального обладнання.

ЕФЕКТИВНІ ЗАХВАТНІ ПРИСТРОЇ У ПІДЙОМНО-ТРАНСПОРТНОМУ УСТАТКУВАННІ

В.П. Лаврик, доц., канд. техн. наук,

В.В. Суглобов, д-р техн. наук, проф., Н.Г. Банник ст. гр. І-22-ТМ-М,
ДВНЗ «ПДТУ»

Одне із перших місць за обсягом і вартістю у виробничих процесах займають розвантажувально-завантажувальні операції. В цих операціях задіяна велика кількість працівників підприємства і підйомно-транспортне обладнання. Основним елементом перевантажувального пристрою є захвати. Вони відрізняються за призначенням та конструктивними особливостями і можуть бути механічними, електричними і вакуумними. Принцип дії вакуумних захватних пристроїв заснована на силі притискання, яка виникає за рахунок різниці між атмосферним тиском та низьким тиском у порожнині присоски. Такий спосіб захоплення дозволяє переносити різноманітні вантажі різної форми та вагою до кількох тонн. Сила тяжіння вантажу, що транспортується пропорційна площі контакту вакуумної камери присоски та вантажу. За способом створення вакууму в камері розрізняють насосні, ежекторні та без насосні вакуумні пристрої. До головних переваг вакуумних пристроїв слід віднести: здатність не наносити пошкодження кромкам металевих листів; зручність та швидкість захоплення та звільнення вантажу, особливо великогабаритного; жорсткий зв'язок з вантажем, що дозволяє змінювати положення вантажу в просторі при транспортуванні; збереження поверхонь металевих конструкцій при захваті.

В даний час коробчастий тип металоконструкції мостового крана має найбільше поширення і є основною конструктивною формою. У порівнянні з ферменною конструкцією вона дещо важча, але більш технологічна. Транспортування листових металевих матеріалів при виготовленні кранових металоконструкцій потребує особливих

запобіжних засобів. Оптимальним варіантом для транспортування та монтажу металевих листів при виготовленні мостового крана с коробчастим перерізом є використання вакуумних захватів. Перспективним напрямком в вдосконаленні конструкції вакуумної захватної камери є розробка камери видовженої форми. Таке конструктивне рішення дозволить більш надійно утримувати металеві листи при виготовленні металевих кранових конструкцій коробчастого типу. Дозволить підвищити рівень монтажу при складанні та забезпечити якісне зварне з'єднання без дефектів.

ВИБІР КОНСТРУКЦІЇ ВАКУУМНОГО ЗАХОПЛЕННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ МОСТОВОГО КРАНА

В.П. Лаврик, доц., канд. техн. наук,

В.В. Суглобов, д-р техн. наук, проф., Н.Г. Банник ст. гр. І-22-ТМ-М,
ДВНЗ «ПДТУ»

Вакуумні захватні пристрої знаходять широке застосування у промисловості завдяки простоті управління та безпеки при експлуатації, надійності конструкції і значному терміну служби. Вакуумні вантажозахоплювальні пристрої полегшують та прискорюють процес складання металевих конструкцій, створюють високий рівень безпеки виробничого процесу і в значною мірою знижують фізичне навантаження на робітників. Вакуумна технологія в розвантажувально-завантажувальних операціях знаходить застосування у різноманітних сферах: утримання і транспортування будь якого магнітного чи немагнітного матеріалу; здатність захоплювати та утримувати заготовки в широкому діапазоні типорозмірів ; стабільність та точність базування.

В залежності від способу створення розрядження в вакуумній камері розрізняють пасивні і активні вакуумні захоплення .У пасивних пристроях розрідження повітря у зоні контакту з вантажем створюється на етапі захоплення при притисканні і деформуванні пружного елемента.. Такі вакуумні захоплення використовуються при транспортуванні і перенесенні дрібних деталей. Активні вакуумні захоплення відрізняються від пасивних тим, що в вакуумній камері розрідження створюється примусово.

Оптимальним варіантом для транспортування та монтажу листів поясів і стінок при виготовленні балок мостового крана є використання активних вакуумних захватів. Транспортування та встановлення листів балки доцільно виконувати самохідним порталом-маніпулятором з вакуумними захватами. Самохідний портал своїми пневмопритисками

одночасно притикає встановленні листи до діафрагм і пояса. Зібраний перетин закріплюється прихватками. Основні робочі частини захвата – це вакуумні присоски. Вони повинні забезпечити достатньо щільний контакт з грузом та утримувати за допомогою вакууму. Безаварійна та безперебійна робота портала-маніпулятора в значній мірі залежить від матеріалу і конструкції присосок. Перспективним напрямком в розробці вакуумного захвата для транспортування довгих листів при виготовленні металоконструкції мостового крана є конструкція присоски овальної чи прямокутної форми ,яка виготовлена з еластомерів.

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ У ГАЛУЗЕВОМУ МАШИНОБУДУВАННІ

В.В. Суглобов, проф., д-р техн. наук,

В.П. Лаврик, доц., канд. техн. наук,

Т.Г. Данилова, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

В даний час перед машинобудуванням стоять задачі, пов'язані з корінним відновленням технології і обладнання основних виробничих майданчиків, а також з вдосконаленням існуючих машин і агрегатів. У зв'язку з цим питання, запровадження іноваційних техноелогій і обладнання в галузевому машинобудуванні, у тому числі і присвячені дослідженню і вдосконаленню методів розрахунку та проектування основних механізмів підйомно-транспортних машин, підвищення їх надійності і довговічності є актуальними.

Кафедрою підйомно-транспортних машин і деталей машин ДВНЗ «ПДТУ» проводяться вишукування шляхів підвищення надійності і довговічності діючого підйомно-транспортного обладнання та підтримка його працездатності у процесі експлуатації.

В більшості випадків підйомно-транспортні машини працюють в умовах безперервного виробництва, коли вихід з ладу якої-небудь ланки технологічного ланцюжка виробництва продукції призводить не тільки до зниження її випуску, але і до різних аварійних ситуацій, що призводять до невиправданих простоїв технологічного обладнання. До рішення задачі підвищення надійності необхідний комплексний підхід, що полягає, перш за все, як в створенні інженерних методів розрахунку конструкції, так і в розробці власне конструкцій машин.

Результатом рішення поставленої задачі є дослідження і нові розробки основних вузлів підйомно-транспортних машин, у тому числі рекомендації по застосуванню топологічної оптимізації при проектуванні металевих конструкцій підйомно-транспортного та

металургійного обладнання; шляхи покращення експлуатаційних показників машин за рахунок вдосконалення їх елементів; підвищення ефективності торцевих ущільнень конвєсерних агломераційних машин; розробка навчальних матеріалів для підготовки фахівців з названих напрямів діяльності.

Виконано дослідження фактичного навантаження металевих конструкцій кранів з урахуванням додаткового спектра динамічних навантажень, що виникають при підйомах вантажів, а також при русі крана (візка) на нерівностях рейкового шляху, і, що накладаються на основний спектр технологічних навантажень, та їхнього впливу на термін служби крана.

АНАЛІЗ НАВАНТАЖЕННЯ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ ВАНТАЖОПІДЙОМНИХ КРАНІВ

В.В. Суглобов, проф., д-р техн. наук,

В.П. Лаврик, доц., канд. техн. наук,

Т.Г. Данилова, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

В машинобудуванні велику питому вагу займають вантажопідйомні машини, які призначені для виконання технологічних операцій протягом тривалого часу із збереженням навантажувальної здатності. При цьому основні складові частини вантажопідйомних машин підлягають сумісній багато цикловій силовій дії, зменшенню товщини несущих елементів конструкцій внаслідок корозійного, хімічного, або механічного зносу, а також зниженню механічних властивостей матеріалів, з яких виготовлені елементи машин.

Названі чинники при проектуванні вантажопідйомних машин враховуються роздільно, або за спрощеними методиками. Так при проектуванні таких машин враховуються міцність, жорсткість, навантажувальна здатність, довговічність, що визначаються за початковим станом конструкції. Проте спільний взаємозв'язаний вплив різних чинників і процесів порушує початкові умови роботи, що насамперед позначається на розподілі напружень в основних елементах металоконструкції вантажопідйомної машини. У результаті спроектована машина, яка має необхідний розрахунковий ресурс і задану навантажувальну здатність на початковий момент експлуатації, може втратити ці властивості до закінчення призначеного граничного (нормативного) терміну експлуатації. Ця невизначеність приводить до надлишкового запасу міцності і необґрунтовано завищеної маси машини, підвищення енергоспоживання і зниження економічної ефективності від її застосуванні.

Метою роботи є дослідження фактичного навантаження металевих конструкцій кранів з урахуванням додаткового спектра динамічних навантажень, що виникають при підйомах вантажів, а також при русі крана (візка) на нерівностях рейкового шляху, і, що накладаються на основний спектр технологічних навантажень, та їхнього впливу як на нормативний, так і на дійсний термін служби крана.

Встановлення залежності між терміном експлуатації крана, його завантаженням протягом року і доби, паспортним режимом роботи і коефіцієнтом навантаження дозволяє створити конкурентоспроможну методику визначення залишкового ресурсу металевих конструкцій вантажопідйомних кранів.

ПРО МЕТОДИ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ ВАНТАЖОПІДЙОМНИХ КРАНІВ

В.В. Суглобов, проф., д-р техн. наук,

В.П. Лаврик, доц., канд. техн. наук,

Т.Г. Данилова, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

У методиці оцінки залишкового ресурсу кранів повинна бути встановлена залежність між фактичним навантаженням крану у процесі експлуатації та можливістю його подальшої безпечної експлуатації. Але прогнозування залишкового ресурсу вантажопідйомних кранів, що відпрацювали нормативний термін, повинно носити цілком індивідуальний характер.

Зазначені залежності дадуть можливість більш обґрунтовано оцінювати технічний стан вантажопідйомних кранів як на стадії їхнього проектування, так і на стадії експлуатації, у тому числі й в умовах вироблення нормативного ресурсу.

Попередній аналіз умов роботи вантажопідйомних кранів мостового типу показує, що у зоні обслуговування кранів 60 – 100 м середнє переміщення вантажу при кожному підйомі складає: по вертикалі 6 – 8 м, поперек цеху (візком) 10 – 30 м, впродовж цеху (краном) 30 – 50 м. Наслідком цього є поява додаткових циклічних навантажень на металеві конструкції крану, які накладаються на основний спектр технологічних навантажень при проїзді крану або візка по стикам рейкового шляху.

Величина таких навантажень залежить, насамперед, від висоти сходинки на стиках, швидкості пересування крана (візка), конструкції крана. Розрахунки показують, що максимальні значення динамічних навантажень при проїзді крана (візка) по нерівностям рейкового шляху

можуть досягати 30% від відповідних статичних навантажень. При стандартній довжині кранових рейок 12,5 м число додаткових циклів навантаження моста з урахуванням загасання коливань може скласти 2 – 3 при кожній операції підйому і переміщення вантажу.

Оснащення в останні часи вантажопідйомних кранів приборами реєстрації операцій не дозволяє зафіксувати додаткові динамічні навантаження у зв'язку з їх малим періодом дії порівняльно з основним спектром навантаження.

Якщо залишковий ресурс розглядати в цілому, то можливо виділити наступні його фактори: статична міцність, мало циклова та багато циклова міцності, стійкість проти деформацій, міцність проти утворення тріщини. У той же час при розробці методики повинна враховуватися конструкція крану, а також повинен бути диференційований підхід до кожного типу крана.

ВИКОРИСТАННЯ ДОДАТКОВОГО НАВІСНОГО ОБЛАДНАННЯ У АВТОНАВАНТАЖУВАЧАХ

В.В. Суглобов, проф., д-р техн. наук,

В.П. Лаврик, доц., канд. техн. наук,

Т.Г. Данилова, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

Навісне обладнання - це додаткові пристрої і механізми, які розширюють можливості стандартного навантажувача. Це суттєво не впливає на вартість машини

Найпопулярнішим видом навісного обладнання є каретка бокового зміщення. Такі пристрої дозволяють зміщувати вила навантажувача на відстань від 100 до 160 мм, що значно спрощує і полегшує роботу. Вона монтується таким чином, щоб зміщуватися вправо або вліво в межах свого робочого діапазону, тим самим, прибираючи необхідність маневрування навантажувачем вперед-назад. Пристрій бокового зміщення не тягне зміну центра ваги вантажу, тому не змінює вантажопідйомність навантажувача.

Багатопалетні захоплення, призначені для одночасного транспортування декількох палетів з вантажем. При цьому вили захоплення можуть бути зміщені до центру для перевезення одного палета, або розставлені для перевезення максимальної кількості палет, в залежності від конкретної потреби. Таким чином, вантаж завжди знаходиться по центру навантажувача, забезпечуючи максимальну безпеку. Захоплення можуть бути 2, 3, 4, 6 і навіть 8-палетними, дозволяючи домогтися необхідної продуктивності.

Даний вид обладнання дуже корисний при

внутрішньозаводських перевезеннях, де часто зустрічається потреба в переміщенні однорідних вантажів на палетах. Таке захоплення може бути обладнане верхнім притиском, який надійно фіксує палет і запобігає втраті вантажу в процесі перевезення.

Стабілізатор вантажу, призначений для збільшення безпеки навантажувальних робіт і стабілізації нестійких вантажів. Застосовується для висоти вантажу від 960 мм до 3000 мм. Дозволяє перевозити громіздкі нестійкі вантажі з більшою швидкістю, практично без ризику перевертання. Усі мультіпалетні захоплення можуть, на вимогу, обладнуватися стабілізаторами вантажу.

Позиціонер вил застосовується у випадках, коли підприємство часто обробляє неоднорідні вантажі різних розмірів. Функція пристрою полягає в окремому зміщенні кожної вили таким чином, щоб забезпечити безпечну роботу з будь-яким розміром вантажу.

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КУРСУ «КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА»

О.М. Кіпчарська, ст. викладач, ДВНЗ «ПДТУ»

Розв'язана РФ війна робить неможливим використання продукції країни-агресора, в тому числі і програмних засобів, тому було проведено аналіз існуючих в цей час програм для розробки проектної документації та дизайну.

Комп'ютерна графіка – це галузь знань, що вивчає та розробляє методи і засоби збереження, синтезу і перетворення цифрових зображень за допомогою цифрових технологій – є затребуваною у різноманітних галузях діяльності сучасної людини. Цифрове зображення – це модель реального або штучно створеного графічного зображення, що зберігається у вигляді сукупності цифрових кодів у пам'яті комп'ютера. Студент має розуміти різницю та особливості роботи з графічними зображеннями: векторними, растровими, фрактальними та тривимірними.

Розглянуто та проаналізовано переваги та недоліки окремих програмних засобів для роботи з графічними зображеннями. Серед програмних засобів автоматизації проектування та машинної графіки найбільш поширеним є пакет AutoCAD, призначений для виконання креслеників деталей та вузлів, будинків, споруд, меблів, гідравлічних, електричних та інших схем, також надає можливість працювати з 3D-проекткуванням.

Процес створення складних креслеників значно прискорює параметричне моделювання.

Починати працювати можна з простіших програм, таких як NanoCAD, FreeCAD, QCAD, A9CAD – безкоштовні альтернативи AutoCAD.

Для напрацювання навичок можна використати T-FLEX CAD з функцією параметричного твердотільного 3D моделювання.

Для виконання креслеників у галузі електропостачання призначено пакет ProfiCAD з великою бібліотекою елементів електросхем.

Для виконання двомірних креслеників у сфері архітектури та будівництва можна використати LibreCAD, Ashampoo 3D CAD, ABViewer.

Схеми, блок-схеми та діаграми дозволяють виконувати Diagram Designer, Dia.

СЕКЦІЯ: НАНОІНЖЕНЕРІЯ В ГАЛУЗЕВОМУ МАШИНОБУДУВАННІ

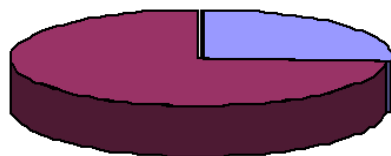
РЕЗУЛЬТАТИ СТІЙКІСНИХ ВИПРОБУВАНЬ ТВЕРДОСПЛАВНОГО ІНСТРУМЕНТУ ПІСЛЯ ПЛАЗМОВОГО МОДИФІКУВАННЯ

К.В. Кудінова, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

Для оцінки стійкості пластин із твердих сплавів (ВК8) нами було прийнято методику точення. Період стійкості інструменту визначався часом роботи інструменту до досягнення критерію затуплення. Випробування проводилися на токарно-гвинторізному верстаті моделі 16К20. Заготівля, що обробляється - диск Ø180 мм з отвором по центру Ø40 мм, матеріал - сталь 40Х. Для чистоти експерименту рідина, що охолоджує, не застосовувалася, тобто. обробка проводилася як сухого тертя. Випробування показали, що для даних умов різання плазмове модифікування призводить до значного (в 2,5 ... 3 рази) підвищення стійкості твердосплавного інструменту.

Після випробувань пластин виконувався металографічний аналіз структури в ділянці зношеної ріжучої кромки на задній поверхні. Дослідження показали, що при різанні неупрочненими пластинами (рис. 2, а) зношування ріжучої кромки має вибірковий характер: спочатку зношується відносно м'яка сполучна фаза, потім відокремлюються оголені тверді карбідні зерна, утворюються пори і порожнечі. Карбідні зерна, що залишилися під дією циклічних навантажень, піддаються пластичній деформації, в них проходять зсувні процеси, що викликають дроблення зерен на блоки. Зважаючи на відсутність міцного адгезійного

зв'язку по міжфазних кордонах, процес зношування ріжучої кромки прискорюється. І тільки на відстані ~ 50 мкм від кромки можна спостерігати вихідну недеформовану структуру (рис. 2, а, II).



- вихідний стан
- плазмове модифікування

Рис. 1 - Зміна коефіцієнта підвищення стійкості ріжучих пластин зі сплаву BK8

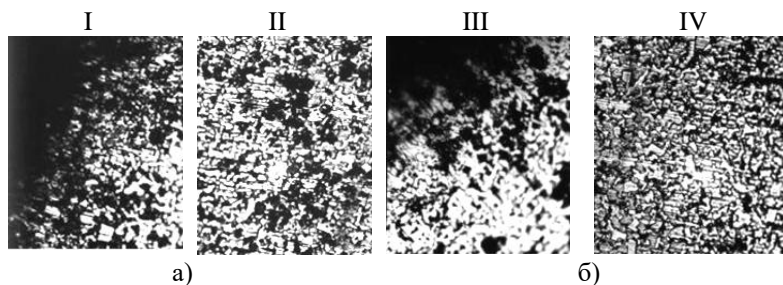


Рис. 2 – Схема дифузійного зносу у вихідному стані (а) та після плазмового модифікування (б) та мікроструктура: I, III – у ріжучої кромки на задній поверхні; II – на відстані 50 мкм від кромки; IV - на відстані 10 мкм від краю

Якісно інший механізм зношування реалізується в модифікованих пластинах. Міцний, щільний та недеформований карбідний каркас спостерігається практично у найзношенішій кромки (рис. 2, б, III). Знос стає більш рівномірним, зменшується кількість мікросколів та фарбувань. Недеформована і бездефектна структура зміцненого сплаву спостерігається вже на відстані близько 10 мкм від зношеної ріжучої кромки (рис. 2, б, IV).

АДИТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

В.О. Мазур, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

На зміну існуючим технологіям приходять нові цифрові технології, і в цих умовах роль освіти, що забезпечує готовність людини

до застосування нових технологій, у тому числі з використанням сучасних інформаційних засобів, стає дедалі важливішою. В даний час застосування адитивних технологій набуло широкого поширення в багатьох сферах життя людини та виробництва, наприклад у медицині, будівництві, промисловості та низці інших. Необхідність впровадження адитивних технологій у систему освіти різних її рівнях обумовлюється зростанням рівня присутності цієї технології світовому ринку й, як наслідок, запитом більшу кількість кваліфікованих фахівців у цій галузі. У цих дослідженнях увага авторів, як правило, спрямована на вивчення нових матеріалів, доступних для адитивного виробництва, їх поведінка при різних навантаженнях та в різних середовищах, способи організації виробництва з використанням установок для адитивного виробництва тощо.

Насамперед поняття «адитивні технології» слід розглядати з погляду етимологічного аналізу. Слово «адитивні» сформоване від англійської add – «додавати». Відповідно до цього слово "адитивні" ми можемо визначити як "додають" або "домішують". У контексті етимологічного аналізу адитивні технології є сукупністю методів виготовлення об'єкта шляхом додавання матеріалу в процесі виробництва продукції.

Однак скорочувати роль адитивних технологій до суб'єкта освітнього процесу є докорінно не вірним.

Адитивні технології необхідно розглядати як чудовий засіб, що допомагає на всіх етапах навчання, насамперед на інженерних спеціальностях. При цьому мова йде не тільки про навчання адитивним технологіям, а на сам перед про застосування методології та апаратної складової цього процесу для полегшення та поглиблення вивчення класичних дисциплін.

З адитивними технологіями пов'язано вивчення дисциплін, що вивчають системи автоматизованого проектування, конструювання, деталі машин, технологічну підготовку виробництва, обробку на металорізальних верстатах та автоматичних лініях.

СЕКЦІЯ: ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСОБАМИ САЕ СИСТЕМИ ПРИВОДА ПРИБОРУ КОВАЛЬСЬКО- ПРЕСОВОГО ВИРОБНИЦТВА

О.І. Лещенко, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

У машинобудуванні знайшли широке застосування пружини

різної конфігурації та складності. Пружина, це пружний елемент, один з найбільш широко застосовуваних в конструкціях приладів і різних механізмах основна функція яких – відхилитися під дією навантаження і відновлювати початкову форму після його зняття. Пружини також використовуються для накопичування енергії. У нормальних умовах, незалежно від типу пружини, вона повинна повертається до своєї вихідної форми після зняття навантаження.

Європейські CALLS технології вимагають перенесення випробувань на фізичних моделях в область комп'ютерного моделювання, у максимально можливому обсязі. Такий перехід дозволяє реалізовувати при випробуваннях більш складні і більш точні схеми взаємодії поверхонь різання і формоутворення деталей. З урахуванням цього було проведено експериментальне дослідження засобами CAE системи SolidWorks Simulation привода автоматизації пристрою ковально-пресового виробництва. Завдання дослідження: розрахунок пружини циліндра односторонньої дії виходячи з умов зусилля на штоку та його робочого ходу, її жорсткості та допустимого діаметрального розширення, а також необхідної довговічності.

Технічне завдання дослідження полягало в наступному. У пресі на підприємстві м. Маріуполя використовувався пневмоциліндр односторонньої дії в конструкції виштовхувача готових виробів. Для того, щоб вилучити деталь з матриці штампу потрібно зусилля приблизно 1000Н - цього достатньо, щоб деталь не деформувалась, але була впевнено вилучена в контейнер. Частою причиною необхідності ремонту пристрою було заклинювання виштовхувача, що відбувалося завдяки псуванню пружини всередині циліндру після певного терміну експлуатації. Щоб найточніше змоделювати взаємодію деталей пневмоциліндра в момент навантаження у вихідних даних програми було зазначено характер взаємного контакту деталей виштовхувача. На малюнку (рис. 1, а) поверхні торкання позначені червоним кольором. Тобто поверхні поршня, штока і стінок циліндра при переміщенні задаватимуться з коефіцієнтом тертя 0.15 (рис 1, б). Програма для випробувань SolidWorks Motion використовує метод кулонового тертя, коли параметри тертя змінюються по гладкій кривій в залежності від впливу прикладених сил. Перед випробуванням поставимо тип взаємного проникнення як «Немає проникнення», тобто вибрані компоненти або тіла не проникають один в одного, незалежно від заданої для них умови контакту. За умовчанням, якщо деформація, що має місце під час моделювання, призводить до самоперетину тіла не проникають самі в себе. Після цього задаємо поверхні закріплення та застосування сили тиску на поршень (рис. 1, в).

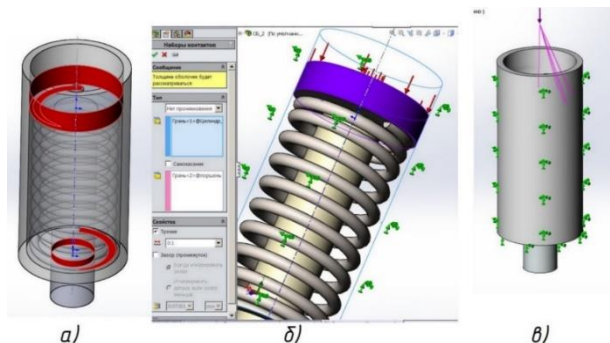


Рис. 1 – Місця контакту, закріплення деталей та застосування сили

Результат досліджень показує, що є незначний нахил пружини і в конструкцію необхідно додати опорні шайби з обох кінців пружини, щоб виключити поперечне зміщення пружини від осі поршня. Щоб зрозуміти приблизний термін служби пневмоциліндра інструментом SolidWorks Simulation може бути проведено аналіз втоми, за допомогою якого оцінюється ефект износу від циклічних навантажень моделі.

Шляхом моделювання CAE системою досліджено стійкість, згинальна та радіальна пружин стиснення, при даних її геометричних параметрах, матеріалі та схемах навантаження. Визначено граничні значення сил та схем її дії, а також установки пружин у разі втрати її стійкості. Встановлено, що радіальна втрата стійкості – розширення витків пружини, може перейти зі збільшенням сили у втрату згинальної стійкості. Імовірно, тут може бути перехід від пружних деформацій згідно із законом Гука до залишкових деформацій, що може бути темою подальшого дослідження.

В даний час виробництво оснащується високопродуктивним обладнанням, що має високий ступінь автоматизації і, як наслідок, високу вартість. Тому для таких систем зміна деталей на заготовлю повинна мати мінімальний час. Наприклад, преса, де прибирати готову деталь вручну не раціонально. Такі комплекси, що працюють в автоматичному режимі, оснащуються виштовхувачами, що скидають готову деталь у контейнер.

Схематично розглянемо роботу напівавтоматичного комплексу для штампування днищ нагрівачів теплообмінників, що виготовляються за ліцензією BTS Engineering (рис. 1).

При обробці тиском підвищення кількості ходів преса заготівлі, отримані, наприклад, гнучкою або глибокої витяжкою, повинні автоматично викидатися з преса. На *рисунку 1* показано приклад. Для

зштовхування деталей після робочого ходу потрібна плоска поверхня нижньої частини штамп. Якщо це може бути забезпечено, тоді потрібно, щоб рух виштовхування відбувався дугою. Пневматичний циліндр виробляє виштовхування або безпосередньо, або за допомогою важеля, що коливається. Ударна дія пневматики у разі грає позитивну роль, оскільки деталь впливає ударний імпульс, і пневматичний циліндр можна зробити не занадто великим. Тому, як правило, його встановлюють або на нижній частині штамп або всередині неї. Іноді просто достатньо сопла для здування деталей.

Запропонований варіант використовує в конструкції пневмоциліндр односторонньої дії. Але ми розглянемо всі варіанти циліндрів, які можуть бути використані: односторонні гідروциліндри і пневмоциліндри.

На рис. 2 показаний результат випробування №2, циліндр умовно не показаний. Зміщення поршня щодо початкової позиції становило 76,526мм, проте програма вказала, що запас міцності цієї конструкції дорівнює 1, що наближається до порога раціонального застосування цього виробу.

Найважливішою характеристикою процесу різання металів є сила різання, тому дослідженням в цій області приділяється особлива увага. Одним з напрямків теорії різання є вивчення динаміки зміни сили різання при зміні товщини зрізу, при цьому комп'ютерно-графічне моделювання даного процесу (див. рис. 3) є новим інструментом для уточнення і коригування отриманих раніше результатів на основі канонічних залежностей.

Таким чином, для кожного досвіду в генеральну сукупність входять 6 вимірювань $\delta_1 \delta_2 \dots \delta_6$, по 3 вгору і 3 вниз заготовки (рис.

1, а), за якими обчислюється середнє $\overline{X}_0 = \sum_{i=1}^6 \delta_i$.



а)



б)

Рис. 2 – Вимірювання сил різання динамометром УДМ-600 (а) і відхилень від площинності (б)

Для аналізу результатів вимірювань (рис. 3, б) застосовуємо метод точкових діаграм (метод малих вибірок), який дає наочне уявлення про хід зміни похибок в часі. Точкові діаграми стоїмо наступним чином. По осі абсцис відкладаються номери послідовних вимірювань, а по осі ординат у вигляді точок відкладаються відхилення. Для кожного досвіду фіксувалося зміна сили різання (рис. 3, в).

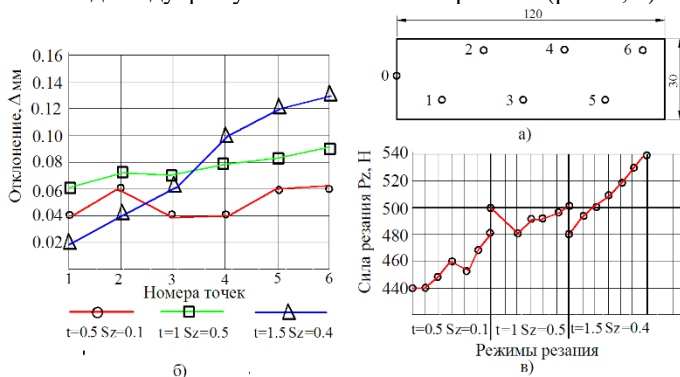


Рис. 3 – Точки виміру (а), діаграми зміни відхилень від плоскості (б) і зміна значень сил різання (в)

Аналіз діаграм показує, що процес стійкий по розсіюванню, але не стійкий по положенню центру розсіювання. Діаграми вказують наявність закономірно змінюється в часі систематичної похибки.

Причини, що зумовлюють похибки, пов'язані з пружними деформаціями, як правило, розглянуті незалежно один від одного. Однак в процесі різання вони виникають одночасно і взаємодіючи, визначають загальну величину похибки від пружної деформації. Наприклад, в даному випадку розглядалося тільки перетин поперечного зрізу, при цьому не враховувалися кути заточування інструменту або тертя по задній поверхні. Тому отримана тільки

Отримані залежності не є фізичними законами. Вони отримані на основі обробки цілком реальних експериментальних даних, тому мають певну область адекватності. тобто за межами цієї області їх використовувати не можна. Наприклад, якщо силова залежність була отримана для подач від 0,1 мм / об до 0,5 мм / об, то при подачах менше 0,1 або більше 0,5 мм / об цю формулу використовувати не можна. Тому будь-яка екстраполяція за межами області адекватності може привести до суттєвих помилок в розрахунках.

СЕКЦІЯ: АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА МЕХАНІЗАЦІЯ ЗВАРЮВАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА ТА МЕТАЛУРГІЇ І ТЕХНОЛОГІЇ ЗВАРЮВАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

МЕТОД ТІНЬОВОГО ФОТОГРАФУВАННЯ ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ ПРИ ЕЛЕКТРОДУГОВОМУ НАПИЛЕННІ З ВИКОРИСТАННЯМ ПУЛЬСАЦІЙ

І.В. Захарова, проф., д-р техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

Досліджено динамічну структуру повітряного потоку з перешкодою у вигляді схрещених електродів при постійній і пульсуючій подачі повітря (з частотою до 120 Гц). Роботу виконували за допомогою комп'ютерного моделювання, фотовізуалізації «тіні» повітряного потоку та характеристики мікроструктури сформованих покриттів. Встановлено, що при обтіканні повітря вздовж схрещених електродів із зазором 2 мм у потоці виникає зона депресії з перепадом тиску від 0,56 МПа до 0,01 МПа.

Пульсація повітря призводила до зміни динамічної структури потоку в бік збільшення довжини зони, яка охоплює більшу частину дуги, впливаючи на окислення рідкого металу

Моделювання взаємодії потоку розпилюючого газу з перешкодами (електродами) виконано за допомогою ANSYS CFX simulation на основі розв'язків рівнянь Нав'є–Стокса за таких граничних умов: тиск повітряного потоку 0,56 МПа, температура 20 °С, а густина повітря 1,2754 кг/м³. Експериментальне дослідження динамічної структури повітряного потоку проводилось за допомогою “тіньового” фотографування. Цей метод дозволяє отримувати та аналізувати газові спектрограми потоку газу в зоні торців електродів (рис. 1).

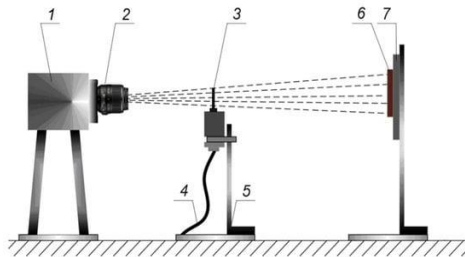


Рис. 1 – Ескіз установки для отримання газових спектрограм:

- 1 – джерело світла; 2 – об'єктив; 3 – головка металізатора;
- 4 – подача стисненого повітря; 5 – опора; 6 – фотоплівка, 7 – екран

Головка металізатора (3) освітлювалася точковим джерелом світла (1). Зображення динамічної структури повітряного потоку проєктувалося на екран (7) і фіксувалося на фотоплівці (6). Дослідження проводилося без заведення дуги; тиск у потоці повітря становив 0,56 МПа (витрата повітря 1,5 м³/хв). Зображення були зроблені за допомогою світло-зеленого фільтра в двох взаємно перпендикулярних напрямках, щоб отримати «вид збоку» і «вид зверху» електродів.

Електродугове напилення проводили на металізаторі EM-17, оснащеному зазначеним пристроєм пульсуючої подачі повітря. Як електрод використовували алюмінієвий дріт марки ESAB OK Autrod 5356 діаметром 2,5 мм. Покриття наносили на пластини розміром 100×100×7 мм, виготовлені з м'якої сталі. Параметри режиму ШАР: сила струму дуги – 100 А, напруга дуги – 30 В, подача дроту – 80 мм/с, витрата повітря – 1,5 м³/хв, тиск повітряного потоку на кромці сопла – 0,56 МПа, відстань до мішень – 170 мм, швидкість розпилення поверхні – 6 м/хв.

Мікроструктуру покриттів характеризували за допомогою оптичного мікроскопа Optika IM-3Met на поперечних мікрозондах, виготовлених за стандартною металографічною процедурою полірування до дзеркальної поверхні та травлення 4 об. % нітового реактиву. Зображення структури застосовували для розрахунку об'ємної частки оксидів за методом Розівалія. Для кожного режиму EAS використовували п'ять зображень площею 50 м'60 мм у квадраті з подальшим усередненням результатів.

РЕГУЛЮВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗВАРЮВАЛЬНОЇ ДУГИ

С.В. Щетинін, проф., д-р техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

При зварюванні труб внаслідок концентрації магнітного поля в феромагнітній трубі, що володіє великою магнітною проникністю, зростає магнітне поле, магнітне дугтя, довжина дуги збільшується до обриву, порушується стабільність процесу, формування швів і знижується ударна в'язкість зварних з'єднань. Тому збільшення ударної в'язкості зварних з'єднань є важливою науково-технічною проблемою.

При електродуговому зварюванні головною є дуга, яка створює магнітне поле, пінч-ефект, під дією якого виникає тиск дуги, визначає магнітогідродинамічні явища, рух дуги по торцю електрода і зварювальній ванні, відхилення дуги в сторону меншого магнітного поля і переміщення рідкого металу, формування швів і ударну в'язкість

зварних з'єднань.

Рідкий метал зварювальної ванни не магнітний, однак магнітне поле діє на метал, як на провідник з струмом. Магнітне дугтя і магнітогідродинамічні явища значно посилюються при зварюванні труб, так як силові лінії магнітного поля прагнуть пройти по шляху найменшого опору в феромагнітній трубі. Тому при зварюванні труб створюється магнітне поле зварювального струму в π -раз більш ніж при зварюванні пластин.

Зростає електромагнітна сила, під дією якої дуга відхиляється в сторону меншого магнітного поля до обриву, магнітне дугтя, порушується стабільність процесу, формування швів і знижується ударна в'язкість зварних з'єднань.

Електромагнітна сила, що діє на дугу, прямо пропорційна величині струму I , індукції магнітного поля B і довжині дуги L_d : $F_{EM} = IB L_d$. З зростанням довжини дуги електромагнітна сила посилюється, що приводить до магнітного дугтя, порушує стабільність і знижує ударну в'язкість зварних з'єднань.

На підставі досліджень зварювальної дуги встановлено залежність напруги від довжини дуги. Згідно енергетичної характеристики дуги зі збільшенням довжини напруга на дузі зростає. За допомогою високошвидкісної кінозйомки 1500 кадрів в секунду встановлено, що дуга обертається по торцю стрічкового електрода з швидкістю 3,3 м/с. Встановлено, що форма електрода впливає на енергетичну характеристику дуги. При цьому сума приелектродних падінь напруг залежить від роботи виходу електронів з поверхні катода і не залежить від форми електрода, що підтверджує головну роль автоелектронної емісії в дузі і концентрацію дуги під дією пінч-ефекту.

Дуга визначає енергію, пінч-ефект, обертання дуги, яка передає енергію металу, тепловкладення, температуру, процеси в зварювальній ванні, структурні та фазові перетворення, зварю-вальні напруги, швидкість кристалізації, структуру, міжатомну відстань, міжатомні зв'язки і ударну в'язкість зварних з'єднань.

Під дією пінч-ефекту в області електрода з меншою площею створюється значний тиск і виникають плазмові потоки від більшого тиску до меншого в області стовпа та тиск дуги, Кінетична енергія плазмових потоків передається металу ванни, який рухається з кратера в хвостову частину ванни, що визначає температуру ванни і ударну в'язкість зварних з'єднань.

Для підвищення ударної в'язкості зварних з'єднань необхідно зменшувати енергію, тепловкладення, температуру метала зварювальної ванни, мікростворення кристалічної решітки,

мікронапруги, щільність дислокацій, зварвальні напруги, , кількість наплавленого металу і здрібнювати структуру.

Ефективним способом зменшення енергії є підвищення швидкості зварювання, що знижує погонну енергію, та скорочення довжини і напруги на дузі, яке збільшує швидкість обертання дуги, пінч-ефект, концентрацію дуги і енергії, ефективність тепловкладення, зниження зварних напруг, зростання швидкості кристалізації, здрібнення структури, зменшення міжатомної відстані і зростання міжатомних зв'язків.

Розроблено процес одностороннього високошвидкісного зварювання труб для газу і нафтопровідних магістралей складовим електродом на низькій енергії, який за рахунок концентрації дуги, стабільності, зменшення енергії, тепловкладення, зварювальних напруг, здрібнення структури, скорочення міжатомної відстані та збільшення міжатомних зв'язків забезпечує підвищення ударної в'язкості зварних з'єднань в 2-2,5 рази. Мінімум енергії – максимум ударної в'язкості зварних з'єднань.

ЕЛЕКТРОМАГНІТНА ТЕОРІЯ УТВОРЕННЯ ПІДРІЗІВ ПРИ ВИСОКОШВИДКІСНОМУ ЗВАРЮВАННІ

С.В. Щетинін, проф., д-р техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

Найбільш ефективним способом збільшення ударної в'язкості зварних з'єднань труб є підвищення швидкості зварювання, що обмежено утворенням подрізів, які являються концентраторами напруг і знижують ударну в'язкість. Тому збільшення ударної в'язкості є важливою науково-технічною проблемою.

Для збільшення ударної в'язкості зварних з'єднань необхідно підвищити швидкість зварювання, що знижує погонну енергію, забезпечити відсутність подрізів, зменшити мікроспорворення кристалічної решітки, мікронапруги, щільність дислокацій, зварювальні напруги і здрібнювати мікроструктуру.

Для встановлення природи утворення подрізів досліджено вплив швидкості зварювання на магнітне поле зварювального струму.

Вимірювання проводили вимірювачем магнітної індукції EM4305, в якому використовується ефект Холла. Щуп, для вимірювання індукції магнітного поля, встановлювали в жорстко закріпленій на зварювальному автоматі кварцевий ізолятор, у формі пробірки, який, внаслідок низької теплопровідності кварцу, забезпечує незначний нагрів зонда і максимально можливе наближення датчика Холла до дуги і рідкого металу ванни. При наближенні до дуги і

основного металу на відстань менш 0,016 м, кварцевий ізолятор і зонд розплавлялися.

В результаті проведених досліджень встановлено, що індукція магнітного поля в зоні сплавлення V_C , при зварюванні від струмопроводу, зростає, внаслідок зменшення тепловкладення в бокових ромках, зниження електричного опору і збільшення струму. Індукція визначає магнітний тиск на метал в зоні сплавлення. При збільшенні швидкості зварювання, зростає спрямований низ магнітний тиск P_C , під дією якого рідкий метал стікає з кромки ванни, що призводить до утворення підрізів.

Розроблена електромагнітна теорія утворення підрізів, згідно якої при підвищенні швидкості зварювання зменшується тепловкладення в бокові кромки ванни, електричний опір яких зменшується, що приводить до збільшення струму. Індукція магнітного поля зварювального струму попереду дуги не змінюється, позаду дуги зменшується і зростає у бокових кромках ванни. Підвищується спрямований вниз магнітний тиск, під дією якого рідкий метал стікає з бокових кромки ванни, що приводить до утворення підрізів.

На основі електромагнітної теорії утворення підрізів розроблено процес одностороннього високошвидкісного зварювання складовим електродом, який містить дріт і U-подібну стрічку, прямолінійні ділянки якої розташовуються попереду дроту. По торцю стрічки в подовжньому і поперечному напрямках обертається дуга, що збільшує тепловкладення у бокових кромках і електричний опір, зменшує струм, індукцію і спрямований вниз магнітний тиск, що запобігає утворенню підрізів, забезпечує здрібнення мікроструктури, зменшення зварювальних напруг, міжатомної відстані, підвищення міжатомних зв'язків і ударної в'язкості зварних з'єднань.

Підвищення швидкості зварювання приводить до посилення пінч-ефекту, охолодження і зменшення діаметру дуги, збільшення швидкості кристалізації, подрібненню структури, скорочення міжатомної відстані та зростання міжатомних зв'язків.

Електромагнітна природа утворення підрізів підтверджується тим, що при збільшенні товщини зварювального металу схильність до утворення підрізів зростає. Це пояснюється тим, що при збільшенні товщини зростає феромагнітна маса, індукція магнітного поля зварювального струму і в квадратичній залежності спрямований вниз магнітний тиск, максимальне значення якого розташовується на поверхні, де утворюються підрізи. При високошвидкісному зварюванні тонкого металу підрізи не утворюються, тому для запобігання утворення підрізів необхідно зменшувати глибину проплавлення,

енергію, температуру, зварювальні напруги, мікроспотворення кристалічної решітки, мікронапруги та щільність дислокацій.

Розроблено процес одностороннього високошвидкісного зварювання труб для газо- і нафтопровідних магістралей складовим електродом, що забезпечує відсутність підрізів, зниження мікроспотворень кристалічної решітки, мікронапруг, щільності дислокацій, зварювальних напруг, здрібнення мікроструктури, скорочення міжатомної відстані, підвищення міжатомних зв'язків і ударної в'язкості зварних з'єднань в 2-2,5 рази.

ВИСОКОШВИДКІСНЕ НАПЛАВЛЕННЯ НА НИЗЬКІЙ ЕНЕРГІЇ БАНДАЖОВАНИХ ОПОРНИХ ВАЛКІВ

С.В. Щетинін, проф., д-р техн. наук,

В.І. Щетиніна, проф., д-р техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

Бандажовані опорні валки, що попереджують прогин і полумку робочих чавунних валків, експлуатуються при високих тисках і виготовляються з високовуглецевої сталі 90ХФ, схильної до утворення гарячих і холодних тріщин. Тому розробка процесу наплавлення, що забезпечує підвищення тріщиностійкості та зносостійкості, є важливою науково-технічною проблемою.

Бандажований опорний валок стану 3000, діаметр якого 2,1 м, довжина бочки 3,0 м, загальна довжина 8 м і маса 120 тонн виготовляється з осі та надітого з натягом бандажу. При нагріванні бандажу діаметр збільшується, і бандаж надівається на ось. При охолодженні діаметр бандажу зменшується і утворюється міцна посадка бандажа на ось. При цьому в бандажі виникають власні напруги, тому наплавлення бандажованих опорних валків не проводилось.

Згідно закону збереження енергії, енергія не виникає і не зникає. Вона тільки перетворюється з одного виду на інший, при цьому її значення зберігається.

При електродуговому напавленні енергія дуги, яка включає теплову та кінетичну енергію плазмових потоків, пере-дається бандажу і сумується з власними напругами бандажа.

Для наплавлення бандажованих опорних валків необхідно зменшувати зварювальні напруги, так як згідно закону суперпозиції напруги сумуються. Коли напруги стають більше межі міцності, утворюються тріщини. Тому при електродуговому напавленні необхідно значно знижувати зварювальні напруги.

Електродугове наплавлення опорних валків проводилось на

наплавочній установці, яка складається з вальцетокарного станка важкого типу, ферми та автомата АД 231. Значний діаметр бандажованого опорного валку та периметр не дозволили знизити швидкість наплавлення до 40 м/год, тому швидкість наплавлення підвищена до 75 м/год.

При електродуговому напавленні бандажованих опорних валків на режимі: величина струму 700-750 А, напруга на дузі 30-32 В, швидкість наплавлення 75 м/год бандаж не зламався. При підвищенні струму до 1500А і енергії бандаж зламався.

Поломка бандажа дозволила відкрити закон мінімуму енергії, згідно якому – мінімум енергії – максимум якості.

Встановлено, що при зниженні напруги зростає швидкість обертання дуги торцем електрода, охолодження і зменшується діаметр дуги, посилюється пінч-ефект, дуга концентрується, знижується енергія, ширина шва, температура, міжатомна відстань, підвищуються міжатомні зв'язки і тріщиностійкість.

На основі рентгеноструктурного аналізу встановлено, що при підвищенні енергії зростають мікроспотворення кристалічної решітки, мікронапруги, щільність дислокацій, зварювальні напруги, температура металу, метал розширюється, міжатомна відстань збільшується, міжатомні зв'язки зменшуються, що приводить до утворення тріщин.

Для підвищення тріщиностійкості необхідно зменшувати енергію, температуру металу, що забезпечує зменшення мікроспотворень кристалічної решітки, мікронапруг, щільності дислокацій, зварювальних напруг, здрібнення структури, скорочення міжатомної відстані, зростання міжатомних зв'язків.

Встановлено, що ефективним способом зменшення енергії є високошвидкісне напавлення на низькій енергії за рахунок зниження напруги на дузі, при якій дуга концентрується, збільшується швидкість обертання дуги, зменшується діаметр дуги, зростає пінч-ефект, під дією якого краплі здрібнюються, температура крапель і ванни знижується, скорочується міжатомна відстань, підвищуються міжатомні зв'язки і тріщиностійкість.

Розроблено процес високошвидкісного напавлення на низькій енергії бандажованих опорних валків за рахунок збільшення швидкості, зниження зварювального струму, енергії і напруги на дузі, що забезпечує зменшення тепловкладення, мікроспотворень кристалічної решітки, мікронапруг, щільності дислокацій, зварювальних напруг, температури ванни, міжатомної відстані, підвищення міжатомних зв'язків, тріщиностійкості та відсутність поломок бандажів опорних валків.

ВИСОКОШВИДКІСНЕ НАПЛАВЛЕННЯ НА НИЗЬКІЙ ЕНЕРГІЇ ЗАСИПНИХ АПАРАТІВ

С.В. Щетинін, проф., д-р техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

Засипний апарат доменної печі експлуатується при абразивному і газоабразивному зносах, високих температурах і агресивних середовищах. тому розробка процесу наплавлення, що забезпечує підвищення тріщиностійкості та зносостійкості, є важливою науково-технічною проблемою.

Тріщини утворюються, коли зварювальні напруги стають більше межі міцності, тому для підвищення тріщиностійкості необхідно забезпечити мінімальні зварювальні напруги, які визначаються деформаціями.

Для дослідження впливу погонної енергії на деформацію виконували зварювання пластин $(8 \times 120 \times 900) \cdot 10^{-3}$ м і наплавлення на пластини $(30 \times 120 \times 900) \cdot 10^{-3}$ м складовим електродом з різною погонною енергією.

Як встановлено, при підвищенні швидкості зварювання та зменшенні погонної енергії внаслідок зменшення тепловкладення деформація основного металу і зварювальні напруги знижуються.

Залежність зварювальних напруг від погонної енергії:

$$\sigma \geq \mu E \frac{q_{II}}{VF}, \text{ Па,}$$

де μ – коефіцієнт Пуассона, для вуглецевої сталі, $\mu = 0,335 \alpha / \sigma$;

$\frac{q_{II}}{V}$ – погонна енергія, МДж/м;

F – поперечна сечя пластини, м².

Деформація пластин залежить від зварювальних напруг:

$$f = 0,613l \sqrt{\frac{\sigma - \sigma_{KP}}{E}}, \text{ м,}$$

де l – довжина пластини, м;

σ_{KP} – критичне значення зварювальної напруги, Па.

Критичне значення зварювальних напруг:

$$\sigma_{KP} = \frac{\pi^2 E}{12} \left(\frac{\delta}{l} \right)^2, \text{ Па.}$$

При напруги більш критичного відбувається деформація пластини.

З наведених виразів слід, що зварювальні напруги прямо

пропорційні деформації пластини:

$$\sigma = \frac{f^2 E}{0,613^2 l^2} + \frac{\pi^2 E}{12} \left(\frac{\delta}{l} \right)^2, \text{ Па.}$$

Зі зменшенням погонної енергії, при зростанні швидкості зварювання зварювальні напруги знижуються, що значно підвищує тріщиностійкість.

Тріщиностійкість наплавленого металу значною мірою визначається зварювальними напругами, які при наплавленні згідно принципу суперпозиції підсумовується, що призводить до утворення тріщин. Наплавлення зносостійкого шару проводиться за п'ять і більше проходів, тому зварювальні напруги різко зростають і товщина наплавленого шару на бік обмежена величиною 0,025 м, перевищення якої призводить до значного зростання зварювальних напруг і відколів по зоні сплавлення з основним металом, що підтверджено при наплавленні робочих валків стана 1700. При наплавленні на робочі валки шару товщиною 0,04 м на бік наплавлений метал відшарувався по лінії сплавлення. Тому дослідження проводилися при п'ятишаровому наплавленні.

Встановлені закономірності підтверджено при наплавленні конусів засипних апаратів високовуглецевими дротами, що містять 5,3 % вуглецю.

Для зниження зварювальних напруг, підвищення тріщиностійкості конусів засипних апаратів оптимальний валик зменшено з $(20 \times 3) 10^{-3}$ м до $(10 \times 2) 10^{-3}$ м і товщина наплавленого металу на бік з 0,025 м до 0,012 – 0,017 м.

На основі проведених досліджень впливу погонної енергії на зварювальні напруги розроблено процес високошвидкісного наплавлення на низькій енергії, що забезпечує зниження погонної енергії, тепловкладення, зварювальних напруг, здрібнення мікроструктури, утримання металу від витікання з ванни, підвищення тріщиностійкості, зносостійкості конусів засипних апаратів і зниження собівартості металу.

Мінімум енергії – максимум тріщиностійкості.

СТАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗВАРЮВАЛЬНОЇ ДУГИ

І.В. Воленко, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

Труби для газо- і нафтопровідних магістралей експлуатуються при високих тисках і низьких температурах, тому виготовляються з високоміцних сталей, при зварюванні яких трудно забезпечити ударну в'язкість зварних з'єднань.

При зварюванні труб значно зростає магнітне поле зварювального струму, магнітне дугтя, електромагнітна сила відхиляє дугу в сторону меншого магнітного поля до обриву, довжина дуги зростає, стабільність і формування швів порушується, що приводить до зниження ударної в'язкості зварних з'єднань.

Природа зниження ударної в'язкості зварних з'єднань при електродуговому зварюванні полягає в нагріванні метала шва і ЗТВ, тепловкладення, мікроспотоворення кристалічної решітки, мікронапруг, щільності дислокацій, появи зварювальних напруг, зростанні міжатомної відстані та зниженні міжатомних зв'язків.

Ефективним способом зниження енергії є підвищення швидкості зварювання, що зменшує погонну енергію, і напруги на дузі. Скорочення довжини дуги і напруги на дузі приводить до зниження діючої на дугу електромагнітної сили, підвищенню стабільності, якості швів і ударної в'язкості зварних з'єднань.

Статична характеристика зварювальної дуги, яка представляє залежність напруги від зварювального струму, визначає умови існування дуги, стабільність процесу, формування швів і ударну в'язкість зварних з'єднань. Основним фактором, що підвищує ударну в'язкість зварних з'єднань, є висока швидкість зварювання, яка зменшує погонну енергію, тепловкладення, мікроспотоворення кристалічної решітки, мікронапруги, щільність дислокацій, зварювальні напруги, здрібнює структуру, зменшує міжатомну відстань і збільшує міжатомні зв'язки.

При односторонньому високошвидкісному зварюванні важливо забезпечити рівновагу дуги і рідкого металу ванни, що визначається статичною характеристикою дуги, яка залежить від форми електроду. При зварюванні дротяним електродом дуга обертається по концентрованому торцю дроту, при зварюванні стрічковим електродом дуга обертається по торцю стрічки.

Побудову статичної характеристики проводили на прямій полярності для стрічки перерізом $(45 \times 0,5) \cdot 10^{-3}$ м та дроту діаметром $5 \cdot 10^{-3}$ м при збудженні дуги довжиною $4 \cdot 10^{-3}$ м.

При побудові статичних характеристик дуги в відкритій атмосфері напругу визначали по осцилограмі в момент встановлення заданої довжини дуги. Встановлено, що у відкритій атмосфері градієнт потенціалу стовпа дуги, що горить на стрічковому електроді, вище, ніж на дротяному внаслідок стиснення стовпа при охолодженні під час руху дуги по торцю стрічки:

Встановлено, що статична характеристика $U_D = f(I)$ при $I_D = const$ відкритої дуги, що горить на стрічковому електроді, як і на дротяному,

має U -образну форму. Падаюча характеристика при малоамперній дузі перетворюється на незалежну. Перехід до зростаючої характеристики відбувається для стрічкового електрода при нижчих значеннях струму ($I = 90 \text{ A}$), ніж для дротяного ($I = 200 \text{ A}$), що пояснюється припиненням зростання площі катодної плями на стрічці через обмеженість перерізу при нижчих значеннях струму порівняно з дротом. При однаковому значенні струму ($I > 90 \text{ A}$) дуга, що горить у відкритій атмосфері на стрічковому електроді, більш стиснена, ніж на дротяному.

При зварюванні на низькій напруги на дузі зростає швидкість обертання дуги, охолодження і зменшується діаметр дуги, що посилює пінч-ефект, концентрацію і саморегулювання дуги.

При односторонньому високошвидкісному зварюванні на низькій напруги на дузі зменшується енергія, зростає швидкість обертання і охолодження дуги, діаметр дуги зменшується, дуга концентрується, ефективність тепловкладення зростає, зона термічного впливу скорочується, забезпечується саморегулювання, рівновага, якісне формування і підвищення ударної в'язкості.

Розроблено процес одностороннього високошвидкісного зварювання труб для газо- і нафтопровідних магістралей складовим електродом, який за рахунок зниження напруги на дузі забезпечує зменшення енергії, тепловкладення, зварювальних напруг, здрібнення мікроструктури, зменшення міжатомної відстані, підвищення міжатомних зв'язків і ударної в'язкості зварних з'єднань.

ОДНОСТОРОННЄ ВИСОКОШВИДКІСНЕ ЗВАРЮВАННЯ ТРУБ ДЛЯ ГАЗО-І НАФТОПРОВІДНИХ МАГІСТРАЛЕЙ

С.В. Щетинін, проф., д-р техн. наук,

В.І. Щетиніна, проф., д-р техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

Одностороннє високошвидкісне зварювання труб для газо- і нафтопровідних магістралей обмежено порушенням стабільності процесу і формування зворотного валика на флюсовій подушці, утворенням підрізів і зниженням ударної в'язкості зварних з'єднань. Тому розробка процесів одностороннього високошвидкісного зварювання труб, що забезпечують підвищення якості і ударної в'язкості зварних з'єднань є важливою науково-технічною проблемою.

При односторонньому зварюванні на флюсовій подушці на метал ванни діють спрямовані вниз тиск дуги РД, тиск електродного металу РЕ, магнітний тиск РЕМ, гідродинамічний тиск рідкого металу РГ, тиск флюсу РФ і спрямовані вгору тиск поверхневого натягу РПН і тиск флюсової подушки РФП.

Яксне формування зворотного валика при односторонньому зварюванні на флюсовій подушці забезпечується при рівновазі тисків, діючих на рідкий метал зварювальної ванни:

$$P_D + P_E + P_{EM} + P_G + P_\Phi = P_{ПН} + P_{ФП}$$

Представлена модель процесу одностороннього високошвидкісного зварювання отримана на основі експериментальних даних оплавлення складового електрода при зварюванні труб для газо- і нафтопровідних магістралей.

Головна роль в формуванні швів при односторонньому високошвидкісному зварюванні належить тиску дуги, що є результатом пінч-ефекту, визначає процеси в зварювальній ванні і зростає з підвищенням швидкості зварювання

Для підвищення швидкості розроблена електромагнітна теорія утворення підрізів і спосіб високошвидкісного зварювання складовим електродом з дроту і U-подібної стрічки, прямо- лінійні ділянки якої розташовуються попереду дроту. Дуга, що горить на прямолінійних ділянках стрічки, збільшує тепловкладення в бічні кромки ванни. В результаті, електричний опір зростає, зменшується струм, через бокові кромки і спрямований вниз магнітний тиск, що запобігає утворенню підрізів.

При односторонньому високошвидкісному зварюванні складовим електродом дуга обертається по торцю електрода в поздовжньому та поперечному напрямках, що приводить до збільшення площі, по якій обертається активна пляма, зниження тиску зварювальної дуги в 4 рази та якісному формуванню зворотного валика на флюсовій подушці не залежно від зазору в стику. Розрахунково-експериментальні данні підтверджені при односторонньому високошвидкісному зварюванні труб для газо-і нафтопровідних магістралей на флюсовій подушці, при якій тиск повітря в пневмошлангах зменшували з 3,5 атм в магістралі до 0,8 атм за допомогою редуктора, так як при виробничому тиску шви формувалися увігнутими.

Труби для газо- і нафтопровідних магістралей мають кривизну з максимумом у центрі, тому флюсова подушка, на яку надівається труба, складається з двох розташованих один над другим пневмошлангів. Це забезпечує рівномірне піджаття флюсу та якісне формування зворотного валику по всій довжині труби. Постійний виліт електроду при зварюванні забезпечується розташованим на автоматі кінцевим вимикачем, який піднімає і опускає автомат в залежності від кривизни труби.

Значна роль при односторонньому високошвидкісному

зварюванні на флюсовій подушці належить високій швидкості, з підвищенням якої збільшується швидкість руху металу в ванні, знижується гідродинамічний тиск, та зростає швидкість кристалізації, що попереджує витікання рідкого металу та забезпечує якісне формування зворотного валику.

З підвищенням швидкості зварювання знижуються погонна енергія, тепловкладення, мікроспотворення кристалічної решітки, мікронапруги, щільність дислокацій, зварювальні напруги та підвищується ударна в'язкість зварних з'єднань.

Розроблено спосіб одностороннього високошвидкісного зварювання труб для газо-і нафтопровідних магістралей складовим електродом, що забезпечує зростання швидкості зварювання, подрібнення структури, скорочення міжатомної відстані, підвищення міжатомних зв'язків, ударної в'язкості та якісне формування зворотного валику на флюсовій подушці не залежно від зазору в стику.

СУЧАСНИЙ ПІДХІД ДО ПРОБЛЕМИ МІНІМІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ У ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ

В.С. Волошин, проф., д-р техн. наук,

Т.Г. Данилова, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

Обговорення питань відходоутворення у технологічних укладах є вкрай актуальним для сучасного технізованого суспільства.

Не все гаразд і з виробництвами шостого технологічного укладу. Такі технології, як нано-, засновані на асемблюванні нановиробів з вихідних наночастинок, які, за загальною ідеєю їх засновників М. Танігуті, Х. Дрекслера та ін, повинні бути практично безвідходними, в даний час такими не є.

Структура сучасної класичної системи технологічного процесу складається із технічної системи (рис. 1), покликаної забезпечувати здійснення цього процесу. На вході такої системи обов'язковий деякий матеріальний сировинний потік (S_k - безперервний або дискретний), потік енергії (E_o), який приводить в дію інструменти самої технічної системи (ТС), щоб цілеспрямовано змінювати стан сировинного матеріалу, а також інформаційний потік (I_o), який відображає засоби та допустимі умови для переробки сировинних матеріалів у матеріальні потоки готової продукції (\vec{P}) та відходів (\vec{W}). На виході системи традиційно маємо власне корисну продукцію (P), заради якої існує дана виробнича система та відходи (W), структура і якість яких довільні, та залежать від багатьох факторів самого виробничого процесу.

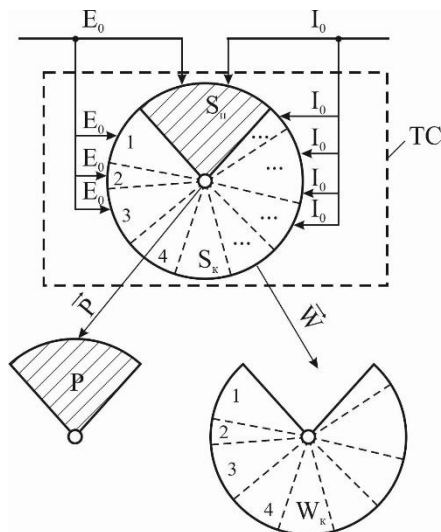


Рис. 1 - Умовна схема традиційного технологічного процесу (позначення за текстом)

1. Сировинний потік, як правило, є полікомпонентним, складається з "n" компонентів і призначається для отримання корисної продукції у вигляді найчастіше одно-двокомпонентної речовини (S_n). Інші компоненти ($S_k, k = 1(1)n$) сировинної бази якщо і переробляються, то тільки тими самими способами і тими ж джерелами енергії, що і основний компонент. І не більше. Якщо основний компонент (S_n) переробляється, наприклад, за допомогою теплової енергії, то інші компоненти (S_k) сировинної бази також переробляються цим видом енергії. Найчастіше виробнича система не має інших джерел енергії.

2. Джерело енергії в технологічному процесі обирається відповідно до існуючих інженерних уявлень про способи отримання необхідного корисного продукту із заданої полікомпонентної сировини. При цьому вони зазнають довільних перетворень, що роблять їх згодом непридатними як товарну продукцію: такі компоненти або частини сировини для основного технологічного процесу деформуються (стружка) взаємно спікаються (шлаки), змішуються (сипучі речовини), взаємно розчиняються (забруднення), пил) та ін. Для корисних змін цих компонентів потрібна інша енергія, інші технологічні умови (інша інформація). Існуючі технологічні процеси в абсолютній більшості до цього не пристосовані (такі завдання перед ними ніколи не ставилися).

Отже, у самому спрощеному варіанті, має право існування гіпотеза у тому, що природа появи відходів може бути у двох рівнозначних складових: багатокомпонентної сировинної бази та локальних джерел енергії, що застосовуються у цьому технологічному процесі.

Незважаючи на існування у світі вже шостого технологічного укладу, більша частина товарної продукції та предметів споживання виготовляється у технологіях п'ятого, четвертого і навіть третього технологічних укладів. І суспільство поки що не навчилося ні ефективно справлятися з відходами в джерелі їх виникнення хоча б в одному з існуючих технологічних укладів, ні мінімізувати їх до рівня, безпечного для довкілля.

Нові ідеології в технологічних укладах ще тривалий час пробиватимуть собі дорогу. Але за ними перспектива. Вона пов'язана із існуванням людства, а йому альтернативи бути не може.

РОЗРОБКА ЕКОНОМНОЛЕГОВАНИХ НАПЛАВНИХ МАТЕРІАЛІВ З ЕФЕКТОМ САМОЗМІЩЕННЯ В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

А.М. Зусін, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

Ресурсозбереження є одним із головних завдань, в умовах сучасних підприємств, адже постійне зростання цін на сировину та інші матеріали призводять до підвищення вартості кінцевої продукції і зниження конкурентоспроможності.

Електродугова наплавка є одним з найбільш широко застосовуваних способів відновлення деталей і інструментів в промисловості. Наплавні матеріали часто не забезпечують належних показників довговічності, а також містять в своєму складі чималу кількість дорогих легуючих елементів таких як: нікель, молібден, титан і ін. Це призводить до підвищення вартості робіт.

Одним з головних напрямків при створенні наплавлювальних матеріалів є отримання в наплавленому шарі металу метастабільною структури, здатної адаптуватися до умов зовнішнього впливу при експлуатації за рахунок самоорганізації. Дана особливість дозволяє істотно підвищити довговічність деталей машин і конструкцій і ефективно вирішувати проблему ресурсозбереження.

Важливим напрямком в розробці наплавлювальних матеріалів є забезпечення отримання в структурі поряд з іншими фазами метастабільного аустеніту, здатного при експлуатації зазнавати мартенситні перетворення.

Поряд з високими експлуатаційними властивостями, їм притаманний ряд недоліків. До них відносяться: важка оброблюваність різанням наплавленого металу різанням, його недостатня корозійна стійкість. Зазначені причини обмежують застосування раніше розроблених наплавлювальних матеріалів.

Поведені роботи по розробці складу флюсу для наплавлення хромомарганцевих порошкових дротів.

За рахунок використання розроблених складів флюсів, отримана можливість регулювання хімічного складу наплавленого металу, використовуючи один лише дріт ПП-Нп-12Х12Г12СТ, за рахунок зміни змісту тих чи інших компонентів в складі флюсу. Все це дозволило отримувати необхідні експлуатаційні показники наплавленого шару.

СЕКЦІЯ: МЕТАЛУРГІЙНЕ ОБЛАДНАННЯ ЗАВОДІВ ЧОРНОЇ МЕТАЛУРГІЇ

ФРАКТОГРАФІЧНИЙ І РЕНТГЕНОГРАФІЧНИЙ АНАЛІЗ ЛОКАЛЬНО-ЛЕГОВАНОГО МЕТАЛУ

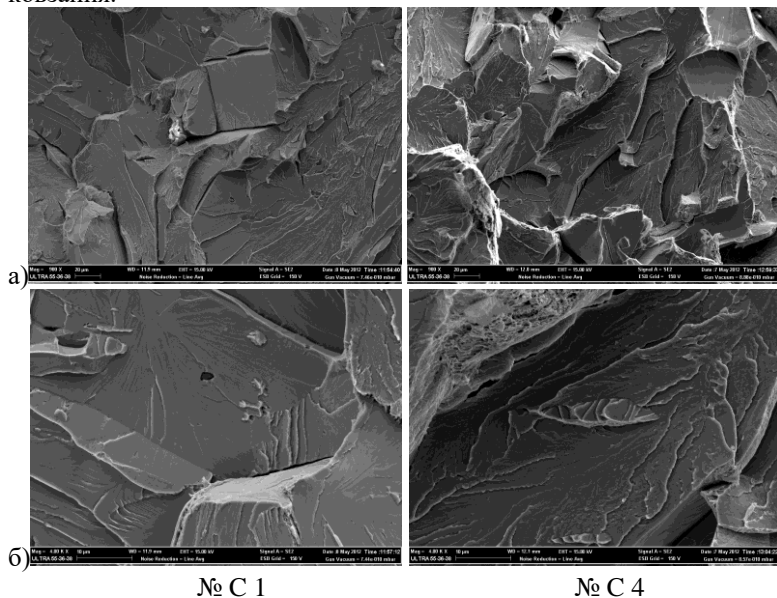
Д.О. Рассохін, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

Однією з найважливіших характеристик працездатності та надійності деталей є схильність до крихкого руйнування за знижених температур. Для визначення широко використовуються серіальні випробування на ударний вигин (з визначенням ударної в'язкості, відсотка в'язкої складової в зламі) в широкому інтервалі температур. Проведення випробувань при температурах, що поступово знижуються, дозволяє досягти крихкого руйнування. Криві залежності ударної в'язкості і відсотка в'язкої складової у зламі від температури випробування досить повно характеризують холодноламкість сталі, а температуру переходу з в'язкого стану в крихкий, визначену за цими кривими, можна вважати мірою опору крихкому руйнуванню.

Поломка виробу пов'язана з роз'єднанням (руйнуванням) його на дві (або більше) частини, які раніше становили єдине ціле. Виникнення поломок може бути пов'язане з впливом механічних, хімічних чи термічних факторів. Причиною поломки може бути неправильний вибір матеріалу та/або технології його обробки, а також аварійні умови експлуатації. Вивчення поверхні зламу дозволяє визначити причини руйнування досліджуваного зразка. Для вивчення були відібрані дослідні зразки: № С1, С4, що були попередньо мікролеговані карбідом ванадія.

У зразках №№С1, С4 виявлено внутрішньозеренну

(транскристалітну) руйнацію. Таке руйнування відбувається за механізмом сколу з утворенням струмкового (річкового) мікрорельєфу (рис. 1). Скіл являє собою локальне розщеплення за певними кристалографічними площинами, яке відбувається в металах, що виявляють слабку здатність або повну відсутність до поперечного ковзання.



№ С 1 № С 4
 Рис. 1 - Фрактограми зразків №№С1 та С4 (збільшення а) x5000,
 б) x20000)

Руйнування сколом відбувається зазвичай при низьких температурах або великих швидкостях навантаження, коли у вершини тріщини реалізується умова плоскої деформації.

Тріщини сколу зароджуються в місцях, де усладнене кристалографічне ковзання, тобто на межах зерен, на перетинах двійників, площин ковзання, на включеннях і частинках другої фази. Фасетки з струменистим візерунком спостерігаються усередині зерен у вигляді сходів між ділянками тріщини на паралельних площинах сколу даного зерна (рисунок 1). У міру поширення через зерно ділянки тріщини ростуть завширшки і наближаються одна до одної. Сходинки між площинами сколу являють собою місця руйнування тонких перемичок, що з'єднують ділянки тріщини сколу, що зблизилися. Ці сходи сходяться в одну точку, від якої починається локальний розвиток

тріщини, тому за їх орієнтацією можна судити про напрям поширення тріщини на даному локальному ділянці.

Введення ванадію збільшує опір крихкої тріщини сталі 35Л. При цьому на поверхнях макрокрихкого зламу спостерігається збільшення енергоємності руйнування, чому сприяє дроблення фасеток сколу, а також розгалуження сходів сколу внаслідок гальмування крихкої тріщини на межах зерен та субзерен.

Вивчаючи вид сколу, розвиток тріщини на представлених фрактограм можна з достатньою впевненістю судити про якість легованого металу в порівнянні з основним.

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ДИСКОВИХ ПИЛ У ПРОКАТНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

А.О. Іщенко, проф., д-р техн. наук, С. В. Капустін, аспірант,
ДВНЗ «ПДТУ»

На сьогоднішній день проведено ряд досліджень та опубліковано деякі статті на тему підвищення стійкості до зносу та ефективності використання пил гарячого різання в умовах сучасного металургійного виробництва. Однак, до теперішнього часу остаточно не вирішена проблема низької продуктивності ділянок різання сортового прокату, обумовлена недостатньою швидкістю процесу розкрою металу дисковими пилами. Частково ця проблема була вирішена шляхом впровадження у 80 роках минулого століття роторних пил, відмінна особливість яких складалась у підвищенні швидкостей пильного диску на прокат під час різання. При цьому залишалися невирішеними питання надійності цих конструкцій та вдосконалення режимів різання, зокрема швидкості обертання пильного диска. Але за останні пів століття суттєвих змін у питанні вдосконалення конструкцій пил та режимів різання не відбулося.

Найчастіше до складу обладнання ділянки різання входять пересувні пилки, що включають елементи безупорного різання, і упори для зупинки прокату. Таке комбінування дозволяє здійснювати різання прокату в широкому діапазоні мірних довжин. Оцінюючи існуючі схеми, необхідно сформулювати основні вимоги до ділянок різання. До них насамперед слід віднести: 1) наявність резерву продуктивності порівняно з продуктивністю стану; 2) надійність у роботі та можливість резервування; 3) точність відрізки мірних довжин; 4) можливість швидкого перенастроювання на іншу мірну довжину; 5) мінімальні займана площа та металомісткість. Але всі ці вимоги у повній мірі не можуть бути реалізовані при використанні існуючого обладнання і тому

потрібно вдосконалення, як самих конструкцій пил, так і більш продуманої організації роботи на ділянках різання прокату.

ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ ДІАГНОСТИКИ ОБЛАДНАННЯ ЗА УМОВ ВИРОБНИЦТВА

В.М. Кравченко, проф., д-р техн. наук, Д.В. Кокодей, ст. гр. МБ-19,
ДВНЗ «ПДТУ»

Першим етапом вирішення завдань технічного діагностування є формування переліку машин, що діагностуються. Ознайомленню з конструкцією машини передують етап вибору методів та засобів діагностування. Для металургійного заводу структурною одиницею є цех, тому спочатку складається перелік всього устаткування цеху. Потім проводять поділ машин та механізмів за групами однотипного функціонування. У цеху зазвичай виділяють: - кранове обладнання; основні технологічні машини; допоміжне обладнання; насоси; вентилятори та димососи; гідравлічне обладнання.

По кожній групі обладнання розробляються методики діагностування, вибираються кошти та визначається періодичність діагностування. Розв'язання задач діагностування здійснюється послідовно. Наприклад, для електросталеплавильного цеху рекомендується наступна послідовність: механізми роторного типу (насоси подачі води, вентилятори, димососи, насоси гідроприводу); технологічні механізми (механізм гойдання кристалізатора, тянучі кліті, поворотний стенд); допоміжне обладнання (рольганги МБЛЗ); кранове обладнання.

У кожній групі визначають однотипні машини та ступінь резервування. За всіма механізмами складають кінематичні схеми з короткою технічною характеристикою: призначення, потужність двигуна, маса машини, тип і передавальне число редуктора, маса, основні параметри робочого органу. Проводять аналіз відмов за найближчий проміжок часу (від 5 до 10 років), виявляючи причини відмов, характер руйнування вузлів, простої цеху, час ремонту, видношування, проведені реконструкції.

ДОСЛІДЖЕННЯ АБРАЗИВНОЇ СТІЙКОСТІ ПОЛІМЕРНОГО МАТЕРІАЛУ ДК-2 В ПОЄДНАННІ З КОРУНДОМ

О.В. Носовська, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

Для дослідження захисних покриттів на стирання існує досить велика кількість різноманітних пристосувань, проте в одному випадку

їх використання вимагає досить тривалого часу для проведення випробувань, в іншому випадку – занадто складні пристосування для їх виготовлення в умовах навчальної лабораторії. Тому, для натурних випробувань зносостійкості розроблених покриттів здійснено дві спроби створення пристрою для досліджень. Перша з них передбачає використання піскоструминної установки в сукупності зі спеціально виготовленим пристосуванням, зображеним на рис. 1.

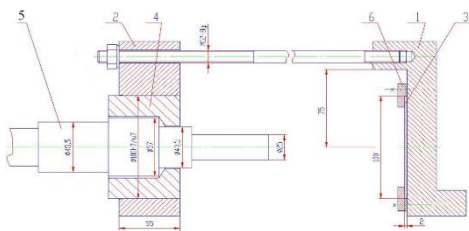


Рис. 1 – Пристрій для встановлення заготовки

У двох частинах корпусу 1 і 2 закріплюється зразок 3, який вставлявся в прорізи, що утворені двома пластинами 6. Запресована втулка 4 в корпус 2 фіксується за допомогою двох гвинтів і мала отвір для закріплення сопла 5 піскоструминного апарату АС-50.

Зразки для випробування виконані з пластин 50×80 мм товщиною 5 мм, на які після зачистки і знежирення наноситься захисний шар полімерного матеріалу товщиною 3 мм. Зразки обробляються струменем повітря з піском протягом 20 секунд, і після цього виконується оцінка зносу зразків шляхом зважування за допомогою спеціальних електронних ваг з живленням від мережі змінного струму і робочим діапазоном температур $10-35^{\circ}\text{C}$.

Друга експериментальна установка дозволяє здійснити спробу використання прямого моделювання як середовища, що діє на корпус шламових насосів під час їх роботи, так і характеру взаємодії цього середовища із стінками корпусу. З цією метою розроблена і виготовлена установка, показана на рис. 2.

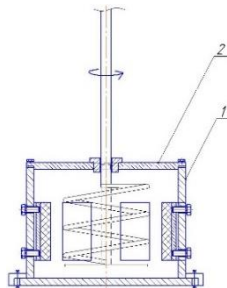


Рис. 2 – Пристрій для дослідження абразивного зносу

Пристрій складається з корпусу 1, що імітує корпус насоса з наглухо закритою кришкою 2, в центрі просвердленим отвором. У цей отвір вставляється міксер, хвостовик якого закріплюється в патроні свердильного верстату з наступними технічними характеристиками: $P_{дв} = 0,25$ кВт, $n_{дв} = 1400$ об/хв, $i = 3,14$.

Корпус пристрою закріплюється на станині свердильного верстата болтами і герметизується гумовим ущільненням, встановленим під кришку. У корпусі виконано отвори для кріплення піддослідних зразків. 8 пар отворів розташовуються по периметру корпусу і дозволяє закріпити всередині 8 зразків з нанесеним на них полімерним покриттям. Конструкція свердильного верстата дозволяє поступово регулювати швидкість обертання міксера в межах 445-1400 об/хв.

В якості полімерного матеріалу, який випробовується на знос, застосовується вітчизняний матеріал на поліуретановій основі ДК-2, виготовлений за ТУ У23.3-02070812-002 2014 року, розробленими на кафедрі МОЗЧМ ДВНЗ «ПДТУ». Наповнювачами, які повинні сприяти підвищенню зносостійкості полімерної комбінації були такі матеріали: кварцовий пісок, керамічний порошок MF-50, корунд фракцією 2,0 і 0,2 мм, порошок твердого сплаву фракцією до 0,2 мм. Причому кількості полімеру і наповнювача обираються в різних співвідношеннях з метою пошуку оптимального складу, що має стійкість до зношування.

На підставі експериментального дослідження процесу зносу захисного покриття і його механічних характеристик визначені основні характеристики процесу: коефіцієнт питомого опору зносу і коефіцієнт відновлення композиту. Експериментально встановлено залежність інтенсивності зносу броні корпусу насоса від кількості наповнювача в композиті на поліуретановій основі.

СЕКЦІЯ: АРХІТЕКТУРА ТА МІСТОБУДУВАННЯ, БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ

ЗАСТОСУВАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЙ У БУДІВНИЦТВІ

Т.М. Годун, ст. викладач, Ю.В. Сергієнко, доц.,
Я.Г. Шевченко, ст. гр. ПГС-22-М, ДВНЗ «ПДТУ»

Біотехнології це можливості використання органічних матеріалів чи організмів для вирішення деяких наслідків життєдіяльності людини. Застосування біотехнологій в будівництві може бути корисним як для довкілля, так і для забезпечення ефективності та тривалості будівель.

Біотехнологія може бути застосована для вирощування рослин,

які можуть бути використані для покриття стін та покрівель будівель. Це дозволяє знизити витрати на опалення та охолодження будівель.

Використання біотехнології може допомогти зменшити витрати на будівництво шляхом використання біологічних матеріалів, таких як гриби, котрі можна використовувати як будівельні матеріали. Також завдяки створенню біохімічних реакторів для очищення води та повітря в будівлях.

Біотехнологія дає можливість для створення "розумних" будівель, здатних моніторити своє середовище та реагувати на зміни в ньому, наприклад, за допомогою вбудованих сенсорів та систем автоматичного управління.

У будівництві об'єктів громадського призначення, а саме торговельних центрів застосування біотехнології може сприяти енергоефективності та зменшенню витрат на енергію. Так встановлення біологічних систем очищення повітря може допомогти знизити витрати на опалення та кондиціювання повітря.

Завдяки застосуванню цієї технології виникає можливість допомогти знизити ризик виникнення інфекцій та захворювань серед відвідувачів об'єктів громадського призначення. Ця можливість реалізується застосуванням антибактеріальних матеріалів для обробки поверхонь та повітря, що може зменшити кількість бактерій та вірусів, що переносяться повітрям.

Біотехнологія може допомогти забезпечити комфортні умови для відвідувачів об'єктів з великим потоком людей. Встановлення системи рослинного озеленення може покращити якість повітря та сприяти зниженню рівня шуму та стресу серед відвідувачів.

Використання біотехнології може сприяти створенню інноваційних рішень та підвищенню конкурентоспроможності таких об'єктів, як торговельні центри. Застосування технологій 3D-друку та робототехніки може дозволити швидше та якісніше здійснювати будівельні роботи та покращити якість обслуговування відвідувачів.

Ця технологія у конструкціях може забезпечити підвищену міцність та довговічність матеріалів за рахунок зміцнення їх структури за допомогою мікроорганізмів. Також допомогти знизити вартість виробництва та збереження матеріалів, що забезпечить більш економічну та стійку до зносу будівельну технологію, зменшити вплив на навколишнє середовище та створити більш екологічно чисті матеріали.

Завдяки біотехнології можна допомогти вирішити проблему біологічного руйнування матеріалів, що особливо важливо для будівель та інфраструктури, які експлуатуються в умовах високої вологості,

солоного середовища або екстремальних температурних умов.

Біотехнології допомагають створити матеріали, які мають покращені технічні характеристики, такі як збільшена міцність, пружність та стійкість до впливу шкідливих факторів, матеріали з покращеними експлуатаційними характеристиками, наприклад, стійкість до ультрафіолетового випромінювання, абразії, корозії та інших негативних факторів впливу.

Біотехнології можуть допомогти вирішити проблему нестачі ресурсів та зменшити негативний вплив будівництва на навколишнього середовища. Завдяки зменшенню кількості відходів, забезпечується більш екологічні будівельні технології. Саме це може допомогти зменшити вплив будівництва на навколишнє середовище, а також застосування відновлювальних джерел енергії та екологічно чистих матеріалів.

АРХІТЕКТУРА ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ УСТАНОВ

С.І. Симонов, доц., В.С. Гаркуша, доц., Д.О. Босий, ст. гр. ПГС-22-М,
ДВНЗ «ПДТУ»

Архітектура загальноосвітніх установ відіграє значну роль у формуванні середовища навчання учнів. Добре спроектована шкільна будівля може покращити загальний досвід навчання, сприяти творчості та покращити успішність. Розвиток шкільної архітектури пройшов довгий шлях від традиційних будівель із цегли та розчину до сучасних, екологічно чистих споруд, що забезпечують комфортне навчання.

Додавання засобів маломобільності до архітектури загальноосвітніх шкіл є важливим для забезпечення рівних можливостей та інклюзивності для всіх учнів, у тому числі людей з обмеженими можливостями. Це може включати встановлення підйомних платформ, поручнів, спеціальних ліфтів та інших засобів, які полегшать доступ для людей з обмеженою рухливістю.

Забезпечення доступності для людей з обмеженими можливостями сприяє створенню більш сприятливого та підтримуючого середовища, яке дозволяє їм легко переміщатися шкільними коридорами, будинками та просторами. Це також допомагає покращити якість освіти та забезпечити рівні можливості для успіху для всіх учнів, незалежно від їх фізичних обмежень. Додавання засобів маломобільності також може сприяти усвідомленню та розумінню проблем доступності серед інших учнів та персоналу, що сприяє створенню більш інклюзивного та гуманного суспільства.

Сьогодні архітектори проєктують школи, приділяючи особливу

увагу створенню просторів, які надихають учнів навчатися, співпрацювати та запроваджувати нововведення. Використання природного світла, відкритих просторів та інтерактивних технологій – ось лише деякі з особливостей сучасних шкільних будівель. Під час проектування шкільної будівлі слід також враховувати доступність, безпеку та стійкість.

Таким чином, архітектура загальноосвітніх установ істотно впливає на навчальний досвід учнів. Вкрай важливо враховувати останні тенденції та передовий досвід у шкільній архітектурі, щоб створити сприятливе середовище навчання для учнів.

СПЕЦІАЛЬНІ ЗАСОБИ СТОПОРІННЯ

Ю.В. Сергієнко, доц., Т.М. Годун, ст. викладач, С.І. Симонов, доц.,
ДВНЗ «ПДТУ»

Основне завдання кріпильних деталей створити і надійно зберегти зусилля затягування з'єднання на період експлуатації вузла. Значить, в першу чергу треба забезпечити створення цього зусилля. Для підвищення стопорять властивостей часто застосовують кріпильні деталі з дрібною різьбою.

На працездатність різьбового з'єднання при правильній його затягуванні впливає безліч факторів. Це міцність кріпильних і деталей, що з'єднуються, шорсткості контактуючих поверхонь, наявність мастила і інше.

Незважаючи на те, що різьба різьбового з'єднання має кут підйому гвинтової лінії набагато менше, ніж кут тертя, вібрація, змінні навантаження, порушення технології сприяють роз'єднанню деталей різьбового з'єднання. Для запобігання цього застосовуються спеціальні пристрої (засоби, методи), які поділяються на такі види:

1. Стопоріння додатковим тертям
 2. Стопоріння жорстке
 3. Стопоріння способом нанесення клею, лаку, фарби
- Розглянемо кожен з наведених видів стопоріння.

До стопоріння додатковим тертям відносяться: контрвання, установка пружинної шайби, використання гайок з не круглим різьбленням, використання анкерних гайок, самоконтрівні гайки.

Установка пружинної шайби (так звана шайба Гровера) під гайку або головку болта з створенням додаткового натягу в різьбі і запобіганням обертання з'єднувальних деталей. Стопорну дію шайби, Гровера засноване на урізанні гострих кромки шайби у прилеглі до неї поверхні при спробі відвернення аж до початку зняття стружки, що

перешкоджає неконтрольованого прокручування гайки або болта після затягування або незначного розслаблення різьбового з'єднання.

Шайба являє собою виготовлений із загартованої сталі кільце з косим розрізом під кутом $\sim 15^\circ$ до осі кільця.

Кінці шайби злегка розведені і забезпечені гострими кромками. При затягуванні кільце стискається, кромки вриваються в тіло гайки і в опорну поверхню, забезпечуючи стопорення гайки «на корпус». Вривання помітно виражена в тому випадку, коли опорні поверхні мають не дуже високу твердість. Неприпустима установка шайб Гровера на поверхнях м'яких металів (наприклад, литі алюмінієві і магнієві сплави): зубчики шайб псують такі поверхні.

Основний недолік шайби Гровера полягає в тому, що від збільшення перерізу кільця в ширину і в висоту зростає розвивається кільцем пружна сила, але не підвищується пружна деформація.

СЕКЦІЯ: ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДПРИЄМСТВ

ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПРОПУСКНОЇ СПРОМОЖНОСТІ СТАНЦІЙ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Г.В. Маслак, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ЛДТУ»

Проблема визначення потрібного колійного розвитку, отже, і наявної пропускної спроможності станцій є актуальною для всіх етапів розвитку, як залізничного транспорту зовнішньої мережі, і промислового транспорту підприємств. Нестача прийнятно-відправних колій призводить до затримок поїздів на підходах до станції або до непродуктивного простою на прилеглих роздільних пунктах, надлишок – утримувати інфраструктуру, що не використовується. В умовах динаміки зовнішніх вагонопотоків та виробничого середовища при плануванні оперативної роботи диспетчерському апарату дуже важливо правильно оцінити, який потік поїздів може пропустити та чи інша станція.

Діючі методики визначення пропускної спроможності не враховують ємність колійного розвитку станцій у плані довжини колій та їх відповідності довжині поїздів, що обертаються, в т. ч. графікової норми, а також додаткових функцій, які виконує промислова станція при обслуговуванні, наприклад, виробничого цеху.

Готівковою пропускною спроможністю станції з обслуговування вантажних поїздів є найбільш ймовірне їх число, яке може бути пропущено станцією за добу з усіх напрямків, що примикають, залежно

від її технічного оснащення та прийнятої технології роботи. Пропускна здатність станції визначається пропускнуою здатністю станційних колій та пропускнуою здатністю горловин. Оскільки горловини станції при прийомі та відправленні поїздів зайняті нетривалий час, то в основному оцінка пропускнуої спроможності станції зводиться до визначення раціонального колійного розвитку станції.

Питання розрахунку оптимальної кількості приймально-відправних колій на станціях у науково-технічній літературі завжди приділялася велика увага. В даний час існує чотири основних методи визначення потрібного колійного розвитку: аналітичний детермінований; аналітичний імовірнісний; графоаналітичний; імітаційне моделювання.

Кожен метод має свої переваги та недоліки. Як показали дослідження, щодо пропускнуої спроможності станцій промислових підприємств найбільш ефективним є метод імітаційного моделювання. Саме він дозволяє досить точно визначити пропускну здатність станції за умови адекватно прописаних функцій станції (процесів прийому, обробки, накопичення, розформування, вивантаження-навантаження, формування, відстою, відправлення). При цьому можливе або укрупнення або деталізація станційних потокових процесів в залежності від цілей дослідження.

АДАПТАЦІЙНА СТРАТЕГІЯ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ ВАГОНІВ ПІДПРИЄМСТВА

М.В. Хара, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»,
Сапаргуль Валієва, проф., зав. кафедрою, Інститут телекомунікацій та
інформатики Туркменістану

Рівень розвитку економіки визначається ступенем гнучкості транспортної системи промислових підприємств та її складових елементів. При цьому системі, як об'єкту управління, необхідно забезпечити раціональне поєднання властивостей «гнучкості, «рухливості» і «стабільності», тобто визначити адаптаційну стратегію свого майбутнього розвитку у певній тимчасовій перспективі. Причиною, яка визначає необхідність адаптації та відповідної постійної перебудови системи технічного обслуговування та ремонту вагонів промислового підприємства, є рухливість зовнішнього середовища. Зі збільшенням її динамізму стабільна та жорстка система управління стає недостатньо ефективною. Тому розробка механізму управління

адаптацією підрозділу транспорту промислового підприємства є актуальним питанням.

Особливістю інтегрованої системи технічного обслуговування та ремонту рухомого складу, яка функціонує у складі вагонного господарства промислового підприємства є динаміка та невизначеність витрат, термінів та обсягів виконання робіт. Як об'єкт управління інтегрована система «технічне обслуговування та ремонт вагонів» – це складний динамічний стохастичний процес. В останні роки ця система безперервно розвивається та вдосконалюється; адаптується до умов ринку. Виникає необхідність адаптації інтегрованої системи до змін, які відбуваються, тому її функціонування можливе тільки на основі адаптивного механізму.

При проектуванні механізму скористаємося теорією та технікою адаптації, навчання та самоорганізації.

Відповідно до принципу комплексності механізм функціонування інтегрованої виробничої системи «технічне обслуговування та ремонт вагонів» включає підсистеми управління: облік, аналіз та оцінка, прогнозування, планування, фінансування. У свою чергу кожна функція декомпонується на низку більш детальних.

Як виконавець виступає елемент – вагоноремонтний підрозділ (ВРП), що складається з чотирьох блоків: технічна підготовка виробництва, основного, допоміжного та обслуговуючого виробництва.

Результатом функціонування основного виробництва є випуск готової продукції – відремонтованих деповським та поточним неплановим ремонтом – вагонів, а також запасних частин.

Далі розглядається система підтримки ухвалення рішення про розвиток вагонного господарства на основі комплексної оцінки. Вона складається з оцінки та ранжування результатів діяльності ВРП, для чого використовуються адаптивні механізми оцінки та ранжирування. Адаптивний механізм оцінювання формує кількісну оцінку ВРП шляхом визначення ступеня виконання адаптивних нормативів, що регламентують його роботу. На основі поточного нормативу та фактичного стану за допомогою процедури адаптивного нормування формується адаптивний норматив оцінки на наступний період. Далі процедурою оцінювання шляхом зіставлення стану з нормативом визначається кількісна оцінка ВРП.

Ранговий адаптивний механізм формує якісну оцінку, зіставляючи отриману в адаптивному механізмі оцінку з адаптивною нормою. За допомогою процедури нормування формується адаптивна норма ранжирування, а процедура ранжирування визначає ранг ВРП.

Адаптивний механізм оцінки та ранжирування дозволяє послідовно визначати кількісну та якісну оцінки. У цьому механізмі стан зіставляється з нормативом і визначається оцінка ВРП. Далі з урахуванням оцінки коригується норма ранжирування, використовується для визначення рангу.

Адаптивність механізму забезпечується безперервним налаштуванням нормативів оцінювання та норм ранжирування. Адаптивний механізм оцінки та ранжирування відноситься до інтелектуальних механізмів функціонування вагонного господарства з можливостями багаторівневого налаштування та прийняття рішень в умовах нечітких чи неякісних команд.

Впровадження адаптивних механізмів управління ВРП дає можливість визначати вплив об'єктивних та суб'єктивних, зовнішніх та внутрішніх факторів на результати господарської діяльності, а також об'єктивну оцінку роботи підприємства, правильну діагностику його стану та прогноз розвитку на перспективу. Адаптивний механізм функціонування який визначає оцінку діяльності підприємства з виконання планів підвищує ефективність вагоноремонтного виробництва, і навіть дозволяє розробляти пропозиції щодо використання виявлених резервів у процесі господарської діяльності. Практичне розв'язання задачі здійснено на базі промислового підприємства у великому транспортному вузлі.

ВПЛИВ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НА ВИТРАТУ ПАЛИВА ТЕПЛОВОЗАМИ У МАНЕВРОВОМУ РЕЖИМІ РУХУ

О.С. Красулін, ст. викладач, ДВНЗ «ПДТУ»

Маневрова робота є невід'ємною частиною перевізного процесу. На маневровій роботі зайнято понад 40% експлуатаційного парку вантажних тепловозів. Витрати на утримання локомотивів маневрового руху становлять понад 25% від загальних експлуатаційних витрат.

Основною статтею витрат є витрати на паливо, тому зниження витрати палива в процесі маневрової роботи має істотне значення в паливно-енергетичному балансі локомотивних депо і залізниць.

Значний вплив на витрату палива надають умови роботи маневрових тепловозів на промислових підприємствах. Одним маневровим тепловозом в місяць витрачається від 7 до 8 т. дизельного палива. Маневрова робота за своїм характером значно відрізняється від поїзної. В результаті обстеження витрат умовного палива тепловозами на маневрову роботу в локомотивних депо металургійних комбінатів

України встановлено, що витрати палива становлять від 3750 до 4720 тон на рік.

Пошуки шляхів і оцінка ефективності експлуатації маневрових тепловозів, режимів роботи і паливної економічності можлива тільки при ретельному вивченні, аналізі їх експлуатації, параметрів режимів навантаження дизель-генераторних установок (ДГУ), системи технічного обслуговування (ТО) і поточного ремонту (ПР). Умови експлуатації та режими роботи маневрових локомотивів істотно відрізняються від режимів роботи магістральних тепловозів. Це пояснюється безліччю додаткових специфічних факторів, властивих тільки маневровій роботі. До таких факторів відносяться: стан колії, вид виконуваної роботи, низькі швидкості руху, часта зміна маси поїздів, велике число перемикань позицій контролера і реверсування локомотива, Малі радіуси кривих, безліч стрілочних переводів; обмежена видимість сигналів і ряд інших факторів, що впливають безпосередньо на режими навантаження ДГУ і паливну економічність в процесі їх експлуатації.

Особливістю експлуатації маневрових тепловозів є те, що транспортні операції проводяться на невеликих ділянках шляху, насиченими стрілочними переводами і кривими різного радіусу, в умовах частої зміни напрямку руху і великої кількості зупинок.

З усього різноманіття параметрів, що характеризують роботу маневрових тепловозів, що реєструються системою «Дельта» на різних навантаженнях, для оцінки та аналізу витрати палива досить використовувати кількість і порядок перемикання позицій контролера машиніста і час роботи на кожній з них, а також витрата палива на позиції у всьому діапазоні навантажень.

Аналіз даних про розподіл часу роботи тепловозів на різних станціях, при виконанні маневрової, сортувальної, вивізної і гіркової роботи, показує, що характер режимів роботи по позиціях контролера машиніста приблизно однаковий. І навіть при інтенсивній маневровій роботі, на великих сортувальних станціях тепловози працюють, в основному, на 1÷4 позиціях контролера машиніста.

Коефіцієнт використання потужності при роботі під навантаженням знаходиться в межах 0,15÷0,25. Випробування різних серій тепловозів при маневровій роботі показали, що швидкість, до якої розганяється склад, не перевищує 25 км/год.

У тепловозів з електропередачою переходи на ослаблене збудження ТЕД і назад на повне збудження проходять без погіршення тягово-економічних характеристик.

Одним із шляхів зниження непродуктивних витрат палива на маневрову роботу є планування обсягу і характеру виконуваних операцій і доведення цього плану до локомотивних бригад. Знаючи план роботи, локомотивна бригада може вибрати раціональний режим завантаження дизель-генератора, а в період тривалих простоїв може глушити дизель. З метою зниження витрати палива рекомендовані енергооптимальні позиції контролера (Пк) тепловозів.

У зв'язку з реформуванням локомотивного господарства і відділенням ремонту локомотивів від експлуатації для збільшення завантаження цехів і ремонтних позицій рекомендується об'єднання деяких ТО і ТР з метою вивільнення стійл для відстою тепловозів в холодну пору в опалювальних приміщеннях депо. Це дозволить знизити годинник "гарячого" простою тепловозів і відповідно, непродуктивний витрата палива.

Таким чином, витрата енергоресурсів на роботу локомотивів залежить в основному від умов експлуатації, терміну служби, міжремонтного напрацювання, якості ремонту і налаштування ДГУ при реостатних випробуваннях тепловозів.

СИНХРОНІЗАЦІЯ ВЗАЄМОДІЇ РОЗВАНТАЖУВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ АГЛОМЕРАЦІЙНОЇ ФАБРИКИ ТА ГАРАЖІВ РОЗМОРОЖУВАННЯ

В.Г. Дженчако, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

Переробна спроможність транспортно-вантажного комплексу визначається її ведучим – вантажним модулем, як детермінованою системою. То, для забезпечення безперебійної роботи агломераційного виробництва переробна спроможність транспортно-вантажного комплексу, має бути не менше добової потреби агрофабрики в залізовмісній сировині. Добова потреба агрофабрики у сировині (P_A) приймається відповідно до технологічних нормативів на залізовмісні компоненти шихти для виробництва агломерату. Для вирішення поставленої задачі необхідно синхронізувати роботу гаражів розморожування і транспортно-вантажного комплексу з пропускної і переробної спроможностям. У проведених дослідженнях встановлено, що для забезпечення безперебійної роботи агломераційного виробництва добова переробна спроможність транспортно-вантажного комплексу ($P_{ТВК}$) повинна прийматися з умови:

$$P_{ТВК} \geq P_A \quad (1)$$

Очевидно, що у зимовий період вона визначається добовою пропускною спроможністю гаражів розморожування $P_{ГР}$ з умови:

$$P_{ГР} \geq P_{ТВК} \quad (2)$$

З вищевикладеного виходить:

$$P_{ГР} \geq P_{ТВК} \geq P_A \quad (3)$$

Для визначення відповідності пропускної спроможності гаражів розморожування і переробної спроможності транспортно-вантажного комплексу при різній тривалості розморожування, необхідно оцінити пропускну спроможність гаражів розморожування. Результати проведеного розрахунку по традиційному методу показали, що він фактичної пропускної спроможності гаражів розморожування не визначає.

Аналіз процесу розморожування показав, що традиційний метод розрахунку пропускної спроможності гаражів розморожування не відповідає сучасним вимогам, оскільки він не враховує точну тривалість розморожування сировини, тривалість виконання ряду додаткових транспортних операцій і міжопераційних простоїв. Відповідно до змінених транспортних і виробничих умов, метод розрахунку пропускної спроможності гаражів розморожування повинен додатково враховувати тривалість виведення групи вагонів на контрольну перевірку стану сировини в процесі розморожування, тривалість проведення контрольної перевірки, тривалість постановки на додаткове розморожування і міжопераційні простоя груп вагонів з сировиною в очікуванні обміну в секції гаражів. Вказане істотно знижує точність традиційного методу розрахунку пропускної спроможності гаражів розморожування. Такий підхід необхідний для обліку тривалості всіх операцій циклу розморожування і міжопераційних простоїв і, як наслідок, для точного визначення пропускної спроможності гаражів розморожування.

Розрахунок пропускної спроможності гаражів розморожування проводився за даними металургійного підприємства на основі даних технологічного графіка процесу розморожування групи вагонів. Проведений розрахунок наявної добової пропускної спроможності гаражів показав, що вона не відповідає добовій переробній спроможності транспортно-вантажного комплексу підприємства. Тому, існуюча система підготовки змерзлої сировини до вивантаження не відповідає загальним технологічним вимогам роботи транспортно-вантажного комплексу і не забезпечує виробничих потреб аглофабрики у сировині. Тому необхідний аналіз основних факторів, що визначають пропускну спроможність гаражів розморожування і виявлення тих з них, які дозволять синхронізувати пропускну спроможність гаражів і переробну спроможність транспортно-вантажного комплексу.

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВОЗІВ НА ТРАНСПОРТНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

О.С. Красулін, ст. викладач, ДВНЗ «ПДТУ»

Основу народного господарства України складають великі металургійні, машинобудівні, гірничодобувні та ін. підприємства. Вони характеризуються використанням залізничного транспорту, значними обсягами перевезень (що досягають 50 – 60 млн. т. на рік) і технічно оснащеним транспортним господарством. Тому традиційні Транспортні технології промислових підприємств розраховані в основному на масові вантажопотоки (600-700 вагонів на добу), значний обсяг транспортної роботи і застосування потужної транспортної техніки для її забезпечення. В даний час актуальною стала проблема раціонального використання енергоносіїв у зв'язку з їх високою вартістю і посиленням конкуренції, викликаним переходом до ринкової економіки.

В умовах дії ринкових механізмів господарювання скорочення витрат і, зокрема, зниження енерговитрат, пов'язаних з транспортним обслуговуванням підприємств, стає важливим завданням і набуває міжгалузевого значення. Метою даної роботи є дослідження показників використання тепловозного парку промислових підприємств, посиляючись на конкретні дані транспортної роботи. Завдання полягає в дослідженні завантаженості тепловозів промислових підприємств за обсягом виконуваної транспортної роботи і визначенні потреби в транспортних об'єктах і доцільності їх застосування в тих чи інших випадках.

Для цього необхідно класифікувати підприємства за кількісною наявністю тепловозів, з'ясувати показники вантажопотоків прибуття і відправлення та співвіднести дані з відстанню перевезень і обсягом переробки вантажопотоків на 1 одиницю тягового засобу.

В результаті вивчення стану справ, гостро постало питання про доцільність дослідження транспортної технології, яка діє на підприємствах, на предмет оцінки роботи тягових засобів залізничного транспорту, виявлення проблемних місць та пошуку альтернативних рішень.

Оптимальне рішення ефективності транспортного обслуговування може бути знайдено із впровадженням нових транспортних технологій і мікрологістичних систем із застосуванням енергоефективних мобільних тягових засобів. Питання про технологічний режим і умови їх застосування необхідно вирішувати на основі проведення додаткових теоретичних і експериментальних досліджень.

ДО ПИТАННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ВНУТРІШНЬОЗАВОДСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ ЗМІНИ ОБСЯГУ ВИРОБНИЦТВА

М.Ю. Тимофєєнко, асистент, ДВНЗ «ПДТУ»

Сучасним металургійним підприємствам повного циклу властиві висока матеріаломісткість, підвищені вимоги до технологічності й безпеки обладнання та транспорту, великі обсяги випуску агломерату, коксу, чавуну, сталі, прокату і деяких видів допоміжної та супутньої продукції. Складна і комплексна виробнича структура підприємства об'єднана транспортно-технологічними та комунікаційними зв'язками.

Тісний взаємозв'язок промислового транспорту з технологічним процесом основного виробництва виражається в постійній необхідності вдосконалення транспортного обслуговування, відповідно до рівня технологій металургійного виробництва. Ефективне використання внутрішньозаводського транспорту між цехами підприємства дозволить забезпечити безперебійність виробництва і можливості його подальшого розвитку, механізацію та автоматизацію, якість готової продукції і її собівартість.

На металургійних підприємствах найбільш розповсюдженою формою організації внутрішньозаводських перевезень є контактний графік. Під ним розуміється система організації перевізного процесу, яка повинна забезпечувати потреби цехів підприємства в перевезеннях і регламентувати обсяги та адресність кожного вантажопотоку. Контактний графік визначає послідовність й тривалість виконання операцій з навантаження, перевезення і вивантаження вантажів на основі технічно обґрунтованих і технологічних особливостей роботи цехів, що обслуговуються.

Методика розробки контактного графіка проводиться у певній послідовності, що передбачає формування погодинного плану вантажної роботи, на основі заявки цеху, в якому потік вантажу приймаються незмінними в часі (постійним за величиною і напрямком), визначається час обороту, робочий парк вагонів, число подач на добу, кількість вагонів в подачі та особливі вимоги до даного перевезення.

Згідно з контактним графіком управління залізничним транспортом (УЗТ) закріплює певну кількість вагонів (вертушки) за цехом підприємства з урахуванням наявного резерву вагонів. Рух потягів, маневрових передач і додаткового добового плану перевезень вантажів, що не охоплені контактним графіком, здійснюється під керівництвом диспетчерського апарату. У випадку, коли подача, прибирання, навантаження або вивантаження вагонів, виконані пізніше

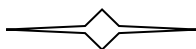
зазначених термінів, то цех підприємства або УЗТ несуть відповідальність за зрив графіка.

Враховуючи сучасні умови функціонування металургійних підприємств, а саме: 1) зменшення обсягів виробництва; 2) перерозподіл логістичних ланцюжків постачань сировини; 3) збільшення нерівномірності перевезень; 4) зменшення кількості можливих каналів збуту готової продукції; 5) оптимізація витрат металургійними підприємствами в умовах воєнного стану - набирає важливості питання усунення недоліків організації внутрішньозаводських перевезень.

Попри проведення графічного та аналітичного обліку виконання контактного графіка на підприємствах, фактичне виконання не перевищує 40-60%, що збільшує частку транспортних витрат у загальній собівартості готової продукції.

Стохастичність деяких виробничих процесів не дозволяє розраховувати довгострокові показники часу виконання вантажних операцій, подачі та прибирання рухомого складу, що безпосередньо впливає на підвищення кількості порушень і зривів контактного графіка, та потребує регулярного його коригування. Це свідчить про те, що при наявній організації перевезень зберегти постійними всі параметри системи строго регламентованими проблематично.

На підставі зазначених факторів можна зробити висновок, що при нинішніх умовах функціонування металургійного підприємства слід переглянути строге закріплення рухомого складу за окремими перевезеннями, фіксувати кількість вагонів в подачі, час обороту вагонів, інтервал їх відправлення і дослідити можливість впровадження нової форми організації внутрішньозаводських перевезень, в якій перераховані вище параметри стануть керованими та регульованими в оперативному режимі за допомогою комп'ютерних технологій, що своєю чергою посприє розвитку автоматизованої системи управління виробництвом на підприємстві. Це дозволить враховувати поточні зміни транспортного обслуговування на підприємстві й досягти високої ефективності функціонування агрегатів виробничих цехів і транспорту як єдиного цілого.



TRACTION CALCULATIONS OF TRAIN WORK FOR SUPPLY ROADS OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

B.Sh. Askarov, phd, head of the department,
A.V. Rozhkov, Cand. Sc. (Engineering), ass. prof.,
O.T. Balabaev, Cand. Sc. (Engineering), prof.,
Abylkas Saginov Karaganda Technical University, Karaganda,
The Republic of Kazakhstan,
G.V. Maslak, Cand. Sc. (Engineering), ass. prof.,
O.S. Krasulin, senior lecturer,
SHEI «PSTU»

To carry out traction calculations of the movement of trains in railway transport, it is used a calculation technique based on the solution of a mathematical model based on the solution of a differential equation for the train movement.

When developing the mathematical model, a number of assumptions were made, the main of which is the representation of the train in the form of a material point in which the entire mass of the train is concentrated.

This assumption was made in order to simplify the performance of traction calculations of train operation. For the conditions of mainline railway transport, the application of the calculation method with such an assumption showed a rather small discrepancy between theoretical calculations and the results of practical measurements.

This circumstance is explained by the peculiarities of the profile of the main railways. The profile of mainline railways is characterized by fairly long sections (from several to ten kilometers) with the same slope. Therefore, with train lengths up to 1.25 km. (the maximum standard length of the receiving and departure tracks), the assumption in the calculations of the concentration of the entire mass at one point is justified from the point of view of quite acceptable results, for practical use on the main railway tracks.

The application of this technique for train traction calculations for the conditions of access roads of industrial enterprises showed a significant discrepancy between theoretical calculations and practical results of measuring train movement parameters in experimental trips.

This discrepancy is explained by the fact that in the conditions of mainline railway transport, the train moves for a sufficiently long time on a section of the track that has the same slope. Access roads of industrial enterprises have fundamental differences in profile characteristics.

For example, let's consider the profile of the track section of the haul with a length of 10 km of the access road «Karaganda loading and transport department of the Coal Department of Arcelor Mittal Temirtau JSC» (Fig. 1).

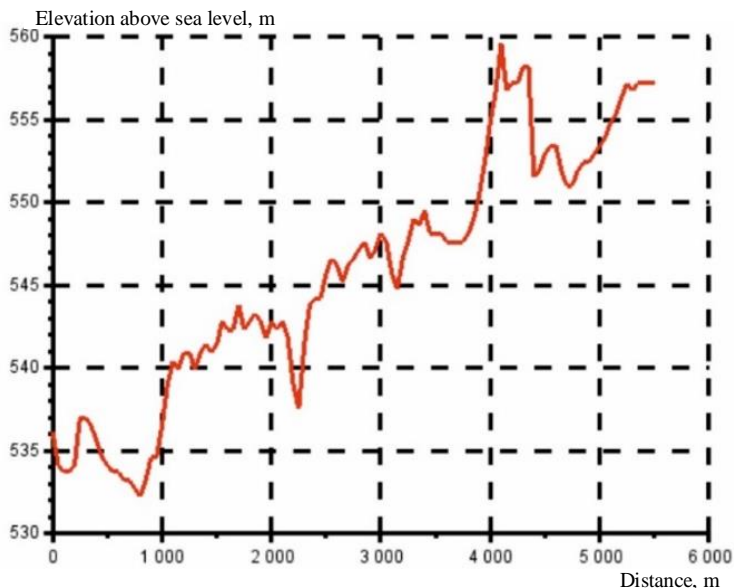


Fig. 1 – Graph of the height difference of the rail head on the section of the stage "st. Administrative - art. Radio node" KPTU JSC "Arcelor Mittal Temirtau"

According to the profile data, the height marks of the rail profile head will be:

At a distance from the beginning of the section:
 2000 m – 542.8 m; 2250 – 537.5 m; 3000 m – 548.1 m.

Thus, the slopes of the profile will be:

On the section 2000-2250 m - -26.5‰; on the section 2250-3000 m - + 14.1‰.

With a train length of 500 m and the location of the train's center at a distance slightly less than 2250 m, in the classical calculation method, the slope value will be -26.5‰, and if the train center is located a little further than the distance of 2250 m, the slope value of 14.1‰ will be accepted in the calculation. In fact, approximately half of the train will be on a slope of -26.5‰, and the other half of the train will be on a slope of +14.1‰

It is obvious that the application of the classical calculation methodology will lead to significant errors in determining the calculated parameters of the train movement.

Thus, the aim of the study was to develop a traction calculation methodology that provides for the determination of additional resistance to

train movement from a slope, taking into account the actual location of the rolling units of the train on the track section at each moment of its movement.

For this, the following tasks were solved:

- an algorithm has been developed for determining the value of the slope under each moving unit of the train (locomotive and wagons) at each moment the train is on the section during its movement.

- an algorithm for solving the differential equation of motion by a numerical method in the Scilab software environment was developed.

As is known, in the classical method of traction calculation, the additional resistance to train movement from the slope is determined by the formula:

$$w_{sl} = i, ‰ \quad (1)$$

where: i – the value of the slope on which the center of the composition is located.

In the developed method, the additional resistance to the movement of the train from the slope is determined by the formula:

$$w_{sl} = \frac{\sum_{j=1}^n m_{rtj} i_{rtj}}{m_c} \quad (2)$$

where: n – the number of mobile units in the train;

m_{rtj} – mass of the j -th rolling unit of the train;

i_{rtj} – the value of the slope on which the j -th moving unit of the train is located.

To determine the value i_{rtj} an algorithm for determining the coordinates of all moving units of the train at each moment of train movement was developed. According to the calculated coordinate and the characteristic of the section profile, the value i_{rtj} is determined.

The algorithm for calculating the parameters of train movement, based on the numerical integration of the differential equation of train movement, is implemented in the Scilab software environment.

The results of the traction calculation according to the classical method, according to the developed method, with experimental data on the actual speeds of the train, indicating the positions of the controller that determine the values of the traction force of the locomotive (in this case, the locomotive TEM2), are shown in Figure 2.

An analysis of the graphs shows that the calculation data by the classical method have deviations of up to 30%, and by the proposed method up to 5%.

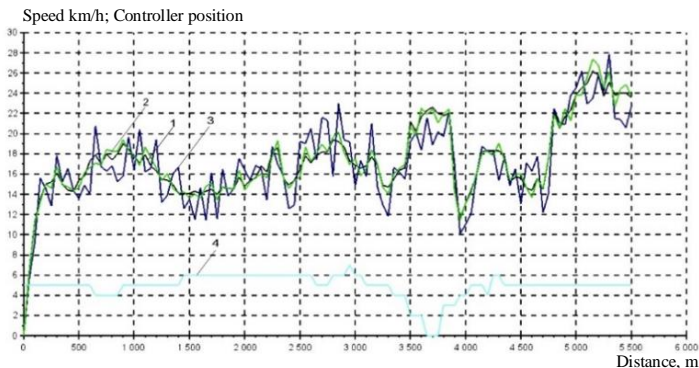


Fig. 2 - Dependence of the train speed and the position of the controller on the distance traveled: 1 – experimental data; 2 – calculation data according to the developed method; 3 – data of calculation according to the classical method; 4 – position controller

Thus, the proposed method of traction calculations is more accurate.

LOGISTICAL COORDINATION OF INTERMODAL TRANSPORTATION PARTICIPANTS

I.V. Ніколаєнко, доц., канд. техн. наук, НАУ, м. Київ,
М.В. Хара, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»,
М.О. Буряк, здобувач вищої освіти, НАУ, м. Київ

Intermodal freight transport is a system for transporting goods, particularly over long distances and across international borders, which uses a combination of two or more individual modes. Intermodal freight transportation allows the optimization of trade-offs among the components of supply chains and the service and cost aspects of transportation. Intermodal let us reduce shipping costs and works perfectly for long-distance moves. Intermodal freight transportation can increase a company's bottom line by providing significant savings over traditional over-the-road trucking. The promotion of environmentally sustainable transport, especially intermodal involving rail and sea, has developed over the past years.

The growth of intermodal freight transportation is driven by several factors: the changing customer requirements and competition of supply chains in a global marketplace; the need to flexibly respond to changing customer requirements with seamless coordination of freight and equipment flows through various modes; improving information technology and the challenges associated with their application; constraints on and coordination

of infrastructure capacity; future investment in new transport and logistics infrastructure.

The barriers that intermodal transportation is faced need to be identified in order to create an efficient goods flow throughout the supply chain to make the utilization of sustainable transport options more integrated.

Logistics coordination of intermodal transportation participants is activity coordination like material, information, and financial flows coordination, which helps to manage the activities of particular nodes. Logistics coordination is considered in a lot of ways in the literature, for synergistic effects between internal and external activities of the company, financial operations, and, as a key element of humanitarian logistics activities, etc. Logistics coordination is mainly connected with flow management and activities that strive for different entities' activity integration that participate in the transport, warehousing, and logistics operations.

There needs to be an established trust, information sharing, process integration, and synchronization of decisions to reach sustainable collaboration, which will increase intermodal transportation. In the conditions of information and material flows from the production plant to the final customer the coordination activities are managed by the logistics operators of 3PL (third-party logistics). This conception assumes the connection of the current functions of logistics operators in the distribution networks with the functions connected with inventory management, transportation management, resource planning, and demand forecasting and planning. Transport operations, and the ability to carry them out efficiently and flexibly, play a significant role in the coordination of the intermodal system. The logistic operators can coordinate and perform transport operations usually by using TMS (Transport Management System) or adapting solutions related to ICT (Intelligent Transport System).

An intermodal transport system is a significant and critical factor in the successful execution of supply chains, both domestically and internationally. The requirements for options in the intermodal execution of supply chains are driven mostly by information and communications systems. It is worth considering the function connected with the possibility of demand management and the knowledge about contemporary information exchange technologies.

Digitalization allows for massive amounts of data to be transferred throughout the supply chain, which integrates the intermodal transport system into a new level. Big data has the ability to optimize capacity utilization, improve customer experience, reduce risk, and give rise to new business models.

Among the factors, which positively influence logistics processes coordination there are distinguished cyber-physical systems, which, in combination with modern technologies, such as IoT (Internet of Things), allow for more efficient coordination of activities in intermodal transportation systems. Another concept that is increasingly exploited is the Digital Twin concept. This concept is based on the possibility of creating an accurate computer model of the company's activity. Digital Twin can also derive information from the demand forecasting system adopted by the logistics operator.

THE ROLE OF BIOMETRIC SYSTEMS IN MANUFACTURING

Shaberdi Gylychtaganov,

Institute of Telecommunications and Informatics of Turkmenistan

The widespread dissemination of information systems in all spheres of life has also determined the jump in cybercrime. Various kinds of confidential information concerning citizens were under threat. Actions to seize personal information are, as a rule, a necessary prologue to subsequent crimes. According to statistics, up to 2/3 of the facts of unauthorized penetration into computer networks is committed through the fault of inaccurate users or with the direct participation of service personnel. The source of the leakage of classified information in 80% of cases must be sought within the organization itself. The use of various systems to protect against insiders is becoming increasingly popular.

According to research, one third of users write down passwords, which means that the password can be accessed by others. Most companies come to the conclusion that they should move away from the generally accepted authorization system by entering a password and login, since this system is too unstable to hacking attempts, but new security methods must be used. The modern alternative is to use biometric technologies.

Biometric identification and authentication allow you to restrict access to information systems, provide real-time control of the operator's identity, control and record the real working time of operators, and also allow you to encrypt and transfer information to a clearly defined addressee.

Physiological biometric unique features of a person are a fingerprint, facial features, a pattern of blood vessels in a finger or palm, hand geometry, iris, etc. These features, unlike credentials or passwords, cannot be stolen or transferred to another person, but the issue of forgery in some cases still remains open. The tamper resistance of an identification system influences the choice of biometric systems.

The main goals of creating biometric complexes at enterprises are as follows:

- prevention of unauthorized access to information;
- prevention of unauthorized physical access;
- ensuring the safety of the production process and personnel;
- safety of material assets in the premises and on the territory of the enterprise.

Such complexes include an access control system with a large number of access points and complex logic for managing access to premises and information resources.

Often, biometric security systems are implemented in the verification mode, i.e., combination. The combination of biometric technologies with other identification systems allows the enterprise to significantly increase the reliability of the access control and management system.

The main users of biometric information security systems can be considered the financial and industrial sectors, government and military institutions, the medical and aviation industries, and closed strategic facilities. These systems implement the 2 most important protection factors required in such enterprises: prevent an unauthorized user from among their employees from performing an operation that is not authorized for him, confirmation of the authorship of each operation.

One of the most important characteristics of biometric systems is accuracy - the ability of the system to reliably distinguish between biometric characteristics belonging to different people.

The leading position here is occupied by a digital image of the face. This technology has been recognized by the International Civil Aviation Organization as mandatory for new generation passport and visa documents. Based on 3D face and iris recognition technology, the biometric system can operate without ID cards, keys or PIN codes and provide secure access to a building for several thousand people. The result of the 3D scanner is a recreated face surface, on the basis of which a biometric template is built, which is anthropometric information that does not change over time. The accuracy of the template is so high that it allows you to distinguish between twins. At the same time, the size of the template is very compact, about 5 kb. The scanned template is compared with the database of saved templates and after a short time (1–2 s) the system issues a result. The independence of this system from illumination and insensitivity to external changes, the impossibility of "cheating" this system make it practically invulnerable to intruders.

There are, of course, problems associated with the use of biometric data. For example, in new passports, a chip containing biometric information

could theoretically be destroyed by radiation from a medical microwave therapy unit or even from a cell phone, but these problems can be solved.

There has also been a positive shift in the legislative base of this sphere, for example, in the field of changing and approving uniform standards. ISO International Subcommittee on Biometrics Standardization (The International organization for Standardization) also approves other amendments in the field of biometrics, since not only financial and industrial corporations, but also the governments of many countries: the United States, the European Union, Japan, Australia and many others are interested in the early adoption of new standards.

ARKADAG - SMART CITY OF FUTURE

Valiyeva Sapargul Yusupovna, head of department, Institute of Telecommunications and Informatics of Turkmenistan

Arkadag city is the name of the new capital of the Akhal province of Turkmenistan. The corresponding resolution was adopted by the lower house of Parliament and presented on Wednesday, 21 December 2022, at a visiting meeting of the Cabinet of Ministers chaired by President Serdar Berdimuhamedov. During the meeting, reports of some chiefs were heard and priority tasks for the implementation of the new city construction project were discussed. The city of Arkadag occupies a total area of 1002 hectares and will be a home for 64,000 people. The number of residential buildings in the city will be 368, the number of families (households) – 11652. One of the picturesque corners of the Turkmen land – a new city built at the foot of the mountain – evokes feelings of admiration in everyone. In this modern educational center, the happy generation of our era will comprehensively develop and improve their skills. They will live in new luxury homes that meet international standards. As part of the ongoing urban planning activities in the new city, special importance is attached to the digital system. The features of the architectural infrastructure of the new “smart” city are immensely pleasing and cause a sense of pride among our people.

The construction is carried out in two stages. The first phase includes 336 facilities such as buildings of the city administration and public organizations, a flagpole, the monument “Akhal”, the Akhal Equestrian Circus, the Research and Production Center of Horse Breeding, the Rukhyet Palace, a library, marriage palace “Bagt köşgi”, a drama theater, a museum, buildings of enterprises and law enforcement agencies, branches of banks and other important objects. A children’s health and rehabilitation center, a health home, an oncological center, a Center for maternal and child health, a multidisciplinary hospital, an ambulance center, an International higher

educational Institution of horse breeding, 4 general education schools, 4 secondary vocational schools, 10 kindergartens, a multidisciplinary sports complex, a sports center, stadium and other facilities are now being built. As part of the first phase, 258 two-, five-, seven- and nine-storey residential buildings are being built. In addition, 19 shops, 3 household houses, a hotel, a shopping and entertainment center and a recreation area are being constructed. The urban environment of Arkadag is based on the concept of “smart city”. The city will have an Internet network and portals of various spheres. The new administrative center of the Akhal province should become a model for both urban culture and ecology in order to preserve the natural beauty of the construction area. Here, as elsewhere, attention is paid to the implementation of the concept of a “smart” city. It should be noted that the concept of a “smart” city is based on the integration of advanced information and communication technologies, through which a single ecosystem is created that ensures the management of urban structures and services, improving the quality of life of the population. This concept includes a number of constituent elements that lead to the systematic improvement of the social and living conditions of the population, ensuring the availability of modern digital services, as well as the modernization of urban infrastructure and proper monitoring of the functioning and condition of technical equipment. One of the aspects that we pay attention to when talking about ecology in the city of Arkadag is road and public utilities infrastructure. During the construction of roads, equipment and materials are used that help the relevant services to ensure safety, environmental friendliness and comfort of living. One of the directions is a video surveillance system designed for visual control and automatic image analysis with the ability to work out scenarios (automatic recognition of faces, state numbers, non-standard situations, etc.) for emergency assistance.

Traffic jams are one of the most negative factors of a modern city, which are an acute problem in all settlements with heavy traffic. Their negative impact extends to many aspects – such as logistics, labor productivity, ecology and many others. Transport system management is a set of various measures aimed at the effective functioning of this system through coordination, organization, ordering of the elements of this system, both among themselves and with the external environment. Intelligent Transport System (ITS) is a management system that implements innovative developments for managing vehicle flows. As a result of using such systems, we get so-called “smart roads”. One of the components of ITC is the “Smart Traffic Light” system. This system is being introduced for the first time on the territory of Turkmenistan. This system will reduce drivers’ travel time, avoid traffic jams. It will also contribute to reduction of harmful emissions.

In Arkadag, it is planned to use electric cars and electric buses. Even a partial transition to electric transport together with the use of the Smart Traffic Light system will improve the environmental situation in the city. Tactile ground-mounted signs are installed on the sidewalks for the movement of people with visual impairment. The total length of installed ground-mounted signs on the sidewalks of roads and in park areas is about 130 km. It also provides for the installation of auxiliary technical means (pedestrian traffic lights) that will help people when crossing roads. The use of sound signals and tactile signs at pedestrian traffic lights significantly increases the ability of visually impaired people to move independently and safely in the city.

It is planned to create a health park, which will accommodate playgrounds for active recreation, running and bike paths, gazebos for board games. In the city, there will also be bike paths with a total length of more than 14 km. When lighting roads, diode lamps are used to save electricity. Rain collectors are installed on all roads and a general collecting network is being built. Water is collected at a sewage treatment plant, where it is cleaned of petroleum products and garbage, after which it enters the settling tanks. In the tanks, all the collected water is settled and prepared for secondary use, for watering the green areas. Thereby the system will save water resources as the water intake from the “Karakum River” will be reduced. Lifting mechanisms (elevators) for various purposes, the total number of which exceeds 1000 units, are installed in many buildings of the city of Arkadag. To ensure high-quality and high-tech maintenance of elevators, it is planned to create a centralized control system for monitoring the operation of elevators (server). Technical data from each elevator will be transmitted to the server room. According to these data, the wear of the units will be taken into account and timely preventive and scheduled repair work will be carried out. The elevators provide for the installation of an intercom system, through which the user can contact the dispatcher and report problems or call for help. Security will be ensured by installed cameras in the elevator cabin and technical rooms. The use of Braille buttons and a sound signal in elevators is mandatory. Each apartment in the city of Arkadag’s new residential structures has a general control system built for the residents’ comfort as well as to ensure minimal damage and safety. Residents can use this system to check on the state of their individual apartments.

This system includes the installation of:

- Meters with the support of an Automatic system for monitoring and managing energy resources;
- Methane leak sensor;
- Water leak sensor;

- Valves that shut off gas and water;
- Controllers.

The Smart Home software will allow to monitor energy consumption and receive notification of an accident. Electricity, water (cold and hot), and gas meters are connected to the Central Controller. Through the Smart Home software application, an apartment resident can monitor and make payments on time. Data from all meters will be available to the relevant services.

THE NATIONAL ECONOMY DIGITALIZATION: ACHIEVEMENTS AND PROGRESSIVE INTERNATIONAL EXPERIENCE

Sahragul Meretmuamedovna Yamadova, Jeren Serdarovna Hojamuradova
Teacher Lecturer of Department Economy and applied informatics
Turkmen Institute of Telecommunications and Informatics

Under the leadership of Honorable President of Turkmenistan Serdar Berdimuhamedov our country follows steadily the pathway of comprehensive socioeconomic development considering the most progressive trends of the world. This is especially relevant in context of full modernization and digitalization. The whole set of measures is taken for example in this regard to reconstruct comprehensively, update the national financial and banking system.

In the current conditions of market economy development, the banking institutions activity transforms its main points and content. Attraction of new clients, further strengthening of interaction with the available clients, including enforcement of their trust to the bank institutions, to the national financial system in whole are the very actual matters today. Therefore, the necessity of active, wide introduction of the advanced technologies in sphere of digital banking is beyond all doubt.

The mainland, traditional principle «client's preference is above all» is very important in context of the bank institution activity, as far as just this approach provides for final efficiency, including the economic performance of the banking. The extent of satisfaction of the clients with the bank services is very important for profitability of a bank, its competitiveness within the market space. The banks that modernize fundamentally their infrastructure, including introduction of digital format of activity, obtain additional motivation to move forward to the level of the internationally leading financial-banking institutions, to develop new, more progressive form of interaction with the clients.

Development of digital services on the Internet basis is among the top priorities of further development of the financial-banking systems of the

leading states, including Turkmenistan. Within framework of this work, the payment systems «Internet-bank» and «Mobil-bank» are introduced intensively to make it possible to perform the year-round bank services in any corner of the world, provided the Internet communication is available. For this purpose, the list of users of the digital system services is studied. This studying includes in particular the depth of availability of Internet among the population, expectations of people from electronic payment systems, the range of related risks and the ways of these risks mitigation, the methods of efficient information security. Simultaneously, the productivity of digital banking directly or indirectly depends on such factors as market niche and reputation of a bank, assortment and quality of the bank services, level of creativity, literacy, design, competence, information security and confidentiality, accessibility of the Internet site, as well as the extent of accessibility, authenticity, integration of services and other criteria.

Bankcards are the most widespread instrument of virtual payments in the whole world. The bankcards, especially those suitable for contactless payments terminals, are applied actively in the USA, Latvia, Sweden, China, England, Turkey, Russia, Kazakhstan, Belarus and other developed states of the world. The contactless payments system suggests significant saving of time and money: there is no need of using PIN code, physical contact with the bankcard, using the terminal. It is enough to set the bankcard or other payment instrument (e.g., smartphone) to the special reading device (payment terminal or reader of QR-code) and press the button (without inputting PIN code). In this case, the payment limit is defined by the issuing bank for the purposes of security. According to the data from the «Global Payment Cards Data and Forecasts to 2024» edition, in 2018, the number of contactless payments reached around 70 billion, i.e., 15% of the worldwide volume of bankcard payments.

Nowadays, the area of QR-codes application is expanding in the world, and it is connected first of all with the breakthrough of mobile and communication technologies. The QR-code is the two-dimensional bar code containing encrypted information. Essentially, this is mobile software interpreted as «Quick Response Code» allowing read out, decrypt and, if required, correct the information in QR-code operatively. For the first time, the QR-code technology was used in Japan. It allows, if necessary, add the data, simplifies the process of reading out and scanning of information, allows code and translate it to electronic format, while there is no necessity of manual mode of input of information. If there are any signs of mechanical damage of information or information carrier, the technology contains the algorithm of QR-code reading and errors correction. Availability of public

domain software for formation and reading out of QR-codes also provides for additional comfort in using of this format of electronic services.

At present, the QR-code technology has the plentiful growth in Asia, North America and Europe countries. Practically all the commodity items in Japan, China and India are shaded with the QR-code. This technology is highly greeted in the financial-banking sphere, for instance, the technological solutions applied by the well-known messenger WeChat Pay (WeChat is popular payment system) and one of the largest payment systems of China - Alipay. In 2017, in China, the QR- code-based payments and money transfers were performed in total amount of US\$18.5 trillion.

Currently, the Central Bank of Turkmenistan and the Joint-Stock Commercial Bank «Rysgal» perform the big job on formation of the payment system of quick response code. The complex measures in this regard stipulate the introduction of different mechanisms and methods of effecting of payments based on QR-codes. This work should promote stronger accessibility of the bank services, as well as reduction of costs of the small and medium business entities connected with purchase, installation and maintenance of POS terminals. Technology of QR-codes will promote further development of the national payment system, improvement of financial education of the population, further intensification of measures on digitalization of the national economy.

In the current conditions of dynamic development and widening of interaction between the economic actors, growth of the volumes of e-commerce and the sphere of services the demand for services in digital format entities increases. E-money is one more form of the digital banking services. E-money is the form of turnover of monetary funds (in point of fact, non-cash flows) without using cash money through the bank accounts. In our days, in the world, for not big payments the banks suggest such payment electronic services in real time as «Web money», «Yandex money», «Qivi wallet», «Perfect money», «Elecsnet» «Paypal», «Payeer» and other systems. This e-money format suggests provision of reliable protection of Internet payments, operational efficiency of the bank operations, comfort and full satisfaction of the growing consumer demands.

Under wise leadership of Honorable President of Turkmenistan, in accordance with the «National Program of Socioeconomic Development of Turkmenistan for 2011-2030», «Program for Development of Economic, Bank and Financial Systems of Turkmenistan in 2019-2025» and «Conception for Digital Economy Development in Turkmenistan in 2019-2025», the particular tasks are performed to create the world level payment system. The tasks stipulate expanding the volume of digital bank services, satisfying the needs of the market, attracting the free money of the households

to the bank deposits, introducing the system of electronic identification, creating harmoniously functioning electronic industry, as well as leveling the availability of modern digital communication facilities in city and in village.

ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ В ТЕХНОЛОГІЯХ МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

Є.Ю. Данілейко, аспірант,

Національний транспортний університет, м. Київ

Інноваційні технології моніторингу та управління безпекою дозволяють контролювати рух транспортних засобів, стан дороги в режимі реального часу, а також забезпечують ефективну організацію дорожнього руху. Одним з інноваційних рішень в галузі автомобільного транспорту є використання систем моніторингу транспорту. Такі системи моніторингу можуть включати в себе GPS-навігацію, датчики відстані, камери спостереження тощо. За допомогою цих технологій можна збирати інформацію про швидкість руху, зупинки, розвороти та інші дії водіїв, що дозволяє покращити безпеку на дорогах. Крім того, інноваційні технології включають системи автоматичного екстреного гальмування, які дозволяють знизити кількість аварій на дорозі. Такі системи працюють за допомогою різних сенсорів, які виявляють небезпеку та активують гальмівні системи. Це дозволяє скоротити час реакції водіїв на небезпеку та запобігти зіткненням з іншими транспортними засобами.

Іншою важливою інноваційною технологією є системи контролю за водієм. Такі системи можуть включати в себе датчики втоми, виявлення ознак алкогольного сп'яніння та відстань між водієм та переднім транспортним засобом.

Однією з основних інновацій в галузі міжнародних перевезень є використання систем телематики. Телематика - це інтеграція технологій телекомунікацій та інформаційних технологій для забезпечення безпеки та ефективності транспортного процесу. Системи телематики дозволяють контролювати рух транспортних засобів та оцінювати ефективність їх використання. Такі системи можуть включати в себе GPS-навігацію, системи сповіщення про небезпеку на дорозі, системи моніторингу швидкості та транспортних засобів, що забезпечують підвищення безпеки на дорогах.

Використання автопілотів – системи, які дозволяють транспортному засобу керувати собою без участі водія. Такі системи включають в себе комп'ютерні алгоритми та датчики, які дозволяють

транспортному засобу керувати рухом та уникнути небезпеки на дорозі. Автопілоти дозволяють підвищити безпеку на дорозі, оскільки зменшують ризик людської помилки та допомагають водієві зосередитися на інших завданнях.

Використання електричних автомобілів – автомобілі, що працюють на батареях, що у свою чергу дозволяє зменшити викиди вуглецю та сприяє збереженню навколишнього середовища. Крім того, електричні автомобілі мають меншу кількість деталей, що дозволяє зменшити ймовірність виникнення несправностей та збільшити їх тривалість експлуатації.

Нарешті, іншою важливою інновацією є використання розумних доріг. Розумні дороги - це дороги, які використовують технології для збору та обробки інформації про дорожні умови та рух транспортних засобів. Такі системи можуть включати в себе датчики для виявлення аварій та небезпечних ситуацій, системи сповіщення про них, а також системи керування рухом транспортних засобів для зменшення заторів та покращення безпеки на дорозі.

Інноваційні технології в технологіях моніторингу та управління безпекою автомобільного транспорту є невід'ємною частиною розвитку автомобільної галузі та міжнародних перевезень. Вони дозволяють підвищити безпеку на дорозі, зменшити негативний вплив на довкілля та забезпечити більш ефективну роботу транспорту. Однак, необхідно розробляти системи, які враховують фактори людського фактору та забезпечують безпеку даних, щоб забезпечити безперебійну та безпечну роботу нових технологій.

МЕТОДИКА ОЦІНКИ РИЗИКІВ ВИНИКНЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ У МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ ВАНТАЖІВ

С.В. Ширяєва, доц., канд. техн. наук., В.О. Струць, студент,
Національний транспортний університет, м. Київ

Забезпечення безпеки населення та територій від надзвичайних ситуацій (НС) є нині одним із головних завдань. Серед техногенних НС транспортні аварії (катастрофи), пожежі та вибухи займають особливе місце з погляду соціальних, економічних та екологічних наслідків.

Особливість мультимодальних вантажних перевезень полягає у тому, що вантажі переміщуються у часі та просторі різними видами транспорту. Забезпечення ефективності та безпеки таких перевезень потребує комплексного підходу як щодо техніко-технологічної безпеки, так і в галузі оцінки ризиків з урахуванням особливостей різних видів

транспорту, географії перевезень, адміністративно-правових обмежень тощо.

Для оцінки ризиків при мультимодальних перевезеннях вантажів запропоновано використовувати теорему Баєса, яка пов'язує міру впевненості у висловленні до та після врахування свідчення.

Методика оцінки ризиків при мультимодальних перевезеннях вантажів:

Приймаються такі припущення:

- виникнення та розвиток НС/аварій протікає за сценарієм, представленим схемою: обставини → причини → події → наслідки

- виникнення НС/аварій представляється як послідовність несумісних подій A_j^l ($j = 1, 2, \dots, J$) та спільних подій B_i ($i = 1, 2, \dots, I$);

- група несумісних подій A_j^l включає: небезпечні відмови транспортних засобів j -го виду ТЗ ($j = 1, 2, \dots, J$) на ділянці мультимодального маршруту l ($l = 1, 2, \dots, L$), наприклад, двигуна, що може бути причиною зіткнень транспортних засобів або посадки суден на міліну. При цьому тільки одна подія A_j^l може бути причиною зіткнення транспортних засобів або посадки на міліну під час руху суден;

- група подій B_i є спільними подіями, одна з яких з певною ймовірністю може статися після настання події A_j^l , тобто ця подія може виявитися причиною зіткнення транспортних засобів, посадки на міліну, загибелі транспортних засобів з i -м видом наслідків (B_1 - аварія; B_2 - зіткнення; B_3 - загибель, $\dots B_i$).

Оскільки причини НС/аварій встановлюються шляхом експертних оцінок, у процесі службового розслідування обставин аварійної пригоди/НС, що трапилися, з транспортним засобом, ймовірності появи подій $P(A_j^l)$ розглядаються як «суб'єктивні», апріорні ймовірності. Таким чином, події A_j^l слід розглядати як групу «гіпотез», які породжують події B_i .

Внаслідок цього, якщо подія A_j^l сталася, то ймовірність «гіпотез», які породжують події B_i , можна оцінити, застосовуючи теорему Байєса, на підставі формули множення ймовірностей:

$$P(A_j^l|B_i) = \frac{P(A_j^l) \cdot P(B_i|A_j^l)}{\sum_{j=1}^J \sum_{l=1}^L P(A_j^l) \cdot P(B_i|A_j^l)}$$

де $P(A_j^l)$ – імовірнісні гіпотези A_j^l ;

$P(B_i|A_j^l)$ – умовні ймовірності події B_i , при гіпотезі $P(A_j^l)$.

Розрахувавши значення $P(B_i|A_j^l)$ можна знайти максимальне значення ймовірності, тобто визначити, які події A_j^l з максимальною ймовірністю призводять до події B_i .

Вартість ризику НС/аварій може бути розрахована як добуток ймовірності НС/аварій $P(A_j^l|B_i)$ на величину передбачуваного збитку R_i^l :

$$R_{\text{мп}} = \sum_l^L P(A_j^l|B_i) \cdot R_i^l$$

Розрахована величина ризику порівнюється з допустимою величиною ризику.

Розроблена методика оцінки ризику НС/аварії з метою підвищення безпеки мультимодальних вантажних перевезень дозволяє оцінити сукупний ризик на всіх етапах вантажних перевезень.

МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ В ЛАНЦЮГАХ ПОСТАЧАЊ

О.П. Процик, доц., канд. техн. наук, Р.В. Мнишенко, аспірант,
Національний транспортний університет, м. Київ

Ефективність доставки в ланцюгах постачань визначається рівнем задоволення потреб споживачів при мінімізації витрат на логістичні процеси. Це означає, що ефективність доставки залежить від різних факторів, таких як швидкість, якість, надійність та вартість доставки.

Для підвищення ефективності доставки в ланцюгах постачань можна використовувати різні стратегії та інструменти, такі як:

- Оптимізація маршрутів доставки: вибір оптимального маршруту та розподіл навантажень між різними транспортними засобами дозволяє скоротити час транспортування, знизити витрати на паливо та збільшити кількість замовлень, які можуть бути виконані за день.

- Використання технологій інтернету речей та "розумних" пристроїв: встановлення сенсорів на транспортні засоби, вантажі та склади дозволяє забезпечити моніторинг руху вантажу та забезпечити точний контроль за його розташуванням.

- Управління запасами та складською логістикою: точне планування та контроль за запасами, використання ефективних технологій зберігання та переміщення товарів дозволяє забезпечити належну рівновагу між витратами на зберігання та доставку товарів.

- Використання електронних систем управління ланцюгами постачань (ЕСУП): це дозволяє спростити та автоматизувати логістичні

процеси, зменшити час, необхідний для обробки замовлень, та забезпечити взаємодію між різними гілками ланцюга постачання.

Одним з основних чинників, що впливає на ефективність доставки, є швидкість і надійність транспорту та логістичних процесів. Чим швидше та надійніше відбувається доставка, тим більш ефективним буде ланцюг постачань.

Для забезпечення ефективності доставки важливо використовувати оптимальні маршрути та забезпечувати їх оптимальне планування, а також використовувати технології, які забезпечують точність і швидкість доставки, такі як технології геолокації, системи моніторингу вантажів та транспорту, автоматизовані системи управління складами та інші.

Окрім того, ефективність доставки може бути покращена за рахунок оптимізації логістичних процесів, таких як зберігання та управління запасами, оптимізація замовлень та виробництва, використання технологій планування та управління ресурсами та інші.

Також зазначено, що в залежності від виду вантажу, умов поставки, вимог отримувача та інших критеріїв для визначення ефективності процесу доставки вантажів в ланцюгах постачань можуть застосовуватися різні методи. Ось декілька основних методів визначення ефективності:

- *Ключові показники ефективності (KPI).*
- *Аналіз вартості.*
- *Аналіз часу.*
- *Оцінка якості.*
- *Задоволеність клієнтів.*

У цілому, ефективність доставки в ланцюгах постачань залежить від багатьох факторів, включаючи оптимальний вибір транспорту та логістичних процесів, використання сучасних технологій та оптимізацію логістичних процесів.

ЗАСТОСУВАННЯ ПРИНЦИПІВ «ЗЕЛЕНОЇ» ЛОГІСТИКИ В ТРАНСПОРТНОМУ ПРОЦЕСІ

О.П. Процик, доц., канд. техн. наук., Г.М. Бутенко, асистент,
Н.В. Кавуненко, студент,
Національний транспортний університет, м. Київ

Розвиток транспортної галузі, зокрема зростання вантажних перевезень та логістичної діяльності, є причиною виникнення негативного впливу на екологічний стан навколишнього середовища. Що вимагає удосконалення управління ланцюгами постачання та

застосування принципів «зеленої» логістики в транспортному процесі. Принципи «зеленої» логістики повинні враховувати не тільки інтереси уряду та перевізників, а ще і соціальну (суспільну) складову. У своїй стратегії зелена логістика ґрунтується на зменшенні шкідливого впливу від логістичних операцій на довкілля, при цьому не завдаючи змін економічному стану перевізника. Для цього необхідно впроваджувати нові логістичні методи управління. Впровадження даних принципів повинне забезпечити підвищення екологічної якості продукту, скорочення логістичного циклу, збільшення життєвого циклу товару, збільшення використання виробничих ресурсів, зменшення обсягів викидів та відходів, мінімізацію бракованого товару на складах та витрат для їх зберігання чи транспортування. По перше це кругообіг – матеріалів, що використовуються для виробництва товарів (надання послуг) повинні бути повторно використані або перероблені в інші матеріали або ж утилізовані без шкоди для навколишнього середовища. По друге це заміна – технології устаткування, методів, товарів що є менш ефективними та менш екологічними замінюються новими, при тому, що старі відповідно до першого принципу, спрямовуються до пунктів утилізації чи переробки для подальшого їх використання з урахуванням усіх витрат, які у своїй концепції мають принципи ресурсозбереження, системності, екологічності та раціоналізації. По третє розробка та реалізація транспортування вантажів за оптимальними маршрутами, вибір більш екологічних видів транспорту, скорочення часу доставки та зниження порожнього пробігу транспортних засобів. І лише комплексний, системний підхід дасть високоєфективне відтворення ресурсів та енергії у транспортному процесі, надасть можливість отримувати прибуток без нанесення шкоди довкіллю, або зменшення цього шкідливого впливу до мінімуму з урахуванням інтересів суспільства.

ФОРМУВАННЯ ГРАФІКУ РУХУ АТЗ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ З УРАХУВАННЯМ ТРИВАЛОСТІ МИТНОЇ ПРОЦЕДУРИ

О.П. Процик, доц., канд. техн. наук., С.В. Кабанець, студент,
А.В. Махлай, студент,
Національний транспортний університет, м. Київ

Митні процедури є невід'ємною частиною міжнародних вантажних перевезень автомобільним транспортом, а їх тривалість має значний вплив на графік руху транспортних засобів.

Для ефективного формування графіку руху АТЗ при здійсненні міжнародних вантажних перевезень вантажів необхідно враховувати тривалість митних процедур на кожному етапі міжнародного сполучення.

Аналіз Українського законодавства та регуляторних актів, що регулюють митні процедури, вказує на значний рівень бюрократизації та неоднозначності підходів до митного оформлення в Україні.

Застосування інформаційних технологій, таких як автоматизовані системи митного контролю, може сприяти скороченню тривалості митних процедур та покращенню графіку руху АТЗ.

Оптимальне формування графіку руху АТЗ у міжнародному сполученні можливе за умови використання системи прогнозування тривалості митних процедур та розроблення алгоритмів розподілу транспортних засобів.

Оптимізація робочого часу та часу відпочинку водіїв вантажних транспортних засобів та оптимізація часу проходження митних процедур є важливими факторами, що впливають на загальний час здійснення міжнародного перевезення. Врахування цих параметрів під час формування графіку руху АТЗ у міжнародному сполученні може сприяти покращенню ефективності перевезень та скороченню часу доставки товарів.

Узгодження графіку руху з тривалістю митної процедури сприяє покращенню надійності та прогнозуванню поставок. Заздалегідь встановлений графік допомагає забезпечити своєчасну доставку товарів та уникнути затримок, що можуть вплинути на виробничі та постачальні ланки.

СЕКЦІЯ: ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

ВЗАЄМОДІЯ ВИДІВ ТРАНСПОРТУ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

О.В. Кіріцева, ст. викладач, О.І. Кравцова, студент,
А.Д. Немченко, студент,
ДВНЗ «ПДТУ»

При перевезенні вантажів між країнами декількома видами транспорту виникає низка труднощів щодо суміщення часу прибуття одного виду транспорту та відправлення іншого з мінімізацією тимчасових витрат щодо організації навантаження, оформлення необхідних документів. Зарубіжні компанії - постачальники продукції,

зазвичай, працюють із великими транспортно-експедиторськими компаніями, які приймають на себе організацію всього перевезення вантажу з урахуванням укладених контрактів. При цьому експедиторські компанії розбивають перевізний процес на частини, тобто виділяють окремі етапи перевезення вантажів певним видом транспорту та для здійснення кожного етапу залучають дрібних експедиторів. Наприклад, постачання вантажу (бананів) із країн Південної Америки здійснюється океанічним транспортом одним експедитором; організація перевантаження, доставки та вивантаження – іншим експедитором; організація навантаження та остаточної доставки – третім. За такої системи використовують кілька видів транспорту, а дрібні експедитори оптимізують свою діяльність за рахунок знання звичаїв, законів території транспортування. У численних наукових дослідженнях обґрунтовано, що морський транспорт дуже стабільний, залізничний дає економію при перевезенні на далекі відстані, повітряний транспорт прискорює доставку вантажів, автомобільні перевезення забезпечують гнучкість, а безпосередній контакт відправника та одержувача підвищує персональну відповідальність експедитора за вантаж, що доставляється. Отже, координуючу роль взаємодії учасників логістичного ланцюга у отриманні чи наданні транспортних послуг у єдиному інформаційному, правовому, технологічному просторі гратимуть експедиторські, транспортні фірми як логістичних посередників.

Сучасні технології перевізного процесу (наприклад, отримання та відправлення товарів у знімних транспортних одиницях, контейнерах, трейлерах за технологією «від дверей до дверей»), що використовуються на морському транспорті та в експедиторських компаніях, найбільш яскраво виявляються на ринку міжнародних морських перевезень. Компанії-виробнику (постачальнику продукції) зручніше та вигідніше мати справу з однією фірмою – експедитором на всіх етапах переміщення товару до споживача. З метою уникнення затримок при проходженні через порти, переоформлення митних та транспортних документів, при зміні виду транспорту таке перевезення має здійснюватися на базі уніфікації документообігу, єдиного інформаційного забезпечення та, як правило, з одного транспортно-логістичного центру. При цьому організація мультимодальних перевезень повинна вирішувати такі завдання, як мінімізація витрат на кожному етапі, переміщення вантажів, скорочення часу перевезення, забезпечення збереження вантажу при реалізації доставки «від дверей до дверей» та інформування кінцевого одержувача про рух вантажу, оптимізація взаємодії різних видів транспорту при вирішенні завдань

транспортної системи території. Слід зазначити, що розвиток системи мультимодальних перевезень транспорту, має в Україні гарні перспективи.

Відмінною особливістю мультимодального перевезення вантажів у порівнянні з іншими видами є те, що керування доставкою вантажу від виробника до споживача здійснюється спеціальною організацією – оператором мультимодального перевезення, а не власником кожного виду транспорту. В результаті перевезення «організованих одиниць» продукції виконується комбінованим використанням кількох видів транспорту за логістичною технологією «від дверей до дверей».

Дослідивши таке положення, можна дійти висновку, що мультимодальні перевезення дозволяють інтенсифікувати світову торгівлю, здешевити вантажні перевезення, оптимально поєднавши тимчасову зручність авіаційних перевезень з надійністю та обсягами морських вантажоперевезень, гнучкістю та дешевизною далеких перевезень вантажів залізничним транспортом та зручністю автомобільних.

ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

В.О. Карашук, доц., канд. техн. наук,
М.С. Личковський, студент, І.Д. Алексеєнко, студент,
ДВНЗ «ПДТУ»

Історично передові технології для регулювання транспортних потоків були запропоновані у США та Європі понад 70 років тому, що включали контроль за сигналами світлофорів на перехрестях та залізничних переїздах. Широкого розповсюдження набули інтелектуальні технології, що застосовуються при виробництві автотранспортних засобів у тому числі для громадського транспорту. Новітні технології все більше застосовуються до великих систем громадського транспорту, а також для поширення інформації про прибуття громадського транспорту для пасажирів. Для удосконалення перевезення вантажів застосовується низка технологій, що має на меті покращення ефективності руху автотранспортних засобів (АТЗ) та відповідних комерційних операцій як ланки ланцюга постачання. Всі ці технології мають назву Інтелектуальних транспортних систем.

Наразі широкого застосування у країнах Європи та Америки отримали системи «Зважування в русі», «Контроль миттєвої швидкості та середньої швидкості», «Контроль проїзду на червоне світло»,

«Системи для поліцейських патрулів», «Пошук автомобілів», «Прогноз часу в дорозі», «Контроль перевезення небезпечних вантажів», «Контроль дотримання рядності», «Класифікація транспорту та збір даних», «Вимір габаритів в русі», «Інтерактивні дорожні знаки» та інші.

Україна в свою чергу потребує також розвитку інтелектуальних транспортних систем. Ключовою проблемою транспортної інфраструктури країни є висока інтенсивність руйнації автомобільних шляхів. Вантажні автомобілі становлять 10% усіх транспортних засобів на дорогах країни і, водночас, завдають понад 90% шкоди для покриття доріг, створюючи колійності, вибоїни і тріщини. Вартість капітального ремонту всіх доріг між населеними пунктами в Україні складає близько 2 трлн. грн. Крім того перевантажений транспортний засіб створює небезпечну ситуацію для всіх учасників дорожнього руху через недостатню керуваність внаслідок перевищення гальмівного шляху особливо при складних погодних умовах. Контроль за перевантаженням автотранспортних засобів на даний момент недостатній, тому перспективним є впровадження інтелектуальних систем зважування у русі.

В Україні запроваджено пілотний проект по впровадженню системи «Weight in motion» у співпраці України з Міжнародним банком реконструкції та розвитку – та має назву «Проект розвитку дорожньої галузі». Проектом передбачено впровадження 6 майданчиків зважування-в-русі на дорогах навколо міста Києва. Інтелектуальна система «Зважування-в-русі» призначена для комплексного збору інформації про рух транспортних засобів автомобільними шляхами. Майданчик є апаратним комплексом, який складається з датчиків, вбудованих у дорожнє покриття, що фіксують загальну вагу й вагу осей АТЗ, камери для автоматичного розпізнавання номерних знаків, камер загального огляду та лазерних сканерів, що фіксують габарити АТЗ. Система вимірює загальну масу транспортного засобу (брутто), навантаження, що припадає на вісь і колісне навантаження автотранспортного засобу при малих та високих швидкостях не створюючи вплив на транспортний потік та дозволяє виконувати автоматичну фіксацію порушень перевезення вантажів.

Впровадження інтелектуальних транспортних систем дозволить покращити ефективність та продуктивність транспорту, підвищити безпеку руху, зменшити вплив на довкілля та розвантажити великі міста де є проблема заторів.

МОДЕЛЬ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИТРАТ ПРИ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ ВАНТАЖІВ

О.В. Кіріцева, ст. викладач, Д.А. Дикарев, студент, ДВНЗ «ПДТУ»

Це дослідження спрямоване на розробку моделі оптимізації витрат на автомобільному транспорті при мультимодальних перевезеннях. Необхідно розробити модель оптимізації витрат при мультимодальних перевезеннях вантажів, яка може бути вирішена в практичних умовах без особливих труднощів. Для цього необхідно: вивчити взаємодію учасників транспорту та торгівлі в мультимодальних перевезеннях; уточнити принципи взаємодії між різними учасниками міжнародної торгівлі та транспорту; визначити шляхи вирішення задачі оптимізації витрат на автомобільному напрямку при мультимодальних перевезеннях вантажів.

Мультимодальні перевезення (МП) - це новий вид послуг, при якому оператор мультимодального перевезення (ОМП) бере на себе контрактну відповідальність за переміщення товарів від місця походження до місця призначення за обумовлену ціну та заздалегідь обумовлений час. Він забезпечує якнайшвидше і безпечне просування товарів до місця їх призначення за наперед відому ціну.

Конкуренентоспроможність послуг ОМП залежить від того, наскільки повно оператор може використовувати переваги тих чи інших методів транспортного обслуговування, щоб якнайкраще задіяти існуючі потужності та можливості роботи кожної окремої ланки транспортного ланцюга. ОМП забезпечує послуги транспортної логістики, при цьому в даний час існують різні підходи до тлумачення основних термінів при вантажних перевезеннях за участю різних видів транспорту. Інтеграція України у світовий транспортний ринок потребує володіння термінологією, прийнятою у міжнародній практиці, у якій досить важко розібратися.

З цього погляду відзначено тенденцію трансформації інтермодальних перевезень. Оператори мультимодального перевезення є частиною транспортного сектора країни і мають повністю відповідати рівню кваліфікації щодо міжнародних транспортних операцій.

Такий випадок невизнання притаманний низки країн, де міжнародні транспортні операції здійснюються лише морськими чи повітряними перевізниками. У цих країнах оператори наземного транспорту можуть видавати документи тільки для свого виду транспорту, а експедитори юридично не визнані як перевізники і тому не можуть видавати жодного документа перевезення. У вітчизняній практиці переважає думка, що під інтермодальним (або

мультимодальним) перевезенням розуміється інтегроване перевезення вантажів «від дверей до дверей» по єдиному коносаменту, де беруть участь, щонайменше, два види транспорту. МП являють собою комерційну діяльність, що здійснюється професійними транспортними операторами.

Зазначена діяльність має здійснюватися у межах національного законодавства. Забезпечує мінімальні стандарти послуг, що надаються, а також захист інтересів різних комерційних партнерів, залучених до угоди. Перевезення вантажів при цьому оформляється договором перевезення між оператором мультимодального перевезення та його клієнтом. Розроблено модель оптимізації витрат на автомобільному плечі під час мультимодальних перевезень вантажів.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОГНОЗУВАННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ШВИДКИХ СТОХАСТИЧНИХ ЗМІН У ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКАХ НА ВУЛИЧНО-ДОРОЖНІЙ МЕРЕЖІ МІСТА

Д.І. Ганжеєв, аспірант, А.П. Фалендиш, проф., д-р техн. наук,
ДВНЗ «ПДТУ»

Сучасні реалії функціонування транспортних мереж українських міст демонструють високий рівень невизначеності, пов'язаний із комплексною дією взаємозалежних стохастичних факторів. Первинні стохастичні фактори глобального характеру демонструють складну ієрархічну структуру, розгалужуючись на низку другорядних чинників, які, в свою чергу, взаємодіють між собою, призводячи до деструктивних ланцюгових реакцій. Найбільш небезпечним явищем при цьому є циклічність процесу та його умовна «нескінченість» за відсутності зовнішнього регульовального впливу. Приклад такої неконтрольованої реакції наведений на рисунку 1.

Ефективно боротися з негативними наслідками стохастичних впливів можливо лише тоді, коли інтенсивність таких впливів зчитується, аналізується та інтерпретується в зручний для обчислення формат у режимі реального часу. На основі отриманої вихідної інформації формується первинний масив даних, який доцільно представити у вигляді матриць переміщень по дугам транспортної мережі в певні перетини часу. На цьому етапі його стохастична складова представлена математичними апроксимаціями, які базуються на теорії вірогідності.

Ключовим етапом для розробки й впровадження засобів оперативного перерозподілу транспортних потоків є розробка транспортної моделі, достатньо точної і, при цьому, достатньо простої.

За її основу доцільно буде взяти стандартну модель оптимальних стратегій, в яку вже закладено основи невизначеності.

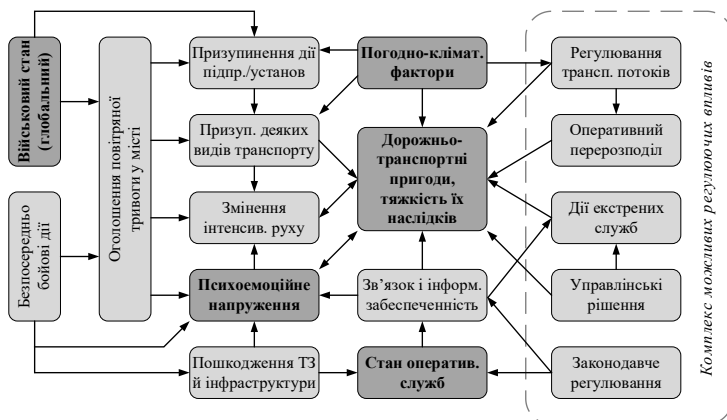


Рис. 1 – Приклад ієрархічно-послідовного алгоритму виникнення вторинних стохастичних факторів з вказанням напрямів можливого корегувального впливу

Адаптація моделі включає наступні етапи: визначення критичних вузлів і ділянок ВДМ (умовних одиниць корегування); побудова спрощених маршрутів для кожної із зазначених одиниць; призначення критеріїв вибору маршруту та лімітів, при дотриманні яких такий вибір буде доцільним; визначення умов неможливості руху; встановлення критерію оптимальності.

Останній етап є найважливішим, бо має забезпечити баланс низки факторів, серед яких безпека, швидкість сполучення, сталість у часі тощо. Оптимізація лише одного з показників зазвичай веде до нехтування іншими, що для ситуації, яка швидко змінюється, є неприпустимим.

Останнім кроком до коригуючого впливу на транспортні потоки є вибір шляху такого впливу. Очевидно, що цьому має передувати створення смарт-системи, інтегрованої в транспортну інфраструктуру міста, яка матиме змогу адаптувати режими роботи регульованих перехресть, реверсивних ділянок, вказівних електронних пристроїв, контрольованих паркінгів тощо. Ті об'єкти, які розташовані безпосередньо на критичних вузлах і ділянках, що зазнали деструктивного впливу, а також на суміжних з ними маршрутах із високим ризиком, сприйматимуть сигнали, спрямовані на зниження

інтенсивності руху. Альтернативні маршрути, обрані за встановленим критерієм оптимальності, приймають надлишок транспортних засобів у встановлених лімітах.

Важливо зазначити, що перерозподіл не частини, а повного обсягу транспортних засобів на альтернативні маршрути може бути і недоцільним, і небезпечним. Навіть якщо пропускна спроможність шляхів сполучення дозволяє це зробити, значне збільшення інтенсивності руху за малий проміжок часу створюватиме низку нових небезпечних ситуацій. Тому перерозподіл має за ціль частково і поступово розвантажувати проблемну частину ВДМ.

СИСТЕМОТЕХНІЧНИЙ ПІДХІД ДО РОЗВИТКУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

О.П. Кіркін, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

У сучасних умовах роботи транспортних систем, зі збільшенням невизначеності в інформаційних потоках, стохастичності в матеріальних потоках, глобалізації економіки, зростанням ролі ризику в економічних моделях роботи підприємств, дедалі більшої популярності набувають концепції побудови інтелектуальних транспортних систем, заснованих на впровадженні методів штучного інтелекту. Насамперед це пов'язано з їхньою здатністю працювати з лінгвістичними змінними, накопичувати досвід робіт та створювати бази знань.

Однак не завжди враховується, що для навчання систем та отримання знань, потрібна наявність великої кількості експертів та вихідних даних, без яких ефективність систем значно знижується. При цьому отримані дані можуть бути у різному вигляді та форматі, а експерти з різних галузей знань.

Таким чином, об'єднання незалежних експертних систем та необроблених даних у єдину систему здобуття та інтерпретації знань є завданням актуальним і безпосередньо впливає на ефективність роботи інтелектуальних транспортних систем.

Вирішення подібних завдань лежить у галузі системотехнічного підходу дослідження логістичних та транспортних систем. Цей підхід дозволяє об'єднати технологічні прийоми, знання, дані спрямовані рішення поставлених завдань у єдину систему. Являє собою у спрощеному розумінні логістичну систему інтелектуального прийняття рішень.

Тоді у транспортних підприємств буде два виходи побудови системотехнічних систем. У першому випадку, необхідне використання

експертів широкого профілю, які знаються на всіх сферах необхідні прийняття рішень у транспортних системах. Але, в даному випадку витрати на навчання подібних експертів та галузь їх знань будуть надто великі. У другому випадку, використовуються вузькі фахівці з розробкою інтерфейсу їхньої взаємодії, який у міру вдосконалення може використовуватися для всіх інтелектуальних транспортних систем у майбутньому. При цьому буде вища цінність експертного оцінювання, нижчі витрати на створення таких систем, вища інтеграція наукових знань, оскільки інтеграційним елементом виступають розробники інтерфейсу взаємодії, а не одна людина.

ПРИКЛАДНІ ЛОГІСТИЧНІ МЕХАНІЗМИ У СИСТЕМІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТРАНСПОРТУ В МІСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ

О.А. Романенко, ст. викладач, ДВНЗ «ПДТУ»

Однією з важливих тем є роль транспорту у формуванні комфортних, екологічно стійких та безпечних умов життя у містах. Відомо, що особливо різко ці впливи відчуються у міському середовищі, зростаючи зі збільшенням щільності населення. Ця закономірність справедлива і щодо транспорту, який здебільшого концентрується навколо так званих пунктів тяжіння – там, де зароджуються, об'єднуються, розпорошуються та поглинаються вантажні та пасажирські потоки у межах міського середовища.

Міське середовище нерозривно пов'язане з таким поняттям, як транспорт. Вплив різних видів транспорту на міське середовище проявляється неоднаково. Якщо за усередненими даними, отриманими за різними методиками, побудувати умовний рейтинговий ряд, то за зростаючими значеннями негативних впливів він виглядатиме так: троллейбус, трамвай, автобус, вантажний транспорт. Якщо розглядати, наприклад, чинник забруднення повітряного басейну відпрацьованими газами, стає очевидним, що забруднення визначається експлуатацією автобусного і взагалі автомобільного транспорту, вплив ж міського електричного транспорту у разі практично відсутня. Менш різко відрізняються шумові характеристики, але й тут рівень шуму, утвореного більшістю автобусів, що експлуатуються в країні, стійкий в межах 85-90 дБа, а троллейбусами на рівні 76 дБа.

На сьогоднішній день існує низка практичних підходів забезпечення екологічної безпеки транспорту в міському середовищі, що ґрунтуються на принципах «міської логістики» та використовуються в європейських країнах (табл. 1).

Міська логістика, заснована на механізмах, що забезпечують економічний результат прийнятих рішень та екологічну безпеку у складному міському середовищі.

Вона забезпечує комплексний підхід в організації, плануванні, управлінні та контролі логістичних процесів в об'єднаному бізнесі складного міського середовища.

Інноваційний механізм "міська логістика" базується на п'ятирічч базових принципів: 1) Забезпечення мобільності населення транспортних районів міського середовища; 2) Раціоналізація рівня потреб у вантажних транспортних послугах, що надаються системам життєзабезпечення; 3) Забезпечення функціонального зонування транспортної мережі у міському середовищі; 4) Забезпечення «транзитного потенціалу» транспортних мереж міського середовища у існуючих рамках концепції екологічної безпеки та безпеки дорожнього руху; 5) Забезпечення безпеки лінійних елементів вулично-дорожньої мережі, що формують міську архітектуру транспортного каркасу міського середовища.

Таблиця 1 – Приклади міських логістичних схем

Категорія	Реалізована політика
Зонування територій	Брюссель – виділення зон руху вантажів
	Швеція – екологічні зони
	Великобританія – екологічні зони
Експлуатація «Чистих» транспортних засобів	Роттердам – експлуатація електромобілів у міській розподільчій системі
	Осака - електричні фургони
	Цюріх – вантажні трамваї
Координовані перевезення	Берлін - Товари руху платформи державно-приватного партнерства
	Стокгольм – логістичний центр для скоординованого транспорту
Зони скупчення	Барселона - кілька зон паркінгу вантажного та пасажирського транспорту, за оперативною інформацією
	Париж, Барселона, Рим - нічні схеми доставки
Інформаційні системи	Нью-Йорк та Ванкувер - Internet Systems Інформація про порт
	Токіо - Розширені інформаційні системи
«Користувачі води»	Амстердам – плаваючий центр розподілу
	Венеція - Водяні управління рухом системи підтримки прийняття рішень

За всієї важливості транспортної структури у муніципальному середовищі, як невід'ємного елемента економіки муніципальних утворень, необхідно враховувати його дуже значний негативний вплив на довкілля. У світовій практиці вирішення проблеми забруднення повітря викидами транспорту – це комплекс містобудівних, технологічних, інфраструктурних заходів. Загалом зниження викидів транспорту залишається пріоритетним завданням.

СЕКЦІЯ: РУХОМИЙ СКЛАД ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

ТЕНДЕНЦІЇ ОНОВЛЕННЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТНОГО ПАРКУ ДЛЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

В.О. Карашук, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»,
В.І. Дробаха, канд. техн. наук, ПРАТ «Київ-Дніпровське» МППЗТ,
м. Київ

Промисловий залізничний транспорт приймає безпосередню участь у виробничому циклі. Забезпечення сировиною, напівфабрикатами виробничого процесу, переміщення предметів праці між виробничими циклами, вивезення готової продукції на колії загального користування є щоденними завданнями, що виконуються залізничним тяговим рухомих складом (ТРС) промислових підприємств. На промислових підприємствах країни експлуатуються різні види та серії локомотивів та тягових агрегатів. Використання певних видів ТРС та їх серій зумовлено виробничим процесом, видами перевезених вантажів, технологічними умовами роботи промислового підприємства, оснащенням та особливостями проведення навантажувально-розвантажувальних робіт, габаритними обмеженнями на території підприємства, колійним розвитком, устроєм пристроїв енергозабезпечення та багатьма іншими факторами.

Тепловозний парк промислових підприємств представлений тепловозами серій 2М62, 2ТЕ10М, 2ТЕ10В, ТГК2, ТГМ1, ТГМ23, ТГМ3(А,Б), ТГМ4, ТГМ6, ТЕМ1, ТЕМ2, ТЕМ7, ТЕМ18, ЧМЕ2 та ін. Електровозний парк представлений електровозами серій Д100М, ВЛ41, Д94, ПЕУ1, ЕЛ1, ЕЛ2, ЕЛ21, 21Е, 26Е та тяговими промисловими агрегатами ОПЭ1, ОПЭ2, ОПЭ1А та ін.

На сьогоднішній день на підприємствах постала серйозна проблема оновлення парку залізничного тягового рухомого складу. Локомотиви, що експлуатуються до тепер потребують модернізації та

оновлення. Більшість локомотивів парку вже давно відпрацювали свій ресурс. Гостро стоїть проблема ремонту та технічного обслуговування транспортного парку через брак запасних частин для ремонту цих локомотивів, тому що практично всі ці локомотиви зняті з виробництва, крім того основна частина їх була побудована ще за часів радянського союзу або придбана за кордоном. Відповідно перед підприємствами промисловості стоїть завдання пошуку можливостей оновлення залізничного транспортного парку.

Існують декілька підходів до рішення цієї проблеми. По-перше, «глибоке» оновлення парку - закупівля нових локомотивів, по-друге, модернізація існуючих локомотивів з подовженням терміну служби, по-третє спроба заміни залізничного тягового рухомого складу на альтернативні види транспорту, наприклад використання автомобільних транспортних засобів.

Глибоке оновлення парку через закупівлю нових локомотивів потребує значних капітальних витрат, окрім того необхідність технічного обслуговування нових серій локомотивів буде потребувати оновлення ремонтної бази та перенавчання обслуговуючого персоналу.

Оновлення парку через модернізацію існуючих серій локомотивів потребує менше капітальних витрат, не буде потреби у оновленні ремонтно-технічної бази та перенавчання персоналу, однак такий підхід може тільки короткочасно (на близьку перспективу) вирішити питання оновлення транспортного парку.

Підхід по заміні залізничного транспортного парку альтернативними видами перевезень, допоможе вирішити тільки локальні задачі промислового виробництва на певних технологічних ділянках або при певних перевізних процесах. Такий підхід потребує глибокого аналізу умов виробництва, обсягів перевезень, вантажопотоків, витрат на перевезення, вивчення технологічних та габаритних умов роботи, та порівняння тягового рухомого складу не тільки по видах транспорту а і по марка та серіях транспортних засобів.

В Україні почалися перші кроки по оновленню залізничного транспортного парку промислових підприємств. Меткомбінат "ArcelorMittal Кривий Пір" почав експлуатацію першого маневрового локомотива EffiShunter 1600 виробництва чеської компанії CZ Loko у грудні 2021 року. Також підприємством було підписано контракт на постачання чотирьох локомотивів цієї серії [1]. Дані маневрові тепловози зібрані на базі тепловоза ЧМЕЗ. Оснащені дизельним двигуном Caterpillar 3508C потужністю 1000 кіловат та генератором тяги Siemens, цифровою системою управління, круїз-контролем, електродинамічним гальмом та захистом від ковзання.

Оновлення парку промислового залізничного тягового рухомого складу дозволить покращити технологічний процес виробництва продукції та скоротити витрати на експлуатацію цих транспортних засобів, дозволить підвищити екологічність внутрішньозаводських перевезень.

РАЦІОНАЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ТЯГОВИХ РОЗРАХУНКІВ З ТОЧКИ ЗОРУ НОРМУВАННЯ ВИТРАТИ ЕНЕРГІЇ

М.А. Барибін, аспірант, А.О. Каграманян, доц., канд. техн. наук,
Український державний університет залізничного транспорту,
м. Харків

А. П. Фалендиш, проф., д-р техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»,
О.В. Джус, магістр, Львівський науково-дослідний інститут судових
експертиз, м. Львів

Як відомо основною частиною собівартості продукції транспорту є витрати на паливно-енергетичні ресурси, тому першочерговим завданням, в умовах конкурентної боротьби різних видів транспорту за потоки вантажів та пасажирів, є встановлення технічно обумовлених норм витрат та пошуку шляхів з мінімізації витрат чи збільшенні провізної здатності.

Використання тягових розрахунків, основною яких є математичне моделювання технічних характеристик силового обладнання, аналіз впливу зовнішніх та внутрішніх сил опору руху чи кліматичних особливостей регіону експлуатації, розгляд графіків руху чи роботи на предмет оптимізаційних дій та інше, дозволяє знайти приховані потенціали по зменшенню витрат енергії та оптимальних рівнянь тягово-енергетичного паспорту – як основи нормування та нормоутворення.

Фізична суть процесів тягових обчислень полягає у пошуку технічних чи технологічних рішень управління енергетичним обладнанням інфраструктури транспорту з метою мінімізації витрат палива чи пошуку раціональних шляхів підвищення пропускної здатності транспортних потоків при поточному рівні енергоспоживання. Тобто кінцевим результатом даних маніпуляції є отримання залежностей витрати енергії G й економічного ефекту E від кількості запроваджених рішень n . При цьому на етапі математичного моделювання встановлюють теоретичну криву зменшення витрати ресурсів $G_{теор}(n)$ та точку безбитковості $A_1(E_1 \vee G_1; n_{k-1})$ [перетину кривої капіталовкладень $E(n)$ з $G_{теор}(n)$].

Отримані результати не є достовірними та потребують використання кореляційних коефіцієнтів для корегування математичної моделі під реальні умови експлуатації, поясненням цього є відмінність та зміна в часі технічних характеристик енергетичного обладнання, неможливість врахування всіх факторів впливу та недосконалість математичних моделей. Тому після оптимізації теоретичних результатів на виробництві чи за допомогою коефіцієнтів впливу знаходять фактичну криву зменшення витрати ресурсів $G_{факт}(n)$ та точку беззбитковості $A_2(E_2 \vee G_2; n_k)$ [перетину кривої капіталовкладень $E(n)$ з $G_{факт}(n)$], при цьому кількість запропонованих рішень завжди збільшується через проведені маніпуляції $n_{k-i} < n_k$.

Розвиток науково-технічного прогресу завжди намагається здвинути $A_2(E_2 \vee G_2; n_k)$ в сторону збільшення значень вісі абсцис таким чином щоб максимально наблизитись до кривої обмеження за мінімальними витратами G_{min} , обумовленої законом збереження енергії, однак нікд не дорівнює їй так як ккд не може дорівнювати одиниці чи мати більше значення.

Схематичне зображення суті використання тягових розрахунків наведено на рисунку 1.

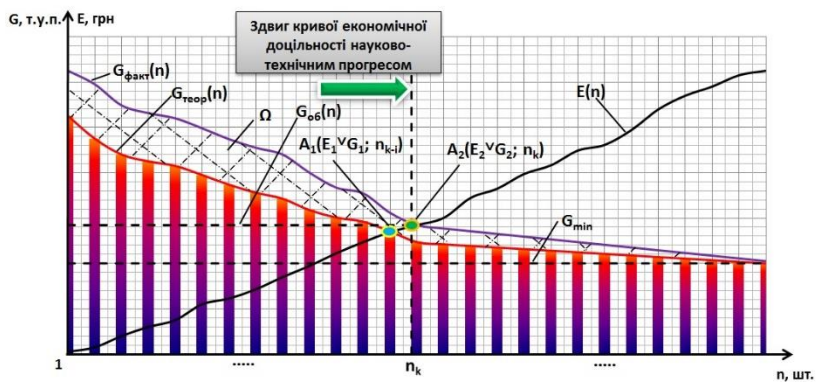


Рис. 1 – Схематичне зображення суті використання тягових розрахунків

Використання тягових розрахунків та математичного моделювання фізичних процесів силового обладнання чи транспортної інфраструктури дозволить знизити споживання ресурсів, розробити рекомендації по експлуатації чи заміні обладнання обслуговуючому персоналу і встановити оптимальні норми витрат в ході вироблення одиниці продукції транспорту.

СПОСОБИ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ УКРАЇНИ

І.С. Груник, канд. техн. наук, Р.Б. Семчук, викладач,

С. А. Пінчак, студент,

ВСП ЛФКТИ НУ «ЛП», м. Львів

Залізничний транспорт за своєю природою є більш екологічно чистим порівняно з автомобільним та повітряним. Проте не слід забувати про те, що розвиток залізничного транспорту слід реалізовувати з дотриманням екологічних вимог. Ця проблема також вельми актуальна і для України, оскільки вона за щільністю залізничної мережі і вантажонапруженістю перевищує багато інших країн Центральної Європи. Тому проблема екологізації залізничного транспорту є дуже важливою.

Залізничний транспорт за об'ємом вантажних перевезень займає перше місце серед інших видів транспорту, за об'ємом перевезень пасажирів – друге місце після автомобільного транспорту. Успішне функціонування і розвиток залізничного транспорту залежить від стану природних комплексів і наявності природних ресурсів, розвитку інфраструктури штучного середовища, соціально-економічного середовища суспільства. Стан навколишнього середовища при взаємодії з об'єктами залізничного транспорту залежить від інфраструктури по будівництву залізниць, виробництву рухомого складу, виробничого устаткування і інших пристроїв, інтенсивності використання рухомого складу і інших об'єктів на залізницях, результатів наукових досліджень і їх впровадження на підприємствах та об'єктах галузі.

Залізничний транспорт постійно впливає на природне середовище. Рівень дії може лежати в допустимих рівноважних і кризових межах. За характером впливу залізничного транспорту на стан середовища проблема має два аспекти: використання транспортом природних ресурсів і транспортне забруднення середовища. Залізничний транспорт впливає на екологію як великий споживач паливних, лісових і земельних ресурсів, мінеральних і будівельних матеріалів. Хоча в порівнянні з іншими видами транспорту (особливо автомобільним), він заподіює менше екологічного збитку. Негативний вплив залізничного транспорту на середовище включає порушення стійкості природних ландшафтів транспортною інфраструктурою шляхом розвитку ерозій і обвалів; забруднення атмосфери відпрацьованими газами; постійне зростання рівня забруднення землі

нафтою, свинцем, продуктами видування і осипання сипких вантажів (вугілля, руда, цемент).

Шум від поїздів викликає негативні наслідки, що виражаються, перш за все, в порушенні сну, відчутті хворобливого стану, в зміні поведінки, збільшенні споживання лікарських препаратів і т. ін. Порушення сну може мати різні форми, як то: подовження періоду засипання, пробудження під час сну, погіршення якості сну (перехід від глибокого сну до більш легкого, поверхневого) і т.д.

Найбільш шумлячими агрегатами є вентилятори. Тепловози, двигуни яких обладнані глушниками на впускних і випускних колекторах і звукоізолюючими покриттями, не створюють значних шумів. Шуми виникають також від ударів в ходових частинах, від деренчання гальмівної тяги, колодок, автозчеплення та інших частин рухомого складу.

Спосіб віддалення основних частин залізничного комплексу, що створюють найбільше шуму, від населених пунктів і великого скупчення людей є достатньо суттєвою альтернативою способу заміни, проте він не вирішує проблеми дії шумів на людей, що знаходяться безпосередньо на станції і поблизу колій. Крім того, даний метод примушує розглядати додаткові параметри при проектуванні залізничної лінії, які ускладнюють вибір проектувальникові. Крім того, існуючі станції і шляхи переносити не можна через малу економічну вигоду даного способу.

Перехід залізничного транспорту з парової тяги на електричну і тепловозну, якими в даний час виконується практично вся поїзна робота, сприяв поліпшенню екологічної обстановки: виключений вплив вугільного пилу і шкідливих викидів паровозів у атмосферу. Подальша електрифікація залізниць, тобто заміна тепловозів електровозами, дозволяє виключити забруднення повітря відпрацьованими газами дизельних двигунів. Основний шлях зниження викидів токсичних речовин тепловозами полягає в зменшенні їх накопичення в циліндрах двигунів. Важливе значення мають знешкодження відпрацьованих газів і правильна експлуатація тепловозів. Принцип дії очисних пристроїв, заснований на рециркуляції газів, застосовується для зменшення концентрації оксидів азоту. Розроблена нова конструкція тепловоза, в якому як паливо використовується газ. Експериментальний зразок газового локомотива створений на основі маневрового тепловоза. Перехід на стиснений газ дозволить економити дефіцитне дизельне паливо. Ще одна перевага газового тепловоза – його екологічна чистота. Тому на газ, перш за все, доцільно переводити маневрові тепловози на станціях, розташованих у межах міст.

До основних заходів щодо охорони водоймищ від забруднення відносяться будівництво і реконструкція очисних споруд у вузлах, впровадження оборотного водопостачання, нормування витрати води і зменшення скидання неочищених стоків, створення досконаліших і економічніших засобів і методів очищення виробничих і побутових стічних вод, скорочення втрат води, вдосконалення лабораторного контролю. Нескладні флотажні установки успішно експлуатуються на переважній більшості залізничних підприємств. Вони добре зарекомендували себе при очищенні стічних вод від найбільш поширеного виду забруднень – нафтопродуктів. Ці установки забезпечують у 5...10 разів кращий ефект очищення, ніж нафтові пастки, і дозволяють видаляти із стоків до 95% забруднень. Впровадження флотаторів дозволило значно скоротити забруднення водоймищ нафтопродуктами, поліпшити систему оборотного водокористування. На оборотне водокористування переводяться всі основні технологічні процеси з великим водоспоживанням, а також процеси, що викликають сильне забруднення водоймищ на промивально-пропарювальних станціях, ремонтних заводах і в депо. Крім того, по замкнутому циклу використовуються миючі розчини і промивальні води для обробки рухомого складу, його вузлів і деталей. Для очищення виробничих і побутових стічних вод споруджують також біологічні ставки. Влаштування та експлуатація таких ставків не вимагає великих витрат, в той же час їх застосування можливе в різноманітних кліматичних умовах.

ПОКРАЩЕННЯ ПРИСТРОЇВ ОСУШКИ СТИСНЕНОГО ПОВІТРЯ ДЛЯ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ ЗАЛІЗНИЧНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ

Я.В. Якубовський, магістр, викладач, В.Я. Яворський, викладач,
І.І. Сільваші, студент,
ВСП ЛФКТІ НУ «ЛП», м. Львів

Одним з основних факторів, що забезпечують надійність рухомого складу і безпеку руху на залізничному транспорті, є безвідмовна робота його пневматичного обладнання та гальм. Багато в чому це залежить від якості стисненого повітря.

Усмоктуване компресором повітря завжди містить деяку кількість вологи, мастила і твердих пилоподібних частинок. Здатність повітря утримувати вологу в пароподібному стані тим вище, чим вище його температура. Однак ця здатність падає при підвищенні тиску, через що підвищується відносна вологість стислого повітря.

При зниженні температури стисненого повітря в трубопроводах, внаслідок природного охолодження або проходження калібрувальних дросельних отворів, відносна вологість повітря зростає, досягаючи критичного значення, коли температура стисненого повітря досягає температури точки роси - початку утворення конденсату.

Низька якість стисненого повітря на рухомому складі залізниць має ряд негативних наслідків: зменшення в зимовий період діаметрів прохідних перетинів у гальмівній магістралі поїзда.

Навіть при не повному перемерзанні гальмівної магістралі збільшується час відпуску гальм у хвостовій частині поїзда. Це є одним з факторів, що підвищують ймовірність обриву автозчепу.

Замерзання і забруднення дросельних отворів повітророзподільників призводять до невідпускання гальм окремих вагонів і юзу, наслідком чого є утворення повзунів. Це, в свою чергу, призводить до аварійного нагрівання колісних пар, непланових зупинок поїздів, прискороеного зносу рейок, а також значних економічних збитків.

Вирішення цих завдань у частині вдосконалення локомотивних пристроїв осушки стисненого повітря можливо шляхом: - розробки нормативів якості стисненого повітря пневматичних систем залізничного рухомого складу; - створення математичної моделі роботи компресорної установки з коротко-циклових адсорбційним пристроєм очищення і осушення стисненого повітря; - розрахунку основних технічних характеристик її роботи.

Нами пропонується на основі даних проведених досліджень використати пристрої очищення і осушення стисненого повітря з сучасних локомотивів ТЕ33А на більш використовувані серії локомотивів 2М62.

Дану модернізацію пропонуємо виконувати при проходженні локомотивами поточного ремонту ПР-3 в умовах локомотивних депо. Така модернізація є актуальною для залізниць України.

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛЬНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ УПРОДОВЖ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ

О.В. Клецька, канд. техн. наук, Д.О. Соломанчук, студент,
ДВНЗ «ПДТУ»

Сучасні тенденції глобалізації, коли провідні виробники скорочують свої витрати за рахунок переносу виробництва в сприятливіші для бізнесу регіони, позначаються на світовому ринку

природного газу і пов'язаних з ним галузями. Просування екологічних видів палива стимулюють все більший попит на тару для технічних газів: метану, азоту, кисню, аргону, двоокису вуглецю і різних газових сумішей.

Екологічна безпека автомобільного рухомого складу, як інтегрального показника, повинна адекватно відобразитись відповідними оцінними вимірниками. Кожний автотранспортний засіб можна охарактеризувати масивом властивостей. При цьому кожен властивість автотранспорту можна охарактеризувати масивом показників.

До показників узагальнених властивостей автотранспорту були віднесені: безпека перевізного процесу; нешкідливість дії на довкілля; транспортний комфорт; збереження природних ресурсів; транспортна ефективність. Кожна узагальнена властивість включає декілька групових властивостей зі своїми показниками. Кожна групова властивість у свою чергу включає декілька поодиноких показників. В результаті була створена триврівнева ієрархічна структура показників, оцінюючи які можна отримати уявлення про екологічну безпеку конструкції автотранспорту.

Був виконаний аналіз викидів шкідливих речовин автотранспорту для легкових, вантажних машин та автобусів. При цьому оцінювались наступні шкідливі речовини від автотранспорту: викиди оксиду вуглецю, викиди вуглеводів, викиди оксиду азоту. Результати обробки даних показали, що найбільша частка викидів в рік по усім трьом шкідливим речовинам припадає на вантажні автомобілі, а найменше – на автобуси.

При цьому враховано, що екологічна безпека автотранспорту представляє собою комплексну оцінку і зумовлюється безліччю негативних чинників, пов'язаних з експлуатацією автотранспорту.

Також було доказано, що на оцінку екологічної безпеки впливає також чинник зношеності автомобільного транспорту і вид палива, використовуваний для його експлуатації.

СЕКЦІЯ: АВТОМАТИЗАЦІЯ, КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА РОБОТОТЕХНІКА

МЕТОДИ ОБРОБКИ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Л.О. Добровольська, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

Дослідження оптичних схем СТЗ для вимірювання висоти гарячого розкату показують виключну важливість, точного виділення

контур розкату на растровому зображенні. Для досягнення точності вимірювання висоти розкату із точністю $\sigma_H < \pm 1$ мм. необхідно досягти субпіксельної точності локалізації верхнього та нижнього контурів розкату.

Задача виділення об'єктів на растровому зображенні загалом полягає у спеціальному аналізі растрового зображення з цілю його розділення на сукупність подібних за певним критерієм інформативних складових і відома як задача сегментації зображень. До таких складових можна віднести фон, розкат, контур розкату.

Опис основних методів сегментації цифрових зображень можна знайти в різних роботах. Проте основну увагу у вище перелічених роботах автори приділяють алгоритмічному опису цих методів та їх програмній реалізації. Основною прогалиною цих робіт є недостатність висвітлення їх точнісного аналізу. Наряду із необхідною високою точністю виділення контурів розкату дану задачу також необхідно вирішувати у автоматичному режимі і в режимі реального часу. У даному розділі буде проведено дослідження методів сегментації, обробки растрових зображень гарячого рухомого розкату та побудова структурної схеми системи технічного зору з ціллю розробки інформаційної технології автоматичної локалізації висоти розкату на відповідних цифрових растрових зображеннях із субпіксельною (± 1 піксель) точністю.

Стислий опис методів обробки цифрових зображень.

Структура СТЗ для вимірювання висоти гарячого, рухомого розкату у своєму складі має алгоритмічні засоби призначені для обробки растрових зображень розкату з ціллю автоматичного та високоточного виділення його верхнього та нижнього контурів. Реалізація цих алгоритмічних засобів здійснюється на основі методів цифрової обробки зображень на ПЕОМ (спеціальних перетворень над потоком відеоданих знятих з цифрових ОЕП)

Відеопотік, який надходить на алгоритмічні засоби ПЕОМ у загальному випадку можна розглядати як послідовність цифровий растрових зображень, що надходять на вхід ПЕОМ через певні фіксовані проміжки часу.

Враховуючи таку особливість цифрового представлення відеопотоку, а саме послідовності двомірних матриць, які поступають дискретно у часі на вхід алгоритмічних засобів СТЗ усі методи цифрової обробки відеоданих можна умовно поділити на наступні:

1. Методи обробки статичних зображень

Дана група методів виконує послідовний аналіз кожного зображення відеопотоку окремо (статично). Її умовно можна поділити на дві великі підгрупи методів:

- методи обробки зображень в просторовій області,
- методи обробки зображень в спектральній області.

Методи обробки зображень в просторовій області як правило реалізуються шляхом дослідження зображення як функції яскравості пікселів зображення від їх просторових координат.

Методи обробки в спектральній області засновані на основі двовірних дискретних перетворень, а саме: перетворень Фур'є, Хартли, дискретне-косинусного перетворення, перетворення Гільберта, Вейвлет, тощо. Ці методи дають можливість перейти від просторового опису вхідного зображення (функції просторових координат) до спектральної області (функції частоти). Після чого, аналізу та обробці, піддаються вже не самі зображення, а коефіцієнти отримані у наслідок виконання вищезазначених перетворень.

2. Методи обробки зображень в часовій області.

Методи обробки відеопотоку в часовій області спираються на можливості аналізу зміни яскравості пікселів зображень, із зміною кадрів відеопослідовності у часі. У такому випадку обробці піддається $K = NM$ функцій зміни яскравості пікселів з часом, де кожна така з функцій обробляється окремо (незалежно одна від одної), де N та M розмір кадру відеопотоку.

3. Комбіновані методи обробки зображень.

Під час рішення практичних задач цифрової обробки відеопотоку доцільно комбінувати методи обробки статичних зображень та методи обробки в часовій області, оскільки кожний з них має свої переваги та недоліки.

АНАЛІЗ СТУПЕНІ ПЕРЕМІШУВАННЯ ПОТОКІВ ГАРЯЧОГО І ХОЛОДНОГО ПОВІТРЯ ПРИ АВТОМАТИЧНОМУ РЕГУЛЮВАННІ ТЕМПЕРАТУРИ ГАРЯЧОГО ДУТТЯ ДОМЕННОЇ ПЕЧІ

В.П. Кравченко, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

Експериментальні дослідження показали, що на доменних печах (ДП) існує нерівномірність температури дуття по фурмам, а це негативно впливає на процес доменної плавки. Одною із основних причин нерівномірності температури дуття по фурмам ДП є ступінь перемішування гарячого і холодного повітря в трубопроводі гарячого дуття на шляху до ДП.

Забезпечують ДП гарячим дуттям спеціальні повітрянагрівачі (ПН), які розташовані лінійно вздовж трубопроводу гарячого дуття на різній відстані від ДП. В кожний даний момент один ПН працює в режимі дуття, а інші в нагріві. В ПН, який переводиться в режим дуття, із колектору холодного дуття подається холодне повітря. Проходячи через ПН воно нагрівається. Нагріте повітря подається в трубопровід гарячого дуття, де воно, з метою одержання заданої температури дуття, змішується з певною кількістю холодного повітря. Холодне повітря на змішування подається в торець трубопроводу гарячого дуття через змішувальний клапан (ЗК), де воно зустрічається з потоком гарячого. Починається процес змішування, в результаті якого, змішане дуття повинно мати задану температуру. Стабілізацію температури дуття забезпечую система автоматичного регулювання (САР), яка визначає кількість холодного дуття на змішування. Очевидно, що стабільність і однорідність температури дуття залежить від ступені (якості) змішування гарячого і холодного потоків.

На якість змішування дуття впливає цілий ряд факторів. Одним із них є шлях, на якому відбувається процес змішування. Зустрічається холодне повітря з гарячим від працюючого на дутті ПН в точці, яка розташована навпроти цього повітрянагрівача.

Очевидно, що шлях руху потоку холодного повітря на змішування від ЗК до точки зустрічі з гарячим повітрям h_{i1} і шлях змішування потоків h_{i2} (від точки змішування до датчика температури дуття), а також час руху τ_{i1} до точки змішування і час змішування потоків τ_{i2} для ПН, які знаходяться на різній відстані від доменної печі (ДП) буде різним. При цьому шлях проходження регулюючого впливу $h_{рв}$ і запізнення регулюючого впливу в системі автоматичного регулювання $\tau_{рв}$ буде дорівнювати:

$$h_{рв} = h_{i1} + h_{i2} \quad (1)$$

$$\tau_{рв} = \tau_{i1} + \tau_{i2} \quad (2)$$

Хоча загальний шлях регулюючого впливу $h_{рв}$ для всіх ПН буде однаковим, але якість цього впливу буде різною. Оскільки шлях змішування, а значить і ступінь змішування потоків різна, то різним буде і результат змішування (температура дуття, з якою воно подається в піч).

Що стосується запізнення регулюючого впливу $\tau_{рв}$, то доля його складових τ_{i1} і τ_{i2} для всіх ПН буде суттєво відрізнятися. Це пояснюється як відстанню, так і суттєво різною швидкості руху холодного дуття і суміші. При такому формуванні потоку гарячого дуття ДП від різних ПН змішаний потік може мати неоднорідність по температурі. Це означає, що при роботі на дутті ближніх до ДП

повітронагрівачів не вистачає часу (довжини шляху) для якісного змішування. Таким чином, в цілому, для різних ПН доменної печі ступінь однорідності при змішуванні потоків гарячого і холодного повітря буде різною. Неоднорідність змішаного потоку впливає також на величину похибки датчика вимірювання температури гарячого дуття від різних ПН, що призводить до неточності стабілізації температури дуття.

Неоднорідність по температурі потоку гарячого дуття, яке поступає в кільцевий трубопровід ДП, обумовлює нерівномірність температури дуття по фурмам. Це призводить до порушення протікання процесів плавки по периметру печі, і відповідно, до перекосів в швидкості руху по січенням стовпа шихтових матеріалів.

Таким чином, нерівномірність розподілення температури дуття по фурмам, буде мінятися в залежності від номеру ПН (віддаленості від ДП) і в залежності від періоду роботи ПН на дутті. При цьому вплинути на цей процес, з метою зменшення нерівномірності температури дуття, при існуючій технологічній схемі формування гарячого дуття, неможливо.

Вирішенням проблеми нерівномірності розподілення температури дуття по фурмам доменної печі може бути застосування нових технологічних схем формування потоку гарячого дуття для ДП.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ СЕКЦІЙ ВТОРИННОГО ОХОЛОДЖЕННЯ МБЛЗ

С.В. Щербаков, доц., канд. техн. наук,

О.О. Черевко, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

Метою роботи є дослідження процесу охолодження безперервнолитих заготовок у ЗВО МБЛЗ та розробка практичних рекомендацій щодо оптимізації роботи форсунок секцій вторинного охолодження.

Загальні вимоги до охолодження заготовки можна сформулювати так: - безперервне зниження температури поверхні заготовки з метою зведення до мінімуму напруг, що розтягують, у внутрішніх шарах; - забезпечення рівномірної температури поверхні заготовки по її периметру; - недопущення зниження температури поверхні злитка до областей зниження пластичності.

Істотною проблемою є неможливість повного експериментального дослідження теплового стану заготовки та інтенсивності її охолодження. Тому у дослідженнях використовують

методи математичного моделювання. Найбільш широко в даний час застосовуються математичні моделі, засновані на двовимірному рівнянні теплопровідності, в якому особливості теплоперенесення в двофазній зоні враховані за допомогою ефективних величин теплоємності та теплопровідності.

У даних моделях значення має вибір і завдання граничних умов, які, як правило, задаються у вигляді фіксованих значень коефіцієнта тепловіддачі α для кожної секції вторинного охолодження. Цей підхід не зовсім правильний, оскільки характер теплообміну всередині однієї секції не є однаковим. Заготовка охолоджується за допомогою подачі води або водо-повітряної суміші у просторі між роликками, від контакту з роликками віддає тепло у зовнішнє середовище у вигляді випромінювання. Таким чином, пропонується виділити три основні ділянки поверхні заготовки: зону щільного зрощення форсунами, зону контакту з роликками та інші ділянки поверхні.

На підставі аналізу літературних даних було обрано спосіб розрахунку коефіцієнтів тепловіддачі α для кожної із зазначених зон. При розрахунку враховувався експериментальний параметр локальної щільності зрощення $w(x, y)$, що залежить від схеми розташування форсунок, розподілу та витрати охолоджувача. Отриманий розподіл коефіцієнтів тепловіддачі α , а, отже, і відведення тепла з поверхні заготовки істотно змінюються всередині секції, що призводить до нерівномірного охолодження поверхні.

Так як на рівномірність охолодження поверхні заготовки прямий вплив має схема розстановки форсунок в ЗВО, за допомогою алгоритмів оптимізації на підставі величини дисперсії температури, фізичних властивостей сталі та витрати води по контурах охолодження отримано рекомендації щодо вибору схеми розміщення роликів і форсунок у кожній секції зони вторинного охолодження. Таким чином, зменшуючи дисперсію температури в результаті оптимізації, за допомогою запропонованої моделі розрахунків досягається максимальне дотримання вимог до технологічного процесу охолодження безперервних заготовок в умовах МБЛЗ.

РОЗРОБКА ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ДВОКООРДИНАТНОГО УПРАВЛІННЯ УСТАНОВКОЮ ЕЛЕКТРОДУГОВОГО НАПЛАВЛЕННЯ

С.В. Щербаков, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

При наплавленні легуючими матеріалами фізико-хімічні властивості зварювального шва залежать від багатьох факторів,

обумовлених типом використаних матеріалів та особливостями проведення технологічного процесу. Важливе значення має алгоритм подачі легуючого електрода, що реалізується шляхом використання математичного моделювання. Об'ємна швидкість подачі матеріалу розраховується відповідно багатьом законам управління. В основі цих законів використання різних форм імпульсів подачі легуючого електрода, змінна швидкість, що загалом впливає на симетричність та градієнт розподілу легуючих елементів.

Залежність зміни концентрації $C(t)$ легуючого елемента від об'ємної швидкості подачі електрода та ступеня засвоєння описана за допомогою математичної моделі, адекватність якої підтверджено результатами проведеного дослідження. Експерименти проводились при різних варіантах законів зміни швидкості об'ємної подачі легуючого електрода. Дана модель може успішно використовуватися в практиці прогнозування хімічного складу зварювального шва в реальному часі.

З метою тестування програмного забезпечення, необхідного в реалізації запропонованої технології наплавлення, було розроблено експериментальний стенд для керування електроприводами переміщення електрода. Функціонал програмного забезпечення дозволяє керувати електродом як у двовимірній, так і в трьохвимірній системах координат. В даній роботі зроблено акцент на реалізації переміщення електрода згідно з обраною траєкторією та швидкістю.

Керуюча електронна складова експериментальної установки спроектована спеціально для реалізації керування роботою крокових двигунів відповідно до розробленого програмного забезпечення. В якості контролера обрано мікропроцесор ATmega328 у складі платформи програмування Arduino Uno. Сигнали фазованого керування формуються на дискретних виходах контролера та передаються на силові модулі управління кроковими двигунами для підсилення, узгодження та параметризації.

Програмне забезпечення розроблено в середовищі IDE Arduino на мові Processing (C++), що включає в себе редактор коду, компілятор і модуль передачі програмного коду в контролер через USB інтерфейс. Основними задачами розробленого програмного забезпечення є одночасне керування електроприводами по двох незалежних каналах та забезпечення необхідних режимів роботи, регламентованих базовими технічними характеристиками, такими як напруга, струм обмоток, номінальний обертаючий момент, температурний режим.

Для реалізації управління декількома електроприводами в програмному коді використано спеціалізовану бібліотеку AccelStepper.

Підпрограми керування кроковими двигунами для переміщення легуючого електроду в відповідності з заданою траєкторією та швидкістю виконуються в робочому циклі контролера.

За допомогою розробленого програмного забезпечення здійснюється незалежне керування швидкістю обертання двигунів відповідно до заданого алгоритму. При необхідності для кожного двигуна можливий вибір закону зміни швидкості із завданням граничних значень, а також величини прискорення та напрямки обертання.

Доцільність використання програмного забезпечення основана на моделі прогнозування хімічного складу зварювального шва в реальному часі та може використовуватися для практичної реалізації технології наплавлення легуючих матеріалів з регламентованим розподілом властивостей.

ВІЗУАЛЬНА МОДЕЛЬ КИСНЕВО-КОНВЕРТЕРНОГО ПРОЦЕСУ НА БАЗІ ІГРОВОГО ДВИЖКА GODOT ENGINE

М.В. Шестаков, студент, О.О. Черевко, доц., канд. техн. наук,
ДВНЗ «ПДТУ»

Програма візуалізації киснево-конвертерного процесу розроблена на базі ігрового движка Godot Engine. Серед розробки може працювати на Linux, OSX, Windows та інших операційних системах та експортувати проекти на ПК, консолі, мобільні та веб-платформи. Скриптинг в цьому середовищі відбувається за допомогою вбудованої мови GDScript, синтаксис якої нагадує Python. Деякі версії Godot підтримують мову програмування C#. Безпосередньо сам ігровий движок написаний на C та C++.

Розроблений проект написаний на GDScript. Це найбільш зручна мова для написання скриптів. Скриптування відбувається за рахунок прикріплення скрипта до певного об'єкта проекту. Сам проект має структуру вузлів, або так званих Node. В проекті є головний вузол, а всі інші приєднуються до нього. Чим ближче вузол знаходиться до головного, тим більше доступу він має до інших вузлів. Тобто він має доступ та може скриптувати тільки залежні від нього вузли. Деякі вузли можуть бути сценами. Сцена – це вузол, який може бути залежним або працювати окремо від інших. Найголовніший вузол можна вважати сценою. Вузол уявляє собою набір елементів із певної бібліотеки. В розробленому проекті використані такі елементи, як KinematicBody2D, RigidBody2D або StaticBody2D. Залежними від них є Sprite, CollisionShape2D або CollisionPolygon2D. Перші необхідні для опису

фізики об'єкта, а другі – його вигляду та форми. Кожен з цих елементів має безліч властивостей, змінюючи які за допомогою скриптів можна отримати бажаний результат. Наприклад, в програмі за допомогою скриптів реалізовано анімацію рухів конвертеру, фурми, совку та ковшу. Ними можна керувати за допомогою звичайних клавіш з клавіатури комп'ютера.

Окрім візуальної частини проєкт містить модель розрахунку та симуляції киснево-конвертерної плавки. Цей блок був реалізований як окрема сцена, а потім вбудований до основної. Він складається з статичного та динамічного розрахунків конвертерної плавки та симуляції плавки на їх основі. Результати розрахунків зображуються на панелях з таблицями.

Вихідними даними для моделювання є параметри хімічного складу чавуну та параметри сталі, які необхідно отримати. Параметри лому зазвичай невідомі під час реальної плавки, але вони варіюються в певних межах. Ґрунтуючись на цьому, склад лому генерується випадковим чином. Розраховуються витрати лому з корекцією за охолоджувальною здатністю окатишів та температури металу. За визначеними витратами лому знаходяться витрати чавуну. За отриманими даними визначається загальний вміст елементів у металошихті. Далі знаходиться залишковий вміст домішок в металі в кінці продувки. Кількість домішок, які видаляються під час продувки, знаходиться як різниця між їх вихідним і залишковим вмістом після продувки. Ці дані необхідні для розрахунку кількості кисню, яка необхідна для окислення. На цьому статичний розрахунок завершується.

Наступним етапом є динамічний розрахунок, який базується на розрахунках статичного. Він полягає у визначенні інтенсивності видалення вуглецю та інших домішок залежно від зміни часу продувки. В програмі передбачена зміна витрат дуття, що дозволяє дослідити зміну швидкості, з якою видаляється елемент.

Розроблена модель адекватна процесам, що протікають у ванні конвертера. Модель дозволяє безперервно по ходу продувки здійснювати контроль і регулювання найбільш важливих параметрів металу за допомогою управління кисневою фурмою, визначати швидкості зневуглицювання, зміни температури і окислення заліза ванни. Одержані результати можуть бути використані в системах автоматичного керування конвертерним виробництвом.

РОЗРОБКА СТРУКТУРИ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ТЕПЛООВОГО ПУНКТА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ БУДІВЛІ

Л.О. Добровольська, доц., канд. техн. наук,
Д.В. Солдатов, ст. гр. МА-20, ДВНЗ «ПДТУ»

Температуру повітря в громадських, адміністративно-побутових та виробничих будинках у неробочий період можна підтримувати на нижчому рівні, ніж в інші проміжки часу, що дозволить знизити витрати енергії на опалення. Тому реалізація раціонального режиму переривчастого опалення, тобто, оптимальне керування тепловим режимом будівлі у неробочий період є актуальним завданням. Розробка структури теплового пункту – першочергове завдання.

Індивідуальний автоматизований тепловий пункт для теплопостачання будівлі розміщується в окремому технологічному приміщенні. Система теплопостачання будівлі виконана за залежною схемою зі змішуванням теплоносія за допомогою насоса. Така система дозволяє застосувати енергозберігаючі рішення щодо регулювання систем абонента, врахувати погодні фактори датчика температури зовнішнього повітря, теплові характеристики будівлі та теплогідрравлічні характеристики системи. Виникає можливість змішаного регулювання режимів опалення у широкому діапазоні. Насосна схема приєднання системи опалення дозволяє досить точно підтримувати необхідну температуру повітря в приміщенні, що опалюється, тобто з'являється можливість більш точного підтримання температури. Це пов'язано з тим, що виникає досконаліше регулювання подачі тепла на опалення шляхом зміни коефіцієнта підмішування.

Пропонується наступна структурна схема контролю та управління тепловим пунктом будівлі.

Датчики температури зовнішнього та внутрішнього повітря, а також датчики температури води на вході та виході з теплового пункту передають дані про поточні температури в програмований логічний контролер. Витратомір передає інформацію про поточну витрату теплоносія до контролера. Модуль введення використовується для підключення датчиків температури та витратоміра до контролера. Перетворювачі тиску на вході та виході теплового пункту будуть передавати дані про поточні тиски в контролер. Контролер обробляє отримані дані та видає команди на керування циркуляційним насосом та регулюючим клапаном.

Циркуляційний насос, отримуючи команди від контролера, прокачує теплоносій через магістраль. Регулюючий клапан, також отримуючи команди від контролера, регулює кількість теплоносія, що

проходить через магістраль, і тим самим регулює температуру в магістралі, що подає.

Таким чином, система автоматизації теплового пункту дозволяє керувати температурою в магістралі, що подає, за допомогою регулюючого клапана і циркуляційного насоса. Завдяки використанню датчиків температури та витратоміра, контролер отримує інформацію про поточні параметри теплового пункту та може адаптувати роботу системи відповідно до них.

Роботою ТП управляє програмований контролер. У контролер вноситься залежність температури зовнішнього повітря, дня тижня та доби. Контролер з певною періодичністю вимірює температуру зовнішнього повітря та порівнює вимірювану температуру теплоносія із заданим для поточних умов значенням. Якщо температура нижче заданої, то на регулюючий клапан надходить сигнал, що відкриває, а якщо вище - закриває.

До переваг такої системи підключення належать:

- можливість автоматичного програмного управління режимом роботи системи опалення;

- тиск в системі стабільний і дорівнює тиску в зворотному трубопроводі джерела тепла;

- низька вартість, простий пуск та налаштування модуля ТП.

Недоліки:

- система опалення спустошується у разі дренажу теплотраси;

- циркуляція води в системі опалення припиняється у разі знеструмлення насосів.

Пропонована система може виконувати такі функції:

Погодне регулювання – система може адаптуватися до зміни температури зовнішнього повітря та регулювати роботу теплового обладнання залежно від погодних умов.

Здійснювати адаптивне керування системою теплозабезпечення – система може автоматично регулювати параметри теплообміну залежно від зміни потреб у теплі.

Здійснювати переривчасте опалення - система може включатися та вимикатися залежно від заданих параметрів, що дозволить суттєво знизити енергоспоживання.

Система дозволить збирати дані від різних датчиків, аналізувати їх та керувати елементами системи опалення відповідно до заданих параметрів.

УДОСКОНАЛЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ МОТАЛОК ТА РОЗМОТУВАЧІВ

Л.О. Добровольська, доц., канд. техн. наук,
Д. Івочкін, ст. гр. КІТ-22-М, ДВНЗ «ПДТУ»

Натяг смуги створюється за допомогою електроприводу намоточно-розмотувальних пристроїв. Електропривід моталки працює у руховому режимі, забезпечуючи вихідний натяг смуги. Двигун розмотувача працює в генераторному режимі. Тягучим двигуном для розмотувача є двигун прокатної кліті.

Використовуючи комп'ютерні моделі механізму прокатної кліті, намоточно-розмотувального механізму, двигуна постійного струму, блоки, що імітують пружні зв'язки двигуна і виконавчого механізму, смуги, що прокочується, можна скласти комп'ютерну модель системи управління прокатною кліттю з намотуючим механізмом.

Система автоматичного регулювання моталки пропонується двозонною. Управління ланцюга якоря буде здійснюватися за допомогою двухконтурної системи: внутрішній контур струму; зовнішній – ЕРС. Управління з ланцюга збудження здійснюється з ланцюга системою управління з напруги. Основні структурні блоки цієї системи: система автоматичного управління; двигун постійного струму; кліть; вал; прокат. Система автоматичного регулювання прокатної кліті міститиме три контури: контур напруги генератора з ПІ – регулятором напруги; контур струму якоря з ПІ – регулятором струму та контур швидкості з ПІ – регулятором ЕРС.

Результати моделювання дозволяють оцінити струм якоря кліті, лінійну швидкість руху смуги, напругу двигуна кліті, струм якоря моталки, струм збудження моталки.

На моделі досліджено такі режими роботи: розгін до заправної швидкості, розгін до робочої швидкості, робота в режимі, що встановлений, гальмування до зниженої швидкості, гальмування до повної зупинки.

Для перевірки адекватності моделі виконано моделювання перехідних процесів основних режимів роботи та зроблено їх порівняння із середньостатистичними значеннями. Середня статистична відносна похибка вибирається у 4%. Пропонована комп'ютерна модель адекватна реальному обладнанню та графікам перехідних процесів стану.

ЗАСТОСУВАННЯ ОПТИМІЗАЦІЙНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТА КЕРУВАННЯ

А.Б. Ісаєв, ст. викладач, ДВНЗ «ПДТУ»

Невід'ємним елементом будь-якої системи керування є об'єкт керування. В теорії автоматичного керування є відповідні розділи, в яких вони розглядаються. Для цього застосовується математичний модель у вигляді з'єднання кількох елементарних ланок. В залежності від конкретного об'єкта опис включає від 2 до 4 параметрів, які визначають властивості об'єкта керування.

Коли ми маємо справу з реальним існуючим об'єктом керування, то виникає необхідність визначити параметри цього об'єкта. Для цього зазвичай проводиться експеримент по визначенню кривої розгону об'єкту. Далі будується її графік і за допомогою геометричних побудов розраховуються параметри. Такий підхід вимагає досить багато витрат часу, та безпосередньої участі людини. Зараз, коли електронно-обчислювальна техніка застосовується в усіх сферах життя, представляє інтерес розробка методики, яка буде дозволяти визначати параметри об'єкта керування автоматично без участі людини.

Для цього пропонується представити цю задачу у вигляді задачі оптимізації і застосувати оптимізаційні методи для пошуку результату. У якості критерію оптимальності Q пропонується застосувати суму квадратів відхилень між теоретичними розрахунками значеннями вихідної величини об'єкта керування та результатами експерименту.

$$Q = \sum_{i=1}^n (X_i^{ексн} - X_i^{розн})^2, \quad (1)$$

де i – номер виміру; n – кількість експериментальних вимірів; $X_i^{ексн}$ – експериментальне значення; $X_i^{розн}$ – розрахункове значення.

Така сума застосовується у відомому методі найменших квадратів. Таким чином необхідно знайти такі значення параметрів об'єкта керування, щоб сума квадратів відхилень була мінімальна.

З точки зору методів оптимізації це є задача багатомірного пошуку. Тому для пошуку можемо використати відносно простий метод спуску по координатах. В циклі багаторазово оптимізуються окремі параметри. На кожній ітерації відбувається оптимізація лише одного параметру. Тобто потрібно вирішити задачу одномірного пошуку. Для пошуку значення одного параметра застосуємо метод золотого перетину. Для його використання потрібно задати діапазон, в якому повинно знаходитися значення параметра, який оптимізується. Застосування цього методу вимагає, щоб в діапазоні був лише один

екстремум. Це так і є, тому що при будь-якому відхиленні значення параметру від оптимального сума квадратів відхилень буде зростати. Закінчувати пошук будемо, коли на наступному циклі ітерацій значення параметрів змінились менше заданої точності.

Вся послідовність дій може бути представлена наступним чином.

1. Задаємося початковими значеннями параметрів, та необхідною точністю для їх пошуку.

2. Вибираємо перший параметр.

3. Виконуємо одномірний пошук параметра і знаходимо його нове значення.

4. Беремо наступний параметр, та повертаємось на крок 3. Якщо знайдені всі параметри, то переходимо на крок 5.

5. Порівнюємо нові та попередні значення параметрів. Якщо хоча б по одному параметру різниця більше заданої точності, то повертаємось на наступний цикл на крок 2.

6. Інакше пошук завершено.

Для одномірного пошуку окремого параметру (крок 3) виконуємо наступну послідовність дій.

3.1. Задаємо діапазон в якому повинно знаходитися значення параметра. Приймаємо поточне початкове значення як середину діапазону.

3.2. Розраховуємо два значення параметру в середині поточного діапазону відповідно до пропорції золотого перетину. Одне значення в лівій частині діапазону, а друге в правій.

3.3. Розраховуємо сума квадратів відхилень для цих значень параметрів.

3.4. Якщо сума менша для лівого значення, то обмежуємо діапазон правим значенням.

3.5. Якщо сума менша для правого значення, то обмежуємо діапазон лівим значенням.

3.6. Отримуємо менший поточний діапазон. Розраховуємо нове поточне значення параметру як середину поточного діапазону.

3.7. Якщо різниця між новим, та попереднім поточними значеннями більше заданої точності, то повертаємось на крок 3.2.

3.8. Інакше пошук поточного значення одного параметру завершено.

Для практично випробування та перевірки працездатності методу розроблена програма для комп'ютера на мові Java. У якості об'єкту керування, що досліджувався вибрано статичний об'єкт керування. Це широко розповсюджений об'єкт. Для його опису застосовуються

рівняння, які нараховують 3 параметра. Це коефіцієнт передачі, постійна часу та час запізнення. Тобто ми маємо задачу тримірної пошуку.

Результати розрахунків показали, що програма миттєво знаходить результати. Розрахунковий графік кривої розгону добре збігається з експериментальними даними. Значення параметрів точніші, ніж знайдені методом геометричних побудов. Таким чином метод показав працездатність та може бути використаний для автоматичного пошуку значень параметрів.

ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМУ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ БЕЗПЕРЕРВНОГО ЛИТТЯ ЗАГОТОВОК

С.А. Жовтобрух, ст. викладач, М.В. Юхно, ст. гр. МА-20,
ДВНЗ «ПДТУ»

Технологічний процес безперервного лиття заготовок є одною з найважливіших частин виробництва металу. Цей процес реалізується на машинах безперервного лиття заготовок (МБЛЗ). Сучасні системи ароматизованого керування МБЛЗ є багатопараметричними інформаційними системами з вузлами та елементами, що підлягають модернізації та покращенню показників ефективності в рамках Industry 4.0. Проблематика, яка вирішується вченими та спеціалістами, що обслуговують МБЛЗ, пов'язана з оптимізацією роботи кристалізатора та електромеханічної частини об'єкту керування, математичним обґрунтуванням енергетичних, теплофізичних процесів, що мають місце при роботі МБЛЗ.

Оптимальна якість готової заготовки та ефективність роботи МБЛЗ в цілому, як об'єкта автоматизації, залежать від якості контролю за робочими параметрами кристалізатора та системи витягування заготовки. Типовими функціями системи автоматизованого управління МБЛЗ є: регулювання рівня металу в проміжному ковші та в кристалізаторі, керування положенням стопору на сталерозливному ковші, регулювання теплових режимів кристалізатора та секцій зони вторинного охолодження, регулювання швидкості тягучих роликів та витрати води в зоні охолодження. Реалізація кожної функції має свої особливості, недоліки та труднощі. Значну ефективність автоматизації можна досягти по каналам регулювання рівня металу в кристалізаторі та регулювання швидкості витяжки заготовки.

Для формування інформаційної бази слід отримувати наступні показники: марка сталі, швидкість витягування металу, температура рідкої сталі, рівень металу в проміжному ковші та кристалізаторі,

перепад температури та витрата води в зоні вторинного охолодження, температура поверхні заготовки, параметри електромеханічної частини МБЛЗ, технічний стан обладнання та засобів автоматизації. Обробка, архівація отриманих даних класичними алгоритмами управління або штучним інтелектом має оптимізувати вибір відповідного режиму витягування в залежності від марки сталі та температурних режимів, регламентувати витрати води, забезпечити циклічність та ефективність виробництва.

СЕКЦІЯ: ІНФОРМАТИКА

РОЗРОБКА САЙТУ-ФОРУМУ З ВИКОРИСТАННЯМ МОВИ ПРОГРАМУВАННЯ PYTHON ТА ФРЕЙМВОРКУ DJANGO

О.Ю. Балалаєва, доц., канд. техн. наук,
А.В. Сергієнко, доц., канд. техн. наук, В.Р. Башкісер, ст. гр. ВТ-22-М,
ДВНЗ «ПДТУ»

Форум пропонує щось більше, ніж звичайна розмова. Форум – це школа ухвалення спільних рішень, вибору загальної позиції в умовах відкритого громадського діалогу, через серію обговорень. Для ІТ-співтовариства форум є невід'ємною частиною отримання нових знань. Цікавим і актуальним завданням є створення форуму за допомогою сучасних засобів розробки. Найпривабливішим для розробки, виходячи з інтернет-статей та літературних джерел є мова програмування Python, фреймворк Django та СКБД SQLite. Саме їх було обрано для власної розробки. Проаналізувавши існуючі розробки, був створений форум, що має модульну архітектуру. Для зберігання інформації про користувачів, теми та повідомлення було створено наступні моделі:

- User – модель для зберігання інформації про користувача (ім'я, електронна пошта та пароль);
- Topic – модель для зберігання інформації про тему (назва, опис та дата створення);
- Post – модель для зберігання інформації про повідомлення (текст, автор і дата створення).

Для обробки запитів на сайті було використано URL-маршрутизацію, що дозволяє визначити, який код має виконуватися під час обробки кожного запиту.

Було визначено наступні маршрути:

/ – головна сторінка форуму, на якій відобразатимуться останні теми для обговорення.

/login/ – сторінка входу в систему;

/register/ – сторінка для реєстрації нового користувача.

/logout/ – сторінка для виходу із системи.

/topics/ – сторінка зі списком усіх тем.

/topics/<topic_id>/ – сторінка з детальною інформацією про тему та списком повідомлень.

/new_topic/ – сторінка для створення нової теми.

/topics/<topic_id>/new_post/ – сторінка для створення нового повідомлення у темі.

Для кожного маршруту було визначено відповідне подання, яке виконуватиме необхідні операції та відображатиме потрібний шаблон.

index – подання для головної сторінки, на якій відображатимуться останні теми для обговорення.

login – подання для сторінки входу в систему.

register – подання для сторінки реєстрації нового користувача.

logout – подання для сторінки виходу із системи.

topic_list – подання для сторінки зі списком усіх тем.

topic_detail – подання для сторінки з детальною інформацією про тему та списком повідомлень.

new_topic – подання для сторінки створення нової теми.

new_post – подання для сторінки створення нового повідомлення

Таким чином, що використання Python і Django для розробки форуму дає безліч переваг. Завдяки потужності та гнучкості Django можна легко створити сайт з великим функціоналом, а також забезпечити безпеку користувачів та даних. У результаті використання Python і Django можна створити форум, який буде зручний і простий у використанні, а також мати всі необхідні функції для забезпечення взаємодії користувачів та збереження даних.

ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА ПРИКЛАДІ СОІЛ ВОХ ЛПЦ-1700

О.Ю. Балалаєва, доц., канд. техн. наук,

А.В. Сергієнко, доц., канд. техн. наук, А.К. Пікуз, ст. гр. ВТ-22-М,
ДВНЗ «ПДТУ»

Сучасне промислове виробництво являє собою сферу використання складних технологічних агрегатів, які керуються складними програмними алгоритмами АСУТП. Через наявність високої кількості вимірювальних параметрів та контрольованих сигналів, які необхідні для коректної роботи програмних алгоритмів системи

керування, постає питання надійності та стійкості цих систем при виникненні збоїв в роботі вимірювальних датчиків та інших пристроїв.

Велика частина технологічних процесів є складними та послідовними і не припускають зупинки навіть одного технологічного агрегату. Наприклад: прокатне виробництво є безперервним процесом і вихід з ладу одного важливого датчика може призвести до зупинки всього агрегату, що в свою чергу призводить до зупинки всього цеху.

Заміна або ремонт датчиків на працюючому агрегаті є неможливими через техніку безпеки або технологічну недоступність.

Вимірювальні системи і системи контролю є вразливими елементами АСУТП. Несправності в роботі датчиків призводить до збоїв програмних алгоритмів, через що виникають аварії та простої.

Отже проблема яку потрібно вирішити, полягає в тому, що датчик може вийти з ладу, але це не повинно аварійно зупинити агрегат.

Варіантом вирішення питання надійності та стійкості є втілення системи штучного інтелекту для імітації сигналів з пошкоджених датчиків для забезпечення безперервної і безаварійної роботи.

В якості прикладу розглянемо варіант створення такої системи для Coil Box, що є складним технологічним агрегатом цеху ЛПЦ -1700. Технологічна функція Coil Box полягає у змотки рулону гарячого раската сталі після прокатки у чорновій клітці; передачі на розмотки; та безпосередньо розмотки гарячого розкату в чистову групу клітей. Coil

Coil Box – складний агрегат з точки зору керування. Для здійснення технологічної операції змотки-розмотки реалізовані алгоритми відстеження, орієнтування, позиціонування і керування технологічними системами (гідравлічна система позиціонування роликів, частотне керування приводами роликів тощо) і технологічним процесом в цілому.

Вразливими елементами системи керування є датчики, на сигналах з яких базується робота програмних алгоритмів Coil Box. Датчики часто видають некоректні сигнали (хибне спрацювання, не чіткі показники, втрачання сигналу, мерехтіння сигналу), які виникають через роботу в агресивних виробничих умовах.

Розроблювана інтелектуальна система, завданням якої є безперервний аналіз технологічних показників Coil Box та сигналів з датчиків, має своєчасно відреагувати на помилки в роботі датчиків.

Аніліз графіків контрольованих параметрів Coil Box показав, що майже кожен окремий сигнал має відносну залежність від інших сигналів вимірювання та контролю. Отже впроваджувана інтелектуальна система має «натренувати» здібність вираховувати, яким має бути сигнал відносно інших сигналів при його імітуванні.

Розберемо це на прикладі:

- фотодатчики фіксують наявність/відсутність гарячого раската;
- задимлення від пару систем охолодження спричиняє мерехтіння або втрату сигналу датчика;
- гаряча окалина падає під датчиком і спричиняє його засвіт.

Через наявність помилок в роботі датчика алгоритм робить невірний розрахунок довжини розкату та неправильне позиціонування.

Розроблювана інтелектуальна система має «зрозуміти», що показники з фотодатчика є хибними і виправити неправильний сигнал імітованим правильним, щоб не зупинити аварійно агрегат.

На першому кроці система штучного інтелекту (ШІ) спочатку має «навчатись» на кожному випадку вдалої і аварійної прокатки для формування бази коректних та хибних сигналів.

На другому кроці пропозиції системи ШІ стосовно імітації сигналів мають носити рекомендаційний характер та обов'язково бути розглянуті спеціалістами. Потрібно зробити висновки стосовно коректності пропозицій системи. Якщо «натренована» система робить вдалі пропозиції, можна переходити до третього кроку втілення проєкту. Якщо пропозиції не є адекватними, то потрібно доопрацювати систему або використати для тренування більші обсяги даних.

На третьому кроці потрібно реалізувати полуавтоматичний режим роботи системи. Системи ШІ аналізує сигнали, пропонує задіяти імітацію, коли вважає це доречним, але дозвіл на ввімкнення імітації дає оператор-технолог. На цьому етапі проводиться тестування і дослідження роботи системи на реальному виробничому процесі; її вдосконалення. Після вдалого завершення процесу тестування в режимі полуавтомату переходимо до четвертого кроку.

Четвертим кроком є впровадження автоматичного режиму роботи запропонованої системи.

РОЗУМІННЯ ТА ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ «ХОЛОДНИХ СТАРТІВ» В ОПЕРАЦІЯХ БЕЗСЕРВЕРНОЇ АРХІТЕКТУРИ

О.Ю. Балалаєва, доц., канд. техн. наук, Р.О. Парахін, ст. гр. КН-21-1,
ДВНЗ «ПДТУ»

«Холодні старты» в операціях безсерверної архітектури є однією з найпоширеніших проблем, з якою стикаються розробники, коли вирішують скористатися Google Cloud Functions, AWS Lambda, Azure Functions, Netlify Functions чи іншими подібними сервісами. Такі сервіси прискорюють розробку продуктів, беручи на себе питання масштабування проєкту та підтримання дієздатності окремих його

сервісів. Також вони надають велику кількість готових рішень щодо зв'язку з іншими сервісами на своїх платформах, дозволяючи, наприклад, запускати функції при видаленні акаунту користувача чи додаванні запису до БД.

Однак, подібні рішення мають свій недолік – так звані «холодні старти», що можуть значно погіршувати досвід користувача. Ззовні вони мають наступний вигляд: користувач здійснює якусь дію та очікує відповіді сервера впродовж декількох мс. Замість цього, він стикається із затримкою в середньому від 5 до 10 секунд. За такий проміжок часу стає взагалі неможливо зрозуміти, чи спрацювала функція, чи сталася якась помилка.

Ця проблема пов'язана з самою архітектурою таких сервісів. Для того, аби зменшити вартість сервісу та підвищити його масштабованість, системи управління ресурсами переміщують хмарні функції у режим сну приблизно через 15 хвилин (у випадку Google Cloud Functions) після їх останнього використання. Проблема погіршується тим, що навіть за умов великої кількості користувачів, коли функції використовуються постійно, система балансування все одно переміщує в режим сну деяку кількість інстансів, та не завжди створює нові інстанси наперед, аби компенсувати прогнозоване зростання трафіку. Все це призводить до того, що навіть велика кількість користувачів не гарантує відсутність «холодних стартів».

Під час переходу в режим сну системи балансування повністю знищують ресурси, що використовувалися інстансом хмарної функції. Це означає, що під час повторного запуску, окрім часу створення самого контейнеру для функції, також буде витрачено час на звичайне підключення залежностей чи компіляцію деякого коду. Все це стається в умовах доволі низької кількості оперативної пам'яті (256 МБ на Google Cloud Functions), яку виділено під контейнер.

Існують різні методи хоча б часткового вирішення цієї проблеми. Деякі з сервісів, що надають послугу «хмарних функцій», дозволяють явно встановити мінімальну кількість інстансів, які потрібно підтримувати запущеними за будь-яких обставин. За активність цих інстансів доведеться додатково заплатити, адже їх підтримання витрачає процесорний час. На платформі Google Cloud Functions підтримання постійно активною однієї функції коштуватиме приблизно 6\$ / місяць.

Частково час «холодних стартів» можливо зменшити, оптимізувавши сам код функцій. Велике значення має те, що знаходиться та що підключається в глобальній області видимості. Якщо всі підключення сторонніх модулів здійснюються традиційним методом

(на початку файлу), то часто можуть виникати ситуації, коли деяка викликана функція взагалі не потребує жодних модулів окрім одного конкретного, але вона повинна дочекатися підвантаження всіх імпортів, що потрібні іншим функціям, але їй ніяк не потрібні. Вирішити цю проблему можна за допомогою використання динамічних імпортів, тобто імпортування певних модулів саме в тілі функції, а не в загальній зоні видимості. Таким чином, під час першого запуску інстансу, він витратить час лише на підвантаження потрібних саме йому модулів. Це не зменшить час створення контейнеру, але прискорить власне ініціалізацію функції після того, як контейнер було створено.

Використання наведених вище методів дозволяє точково контролювати «холодні старты» при здійсненні операцій, спираючись на пріоритети їх швидкості. Деякі операції є фоновими та взагалі не потребують пришвидшення, деякі мають більший пріоритет, але розробники не хочуть витратити додаткові кошти на підтримання мінімальної кількості інстансів, а деякі функції мають бути дуже швидкими та розробники готові витратити кошти на підтримання їх швидкості.

АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ТА ПЕРСПЕКТИВ ЗАСТОСУВАННЯ DESKTOP-ДОДАТКУ З ПЕРЕКЛАДУ ТЕКСТУ У ВИДІЛЕНІЙ ОБЛАСТІ В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ TENSORFLOW

Е.А. Коломойченко, ст. гр. ВТ-19,

А.В. Сергієнко, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

Розробка Desktop-додатку з перекладу тексту у виділеній області в реальному часі з використанням технології Tensorflow є досить актуальною у сучасному світі. Розвиток нейронних мереж дозволяє досягти високих результатів у процесах розпізнавання та перекладу.

Недоліком застосування такого додатку є перебої у перекладі, які пов'язані зі збоєм модулю або декількох модулів у ланці сегментації областей тексту, розпізнаванні символів та перекладу тексту. Збіг у перших двох модулях може відбутися через те, що точність навченої моделі для роботи з зображеннями не досягає 100% результату, а отже є ймовірність неправильно визначити текст у виділеній ділянці. Збіг у модулі перекладача може бути пов'язаний з недостатньою навченістю моделі.

Накопичення похибок у ланцюгу процесів перекладу може суттєво змінити значення тексту. Розвиток технологій оптичного розпізнавання символів та машинного навчання взагалі може дозволити

додатку ефективніше розпізнавати текст у різних форматах, стилях і рукописах, підвищуючи точність перекладу та роблячи додаток більш універсальним.

Недостача контексту також може суттєво вплинути на переклад тексту. На сьогоднішній день не можливо створити унікальний перекладач який буде розуміти контекст для будь-якого двозначного речення з першої спроби. Однак можна використовувати технологію взаємодії користувача з перекладом, де користувач зможе у ручному режимі змінювати словосполучення, які можуть відрізнитися в залежності від контексту.

Додаток може стати корисним інструментом для студентів та викладачів, допомагаючи їм перекладати навчальні матеріали та підручники. Також додаток можна використовувати з автоматично генерованими субтитрами для відео, що допоможе зрозуміти суть відео будь кому.

Головною перспективою застосування додатку є те, що його внутрішні компоненти можуть бути додатково навчені, що потенційно збільшує його корисність.

Однак чим більше у додатку мов, тим більше додаток буде займати місця, та витрачати часу, що може потенційно погіршити можливості його використання. Вирішення цієї проблеми може бути різним, наприклад найбільш доречним може стати варіант ручного вибору мови, що буде розпізнаватися та перекладатися, замість автоматичного визначення мови.

ЕТАПИ РОЗРОБКИ БІБЛІОТЕКИ ДЛЯ ВЕРСТАННЯ АДАПТИВНИХ ДИЗАЙНІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ СТЕКУ HTML/CSS/JS

Ю.О. Биков, ст. гр. ВТ-19, А.В. Сергієнко, доц., канд. техн. наук,
ДВНЗ «ПДТУ»

Актуальність теми полягає у зростаючій потребі розробників у створенні швидких та адаптивних веб-сайтів, зокрема бізнес-карток. Швидкий розвиток сучасних технологій, таких як HTML, CSS і JS, створює необхідність у розробці ефективних інструментів для прискорення процесу розробки і покращення якості веб-продуктів.

Була розроблена бібліотека для створення адаптивних дизайнів за допомогою модулів CSS, JS та Webpack. Бібліотека реалізована як модуль npm, що полегшує її встановлення та використання в проєктах на базі Node.js. Модуль CSS містить набір готових стилів для атрибутів, що дозволяє розробнику швидко адаптувати веб-сайт під різні пристрої.

Модуль JS містить скрипти для реалізації різноманітних функціональних можливостей, таких як карусель зображень. Крім того, у бібліотеці використовується плагін Webpack для обробки HTML файлів та застосування спеціального синтаксису для зручного розміщення стилів та функціональності.

Отримані результати дослідження показали, що використання розробленої бібліотеки значно прискорює процес створення адаптивних бізнес-карток. За допомогою бібліотеки, час, необхідний для розробки однієї бізнес-картки, був скорочений з 12 годин до 7 годин. Крім того, використання бібліотеки дозволяє забезпечити високу якість та консистентність веб-сайтів завдяки готовим стилям і функціональності. Компоненти бібліотеки протестовані і оптимізовані, що гарантує ефективну роботу і мінімальну кількість помилок. Крім того, розроблена бібліотека дозволяє розробнику зосередитися на бізнес-логіці та контенті веб-сайту, мінімізуючи необхідність в рутинних задачах зі стилізації та функціональності.

Розроблена бібліотека є потужним інструментом для розробки адаптивних бізнес-карток на основі модулів CSS, JS та Webpack. Вона спрощує процес розробки, прискорює швидкість виконання та покращує якість веб-сайтів. Результати дослідження підтверджують ефективність використання бібліотеки, що дозволяє розробникам швидко адаптувати та реалізовувати свої ідеї у веб-просторі.

РОЗРОБКА ТЕЛЕГРАМ-БОТУ ДЛЯ ЗАВАНТАЖЕННЯ ТА ПЕРЕГЛЯДУ ФІЛЬМІВ ЗА ДОПОМОГОЮ PYTELEGRAMBOTAPI

А.О. Гончаров, ст. гр. ВТ-19, А.В. Сергієнко, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

В епоху стрімкого розвитку інформаційних технологій та зростання популярності месенджерів, таких як Telegram, актуальність розробки ефективних та зручних інструментів для пошуку, перегляду та завантаження фільмів за допомогою Telegram API стає все більш важливою. Враховуючи мобільність сучасного способу життя, користувачі все частіше віддають перевагу сервісам, які забезпечують можливість швидкого доступу до різноманітного контенту безпосередньо через мобільні пристрої. Розробка Telegram-боту для пошуку перегляду та завантаження фільмів з використанням Telegram API на мові програмування Python відповідає сучасним вимогам ринку та потребам користувачів.

У рамках розробки даного проекту було створено Telegram-бот на мові програмування Python, який використовує Telegram API для забезпечення функціоналу пошуку, перегляду та завантаження фільмів. Бот надає користувачам зручний та швидкий спосіб знаходження потрібного фільму, дозволяє переглядати інформацію про фільми, додавати їх до обраних та отримувати рекомендації випадкового фільму. Для отримання актуальної інформації про фільми та їх опис використовується IMDb API, який дозволяє автоматично оновлювати дані у JSON-файлі. Адміністратор каналу може легко завантажувати фільми на Telegram-канал, а також управляти інформацією про фільми. У процесі розробки було враховано досвід використання схожих ботів, але з усуненням їх недоліків, що робить бота більш ефективним та корисним для користувачів.

Перспективи розвитку даного проекту включають розширення функціоналу бота та покращення користувацького досвіду. Можна розглянути можливість впровадження системи персональних рекомендацій, яка аналізуватиме інтереси та переглядову історію користувачів, щоб надавати їм більш точні пропозиції фільмів. Крім того, інтеграція елементів взаємодії та залучення користувачів, таких як система досягнень, рейтинги, та конкурси, може спонукати користувачів активніше взаємодіяти з ботом та відвідувати його регулярно.

РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ДОДАТКА ДЛЯ ПЛАТФОРМИ ОНЛАЙН-ОГОЛОШЕНЬ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ТОРГІВЛІ

І.Ф. Марченко, доц., канд. техн. наук, І.О. Василейко, ст. гр. ВТ-19,
ДВНЗ «ПДТУ»

Сьогодні цифровізацію української торгівлі значною мірою визначає зміна характеру та моделі поведінки сучасного споживача. Це зумовлено зокрема зміною середовища – стрімким розвитком технологій, виникненням цифрових екосистем та інноваційних бізнес-моделей. Так, сучасні покупці більше цінують зручність та прагнуть економії часу, вимагають персонального підходу. Вони активно використовують мобільні пристрої та різні канали для отримання інформації. У цілому нині спостерігається зростання споживання, проте шлях споживача до придбання стає багатоканальним. Це призводить до необхідності змін у роздрібній торгівлі. Як показує практика, найбільшу результативність дає комплексний підхід у впровадженні таких змін. Наприклад, на платформах онлайн-оголошень доцільно не лише

впровадити системи для публікації та пошуку оголошень, а і підрахунку та аналізу рейтингу продавців та товарів, саме тому треба переглянути вимоги до програмного забезпечення та підвищити продуктивність праці продавця. За допомогою мобільних прикладень можна підвищити ефективність операційної діяльності та, відповідно, зменшити собівартість товарів та зробити їх більш доступними та безпечними для кінцевих користувачів. Мобільні програми в даний час стають невід'ємною частиною життя більшості людей. З глобального звіту Digital 2022 від We Are Social і Hootsuite більше двох третин (67,1%) населення світу в даний час використовує мобільний телефон, а кількість унікальних користувачів досягає 5,31 мільярда. У зв'язку з цим зростає популярність мобільних додатків, а звички покупців і користувачів змінюються слідом за розвитком мобільних технологій.

Метою наукової роботи було підвищення ефективності обробки оголошень на інтернет платформі за рахунок використання мобільного додатку на базі операційної системи Android.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішувалися наступні завдання: проаналізувати предметну область, а саме сучасні дошки оголошень, інструменти користувача та панелі адміністрування; спроектувати мобільний додаток за допомогою мови UML та case-інструменту Visual Paradigm Online Express Edition; реалізувати мобільний додаток на платформі Android на мові програмування Java (Kotlin); протестувати мобільний додаток за допомогою інструменту DevTools та сервісу Beta.

Для створення прикладення використовувалася Android Studio – інтегроване середовище розробки (IDE) для платформи Android. Середовище розробки адаптоване для виконання типових завдань, що вирішувалися в процесі розробки застосунку. В середовище включені засоби для спрощення тестування програм на сумісність з різними версіями платформи та інструменти для проектування застосунків, що працюють на пристроях з екранами різної роздільності (планшети, смартфони, ноутбуки, годинники, окуляри тощо). В Android Studio реалізовано кілька додаткових функцій, таких як нова уніфікована підсистема складання, тестування і розгортання застосунків, заснована на складальному інструментарії Gradle і підтримуюча використання засобів безперервної інтеграції. Для прискорення розробки застосунків представлена колекція типових елементів інтерфейсу і візуальний редактор для їхнього компонування, що надає зручний попередній перегляд різних станів інтерфейсу застосунку (наприклад, можна подивитися як інтерфейс буде виглядати для різних версій Android і для різних розмірів екрану). Для створення нестандартних інтерфейсів

присутній майстер створення власних елементів оформлення, що підтримує використання шаблонів. У середовище вбудовані функції завантаження типових прикладів коду з GitHub. До складу також включені пристосовані під особливості платформи Android розширені інструменти рефакторингу, перевірки сумісності з минулими випусками, виявлення проблем з продуктивністю, моніторингу споживання пам'яті та оцінки зручності використання. У редактор доданий режим швидкого внесення правок. Система підсвічування, статичного аналізу та виявлення помилок розширена підтримкою Android API. Інтегрована підтримка оптимізатора коду ProGuard. Вбудовані засоби генерації цифрових підписів. Надано інтерфейс для управління перекладами на інші мови.

В рамках роботи було розроблено мобільний застосунок для платформи онлайн-оголошень. Система задовольняє всім виявленим функціональним і нефункціональним вимогам, і дозволяє користувачеві зареєструватися на сайті або пройти авторизацію. Авторизованому користувачеві відкривається розширений функціонал, що включає безліч розділів, у тому числі перегляду, додавання, редагування та видалення оголошень. Користувач має можливість зв'язатися з продавцем у чаті та обговорити всі питання продажу, також має можливість переглядати та залишати відгуки на товар або продавця, виставляти рейтингову оцінку. Окремо було реалізовано фільтр за категоріями для зручного відображення лише необхідних оголошень. Система, що вийшла, має широкі можливості для майбутніх доопрацювань і розширення функціоналу. Окрему увагу було приділено дизайну, щоб дотримуватися всіх сучасних тенденцій у цій галузі.

Надалі планується продовжувати розробку і поліпшення мобільного додатка, зокрема додати можливість оплати товарів за допомогою програми, публікація програми в одному з магазинів додатків, а також залучити професійних дизайнерів для опрацювання інтерфейсу користувача.

ВЕБ-ОРІЄНТОВАНІ ДОДАТКИ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ МАЛОГО ТА СЕРЕДЬОГО БІЗНЕСУ ЯК ЕЛЕМЕНТ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ЕКОНОМІКИ

І.Ф. Марченко, доц., канд. техн. наук, М.О. Таразанов, ст. гр. ВТ-19,



ДВНЗ «ПДТУ»



Цифрова економіка – це широкий простір економічних, організаційних та соціальних заходів, які реалізуються через інформаційні комп'ютерні технології такі, як інтернет, а також мобільні

і сенсорні мережі. В цьому сенсі цифрова економіка сприяє підвищенню економічної ефективності підприємства, оптимізує і покращує всі бізнес-процеси, що відбуваються в організації.

Малий бізнес в автомобільній галузі потребує ефективної організації та автоматизації процесів, щоб задовольнити зростаючі вимоги клієнтів та відповісти на швидкий розвиток технологій. Цифрові інструменти можуть бути інтегровані у технічне обслуговування автомобілів, що дозволить малому бізнесу пропонувати якісніші та більш ефективні послуги і підвищити свою конкурентоспроможність на ринку.

Використання цифрових технологій, таких як хмарні рішення, штучний інтелект, Інтернет речей (IoT) та інші, дозволяє малому бізнесу в автомобільній галузі покращити технічне обслуговування автомобілів та організацію роботи станцій технічного обслуговування. Використання таких інструментів дозволяє збільшувати продуктивність та ефективність роботи, знижувати витрати на обслуговування та підвищувати рівень задоволеності клієнтів.

Впровадження цифрових технологій в процеси роботи станцій технічного обслуговування та автоматизація технічного обслуговування автомобілів можливі шляхом використання сучасних програмних засобів для управління процесами, які включають в себе електронні квитанції та оплату послуг через мобільний додаток, віддалене діагностування та моніторинг стану автомобіля, IT-рішень для збору та аналізу даних про автомобіль та його експлуатацію, а також сучасні програмні комплекси для управління автомобільним сервісом.

Розглянемо веб-орієнтований додаток для організації роботи станції технічного обслуговування легкових автомобілів. Предметною областю є технічне обслуговування легкових автомобілів та організація роботи станцій технічного обслуговування. Основною проблемою є відсутність ефективної системи обліку та контролю за технічним обслуговуванням автомобілів. На сьогоднішній день процес технічного обслуговування на багатьох станціях є неорганізованим та неефективним, що призводить до затримок в обслуговуванні автомобілів та негативного впливу на якість наданих послуг.

Створення такого додатку повинно задовольняти наступним показникам призначення:

- Система повинна забезпечувати ефективне планування та організацію роботи на станції технічного обслуговування легкових автомобілів.

- Система повинна дозволяти вести детальний облік робіт, виконаних на автомобілях, що знаходяться на обслуговуванні, та діагностичних досліджень.

Вимоги до системи в цілому:

– Створення веб-додатку, що надає можливість організації роботи станції технічного обслуговування легкових автомобілів з метою підвищення її ефективності та продуктивності.

– Доступність системи з будь-якого пристрою, що має підключення до Інтернету.

– Можливість збереження та обробки даних про клієнтів та їх автомобілі, історії відвідувань та проведених робіт.

Вхідні дані:

– Інформація про клієнтів, зокрема їх контактні дані, інформацію про автомобілі та їх технічний стан.

– Графік прийому автомобілів на технічне обслуговування і ремонт, який може бути введений клієнтами або адміністраторами станції.

– Інформація про наявність запасних частин та необхідність їх заміни на автомобілях.

– Інформація про замовлення запчастин та їх поставку.

– Інформація про вартість технічного обслуговування та ремонту автомобілів.

– Інформація про здійснені роботи та проведені процедури на автомобілях.

– Інформація про відвідування клієнтами станції технічного обслуговування та їхні запити.

Вихідні дані:

– Звіти про проведені роботи та процедури на автомобілях.

– Рахунки на оплату технічного обслуговування та ремонту автомобілів.

– Повідомлення для клієнтів про готовність їхніх автомобілів та результати технічного обслуговування і ремонту.

– Статистика технічного обслуговування та ремонту автомобілів, що включає в себе інформацію про кількість виконаних робіт, час їх виконання, затрати на запасні частини тощо.

Застосування цифрових інструментів може покращити ефективність та конкурентоспроможність малого бізнесу в автомобільній галузі. Інтеграція цифрових технологій у технічне обслуговування автомобілів та організацію роботи станцій технічного обслуговування може підвищити якість послуг, знизити витрати та забезпечити більш високий рівень задоволеності клієнтів. Однак,

використання цифрових технологій може вимагати від малого бізнесу додаткових витрат та компетенцій у галузі інформаційних технологій.

РОЗРОБКА ДОДАТКА ДЛЯ ПІДПРИЄМСТВА ПО ЗАМОВЛЕННЮ СТРАВ УКРАЇНСЬКОЇ КУХНІ ЗА ІНДИВІДУАЛЬНИМ ПІДБОРОМ ІНГРЕДІЄНТІВ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЦИФРОВІЗАЦІЇ МАЛОГО БІЗНЕСУ

І.Ф. Марченко, доц., канд. техн. наук, Є.О. Телесов, ст. гр. ВТ-19,
ДВНЗ «ПДТУ»



Сучасний світ бізнесу та технологій стрімко розвивається, а разом з ним з'являється потреба в інноваційних рішеннях для задоволення постійно мінливих запитів споживачів. У сучасному суспільстві можливість замовляти їжу онлайн стає все більш популярною, і зростає попит на вебдодатки, які пропонують унікальні, кастомізовані варіанти замовлення їжі.

Проект має практичну цінність яка полягає у ефективності роботи підприємства, а також у зручності та задоволенні клієнтів від замовлення та споживання їжі української кухні. Для підприємства цей додаток надає можливість привернути нових клієнтів та збільшити обіг власного бізнесу, вести детальний облік замовлень та інгредієнтів. Для клієнтів цей додаток є зручним та простим у використанні інструментом для швидкого та точного замовлення блюд, зробленого на основі їхніх індивідуальних потреб та вподобань.

Мета: спроектувати та реалізувати зручний вебдодаток, який дозволяє клієнтам замовляти страви української кухні з індивідуальним підбором інгредієнтів.

Візуалізація даних та звітність в веб-додатку для замовлення страв української кухні з індивідуальним підбором інгредієнтів надають зручний та зрозумілий спосіб аналізувати інформацію. Вони допомагають управляти замовленнями, аналізувати популярність страв, виявляти тенденції споживання та удосконалювати процеси. Крім того, вони забезпечують доступ до реального часу та підтримують взаємодію з клієнтами через відгуки та рейтинги.

Необхідність нової розробки в цій галузі обґрунтована зростаючим попитом на системи онлайн-замовлень та відсутністю розширених опцій для української кухні. На основі аналізу сучасної літератури, патентного пошуку та досвіду провідних фірм галузі було визначено, що існує ринок для вебдодатку, який пропонує такі опції для української кухні.

ВИКОРИСТАННЯ ARIMA-МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПЕРЕДБАЧЕННЯ ПОВЕДІНКИ КОРИСТУВАЧІВ ТА АНАЛІЗУ ТЕНДЕНЦІЙ

А.Р. Сагізлі, ст. гр. ВТ-19, Д.В. Гранкін, доц., канд. фіз.-мат. наук,



ДВНЗ «ПДТУ»



Ринок мобільних додатків стає все більш конкурентним і складним для розробників і маркетологів, оскільки мільйони додатків змагаються за увагу користувачів. Щоб отримати конкурентну перевагу, необхідно використовувати передові методи аналітики, щоб краще зрозуміти поведінку та вподобання користувачів.

У цій роботі пропонується використання моделі ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) для прогнозування кількості завантажень додатка на основі попередніх значень. Модель ARIMA є потужним інструментом для аналізу часових рядів, яка може допомогти вирішити різні завдання, пов'язані з аналізом даних. Ця модель дозволяє розробникам додатків передбачити, які дні тижня та пори дня найбільш популярні для завантажень та рекламних кампаній. У нашому випадку ми використовували її для прогнозування кількості завантажень мобільних додатків, проте вона також може бути використана для аналізу фінансових даних, виробничих процесів, та інших областей.

ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) є статистичною моделлю, що дозволяє аналізувати та передбачати часові ряди. Основною ідеєю ARIMA є зведення складного часового ряду до простішої форми, що складається з трьох компонентів: авторегресійної (AR) компоненти, компоненти з інтегрованими рядами (I) та ковзної середньої (MA) компоненти.

AR компонента відображає залежність поточного значення часового ряду від його попередніх значень. MA компонента відображає залежність поточного значення часового ряду від попередніх значень випадкової складової. I компонента забезпечує зведення нестационарного часового ряду до стаціонарного.

Параметри ARIMA моделі, такі як кількість AR, I та MA компонент, визначаються шляхом аналізу автокореляційної та часткової автокореляційної функцій часового ряду. Після визначення параметрів моделі, ARIMA може бути використана для прогнозування майбутніх значень часового ряду, а також для аналізу тенденцій та сезонності у даних.

Крім того, ми використовуємо прогностичну модель засновану на методі зграфікованої оцінки (Graphical Evaluation Review Technique) для прогнозування оцінок користувачів. Модель використовує різні фактори, такі як кількість завантажень, рейтинги та відгуки, щоб

передбачити, яку оцінку користувач буде ставити додатку. Це дозволяє розробникам зосередитися на певних аспектах додатка, які можуть покращити оцінки користувачів та збільшити його популярність.

Модель ARIMA є потужним інструментом для аналізу часових рядів, яка може допомогти вирішити різні завдання, пов'язані з аналізом даних. У нашому випадку ми використовували її для прогнозування кількості завантажень мобільних додатків, проте вона також може бути використана для аналізу фінансових даних, виробничих процесів, та інших областей. Отже, використання передових методів аналітики, таких як модель ARIMA, може допомогти покращити стратегії маркетингу та залучення користувачів мобільних додатків. Застосування цих методів може дати конкурентну перевагу на ринку мобільних додатків, де конкуренція постійно зростає.

ВИКОРИСТАННЯ ГЛИБОКИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ПЕРЕДБАЧЕННЯ ОЦІНОК ТА ВІДГУКІВ КОРИСТУВАЧІВ МОБІЛЬНИХ ДОДАТКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МОДЕЛІ LSTM

А.Р. Сагізлі, ст. гр. ВТ-19, Д.В. Гранкін, доц., канд. фіз.-мат. наук,



ДВНЗ «ПДТУ»



У даній роботі ми досліджуємо застосування глибоких нейронних мереж для передбачення оцінок та відгуків користувачів мобільних додатків на основі історичних даних та зовнішніх факторів. Одним з інструментів, який ми використовуємо, є модель LSTM (Long Short-Term Memory). Ця модель є рекурентною нейронною мережею та має можливість враховувати довготривалі залежності в часових рядах, що дозволяє покращити точність передбачень.

Ми провели дослідження на даних користувачів мобільного додатку, що містить інформацію про їх оцінки та відгуки про додаток. Для кращої передбачуваності ми також використовували зовнішні фактори, такі як розмір додатку та його функціональні можливості.

Наші результати показали, що застосування моделі LSTM забезпечує високу точність передбачень оцінок користувачів мобільних додатків. Наприклад, ми змогли передбачити оцінку користувача з точністю до 90%, використовуючи історичні дані та зовнішні фактори.

Дана модель може бути застосована в різних галузях, де важливим є передбачення поведінки користувачів на основі їхніх історичних даних та зовнішніх факторів. Наприклад, на основі даної моделі можна передбачати попит на різні товари та послуги, які є популярними серед користувачів мобільних додатків.

Під час експерименту ми використовували набір даних зі 100000 оцінок користувачів та зовнішніх факторів, таких як рейтинг додатка в магазині, кількість завантажень, тип додатка та ін. Ми навчали модель на перших 70000 даних та тестували її на решті даних. Отримані результати показали, що використання моделі LSTM дозволило покращити точність передбачення на 15% порівняно з бінарною моделлю, яка не враховувала залежності в часових рядах.

У нашій роботі ми продемонстрували ефективність використання глибоких нейронних мереж та моделі LSTM для прогнозування оцінок та відгуків користувачів мобільних додатків. Дана модель може бути використана для передбачення поведінки користувачів в різних галузях, де важливо аналізувати залежності в часових рядах та зовнішні фактори.

ВИКОРИСТАННЯ АЛГОРИТМІВ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ТА АСОЦІАТИВНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ПЕРСОНАЛІЗАЦІЇ МОБІЛЬНИХ ДОДАТКІВ

О.О. Ковальов, ст. гр. КІ-22-М, Д.В. Гранкін, доц., канд. фіз.-мат. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

У даній доповіді ми досліджуємо застосування алгоритмів кластеризації та асоціативного аналізу для підвищення якості та ефективності мобільних додатків. Використання цих алгоритмів дозволяє виявити патерни та тенденції в поведінці користувачів та на ринку мобільних додатків.

Один з основних алгоритмів, який ми використовуємо, – це алгоритм K-Means. Ми використовуємо його для групування користувачів за їхніми уподобаннями та поведінкою. Даний алгоритм дозволяє визначити групи користувачів, що мають спільні інтереси, і зосередитись на розробці персоналізованих продуктів для кожної групи.

Алгоритм K-Means – це алгоритм кластеризації, який шукає кластери шляхом розбиття набору даних на k груп або кластерів. Цей алгоритм має на меті знайти k центрів кластерів, що представляють середнє значення координат точок кожного кластеру. Алгоритм K-Means розпочинається з вибору початкових k точок, які будуть використовуватись як центри кластерів. Потім для кожної точки вираховується, до якого з центрів вона найбільше підходить. Це вимірюється звичайною евклідовою відстанню між точкою та центром кластеру. Після цього для кожного кластеру вираховується новий центр шляхом обчислення середнього значення всіх точок у кластері. Потім процес повторюється: для кожної точки вираховується, до якого

кластеру вона найбільше підходить, а потім обчислюється новий центр кластеру. Цей процес продовжується, доки центри кластерів більше не змінюються або досягається певна межа числа ітерацій.

Однією з переваг K-Means є його швидкодія, яка дозволяє обробляти великі обсяги даних. Також цей алгоритм може бути використаний для кластеризації великої кількості даних на відносно невелику кількість кластерів. Однак K-Means має певні недоліки, зокрема він може працювати не ефективно, якщо розміри кластерів значно відрізняються, а також якщо вихідні дані містять шум або викиди.

Для використання алгоритму K-Means ми збираємо дані про користувачів, такі як їхні дії в додатку, використання функцій та інші деталі. Далі ми використовуємо алгоритм K-Means для групування користувачів у кластери, що мають подібні характеристики. Після цього ми можемо визначити особливості та уподобання кожної групи, що дозволяє нам підібрати оптимальні функції та можливості для кожної групи користувачів.

Крім того, ми використовуємо асоціативний аналіз для виявлення зв'язків між користувачами та їх діями в додатку. Це дозволяє нам визначити вплив деяких функцій на поведінку користувачів та виявити ті, які найбільше сприяють підвищенню задоволення від використання додатку.

Для прикладу, розглянемо мобільний додаток для здоров'я та фітнесу. Ми можемо використовувати алгоритм K-Means для групування користувачів за їхніми цілями, рівнем активності та розкладом тренувань. Після цього ми можемо надавати користувачам індивідуальні поради щодо їхнього здоров'я та фітнесу, в залежності від їхньої групи. Крім того, ми можемо використовувати асоціативний аналіз для виявлення зв'язків між тренуваннями та їжою. Наприклад, якщо ми бачимо, що після тренування користувачі частіше купують продукти з високим вмістом білка, ми можемо рекомендувати їм продукти з високим вмістом білка після кожного тренування.

Таким чином, наш підхід дозволяє розробникам мобільних додатків ефективно використовувати дані про користувачів для покращення їхнього досвіду використання додатків та досягнення кращих результатів в бізнесі. У своїй презентації ми розкриємо технічні деталі нашого підходу та продемонструємо результати його застосування на прикладі реальних мобільних додатків. Наш досвід може бути корисним для розробників мобільних додатків, що прагнуть покращити досвід своїх користувачів та збільшити ефективність свого бізнесу.

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ КЛЮЧОВИХ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА ЗАЛУЧЕННЯ ТА УТРИМАННЯ КОРИСТУВАЧІВ МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ

А.Р. Сагізли, ст. гр. ВТ-19, Д. В. Гранкін, доц., канд. фіз.-мат. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

У цій роботі розглядається метод визначення ключових факторів, які впливають на залучення та утримання користувачів мобільного додатку. Для досягнення цієї мети використовувалися методи обробки природної мови для аналізу відгуків користувачів та виявлення загальних тем та сфер, які потребують удосконалення.

Технічно, метод складається з кількох етапів:

1. Збір відгуків користувачів з мобільних додатків.
2. Проведення передпроцесингу текстів відгуків, що включає токенизацію, лематизацію та вилучення стоп-слів.
3. Створення корпусу текстів з передпроцесованих відгуків.
4. Використання алгоритму LDA (Latent Dirichlet Allocation) для тематичного моделювання корпусу текстів та визначення загальних тем та сфер, які обговорюються користувачами.
5. Визначення ключових слів та фраз, що використовуються в передпроцесованих відгуках та пов'язаних з визначеними загальними темами.
6. Визначення релевантності кожного ключового слова для залучення та утримання користувачів з використанням метрики TF-IDF (Term Frequency-Inverse Document Frequency).
7. Відбір та ранжування ключових слів та фраз за значенням TF-IDF, що вказує на їх важливість для залучення та утримання користувачів.

Для тестування розробленого методу було використано відгуки користувачів декількох мобільних додатків. За допомогою методів обробки природної мови були виділені ключові фактори, які впливають на залучення та утримання користувачів кожного з додатків. Розробники мобільних додатків можуть використовувати цей метод для аналізу відгуків своїх користувачів та здійснювати необхідні зміни, щоб поліпшити залучення та утримання користувачів.

Метод дозволяє автоматично виділяти ключові фактори, що впливають на користувачів та надає розробникам мобільних додатків можливість приймати рішення на основі даних для оптимізації програми та залучення користувачів. Такий підхід може бути корисним для покращення якості мобільних додатків та забезпечення їх успішної розробки та запуску.

МІМІКУВАННЯ UNIX-ПОДІБНОЇ ОПЕРАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ЗА ДОПОМОГОЮ ChatGPT

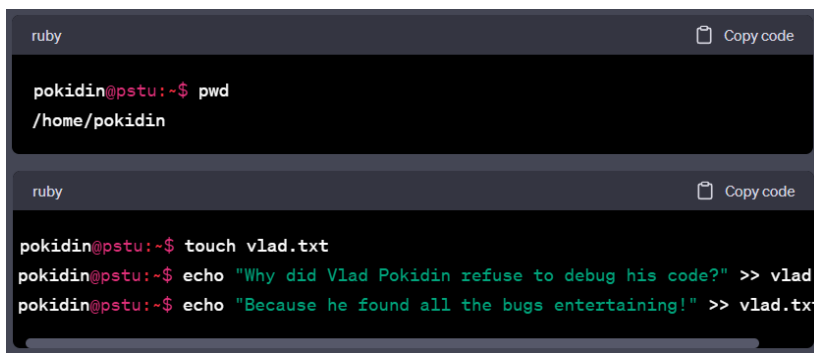
В.А. Покідін, ст. гр. З-18-ВТ, Д.В. Гранкін, доц.,канд. фіз.-мат. наук,
ДВНЗ «ПДТУ»

У представлений роботі досліджуються можливості мімікування операційної системи Linux (і інших UNIX-подібних операційних систем) за допомогою спеціально розробленого промпта у ChatGPT. Ми пропонуємо нестандартний підхід до емуляції командного рядка (Command-line interface, CLI), який дозволяє точно інтерпретувати команди, введені користувачем, та повертати реалістичні результати, які відображаються в командному рядку.

Для досягнення цієї мети ми розробили спеціальний промпт, який дозволяє користувачеві взаємодіяти з ChatGPT, як з Linux терміналом. Промпт містить вказівки щодо того, як користувач має ввести команди, і як ChatGPT повинен відповідати на них.

Промпт містить фіксований формат відповіді, що дозволяє повернути відповідь в тому ж форматі, що й звичайний термінал Linux. Кожна команда повертається як окремий блок з кодом, що містить відповідь терміналу.

Наприклад, якщо користувач введе команду "pwd", ChatGPT поверне відповідь "/home/user" (рисунок 1).



```
ruby Copy code  
  
pokidin@pstu:~$ pwd  
/home/pokidin  
  
ruby Copy code  
  
pokidin@pstu:~$ touch vlad.txt  
pokidin@pstu:~$ echo "Why did Vlad Pokidin refuse to debug his code?" >> vlad  
pokidin@pstu:~$ echo "Because he found all the bugs entertaining!" >> vlad.tx
```

Рис. 1 – Імітація командного рядка UNIX-подібної системи, згенерованого ChatGPT

Цей підхід дозволяє досягти реалістичного відображення того, що відбувається в командному рядку. Крім того, цей промпт можна використовувати для навчання користувачів, як працювати з командним рядком в Linux.

У цілому, розробка промпта для мімікування командного рядка Linux у ChatGPT дозволяє точно інтерпретувати команди та повертати реалістичний результат відповідно до звичайного формату терміналу. Крім того, такий промпт може бути використаний для автоматизації тестування програмного забезпечення, що працює в середовищі Linux.

Розглянутий підхід дозволяє користувачеві взаємодіяти з системою, як звичайним терміналом Linux, і повертати реалістичний результат відповідно до звичайного формату. Такий підхід може бути використаний для навчання користувачів, автоматизації тестування ПЗ, а також для розвитку інших систем, що використовують командний рядок.

ПРОГНОЗУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОВГОСТРОКОВИХ СПОРТИВНИХ ЗМАГАНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ АНАЛІЗУ СТАТИСТИКИ ТА ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ І ТЕХНІК

А.К. Пікуз, ст. гр. ВТ-22-М, Д.В. Гранкін, доц., канд. фіз.-мат. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

Прогнозування результатів довгострокових спортивних змагань, таких як чемпіонат з футболу чи турнір NCAA March Madness, може бути важливою задачею для багатьох відомств та компаній, що займаються спортом та ставками. У цьому дослідженні ми використовуємо методи машинного навчання та статистичного аналізу для прогнозування результатів.

У представленій роботі ми розглядаємо створення штучної нейронної мережі (ШНМ) для передбачення результатів спортивних змагань за допомогою популярного Python-фреймворка TensorFlow. Ми використовуємо в якості прикладу у нашому дослідженні американський чемпіонат з баскетболу серед чоловіків NCAA Division I Men's Basketball Tournament, відомий також як March Madness, статистика до якого є добре задокументованою та структурованою, та яку можна знайти у відкритому доступі.

Ми почали з постановки питання: "Чи можна з високою точністю (>75%) передбачити переможців спортивних змагань, використовуючи лише дані з регулярного сезону?". Після обстеження декількох відкрито доступних джерел даних, ми обрали ncaa.com, який надавав історичні дані про команди баскетбольних матчів за останні 5 сезонів.

Нами було створено скрипт для попередньої обробки «сирого» датасету, який дозволив згенерувати тренувальні дані, а потім використано розповсюджений в індустрії Python-фреймворк TensorFlow

для навчання ШНМ. Після навчання мережі ми використали її для моделювання турніру та прогнозування переможців. Натренована нейронна MLP мережа правильно передбачила 48 із 67 ігор (~72%). Хоча це не відповідає нашій гіпотезі про досягнення точності понад 75%, ми вважаємо, що це є багатообіцяючим результатом і показує потенціал використання ШНМ для спортивного прогнозування.

У дослідженні ми не тільки демонструємо можливості передбачення результатів спортивних змагань за допомогою ШНМ, але й висвітлюємо, як використовувати популярні Python-фреймворки для створення ШНМ. Наш досвід можна застосувати у різних сферах, включаючи маркетинг, медицину, фінанси та інші.

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ НАНОКАТАЛІЗАТОРА З МЕТАЛЕВИМИ НАНОКЛАСТЕРАМИ МЕТОДОМ КЛІТИННИХ АВТОМАТІВ

М.О. Таразанов, ст. гр. ВТ-19, Д.В. Гранкін, доц., канд. фіз.-мат. наук,
ДВНЗ «ПДТУ»

Дослідження фізико-хімічних процесів в гетерогенних каталізаторах є актуальною темою для сучасної науки. Каталізатори знайшли широке застосування у промисловості, тому їхні властивості та поведінка залишаються предметом постійного вивчення. В цій роботі досліджується каталітична активність гетерогенних нанокаталізаторів екзотермічних реакцій, в залежності від розміру металевих нанокластерів та їх конфігурації на поверхні носія. Для розрахунку каталітичної активності було використано метод клітинних автоматів, що дозволяє моделювати складні процеси на мікроскопічному рівні та отримувати високоточні результати.

Поведінка розглянутої нелінійної динамічної системи, яка описує перебіг реакції на мікрорівні на нанокаталізаторі, може бути визначена простими локальними правилами в термінах клітинних автоматів (КА). Динаміку гетерогенної рекомбінації атомів на нанокаталізаторі визначає взаємодія атомів та молекул на атомно-молекулярному рівні, вплив перенесення речовини та енергії реакції на швидкість реакції. Асинхронний випадковий КА, відомий також як кінетичний метод Монте-Карло, дозволяє вирішити поставлену задачу, моделюючи взаємодію реальних атомів та молекул з дискретними правилами переходів. Клітинний автомат (cellular automata) – це модель, що складається з сітки клітин, кожна з яких може перебувати у певному стані. Ці стани можуть змінюватись відповідно до певних правил, що визначені для всіх клітин в системі. Така модель може застосовуватись

для дослідження різноманітних фізичних процесів, включаючи дифузію та інші реакції.

У цій роботі, ми використовували клітинний автомат для моделювання поведінки гетерогенних нанокаталізаторів на поверхні носія. Клітинна сітка відображає поверхню носія, а різні стани клітин відповідають різним конфігураціям кластерів каталізатора. Для кожного стану визначені правила, що описують, як змінюється стан клітини в залежності від стану сусідніх клітин і від параметрів системи.

Клітинний автомат дозволяє нам досліджувати поведінку системи на мікроскопічному рівні та аналізувати взаємодію окремих частинок. Цей метод є ефективним для дослідження гетерогенних каталізаторів та використовується в різних областях науки та техніки, включаючи каталіз та матеріалознавство.

У цій роботі ми моделюємо каталізатор та розробляємо метод розрахунку гетерогенних каталізаторів екзотермічних реакцій. Визначається каталітична активність гетерогенних нанокаталізаторів в залежності від розміру металевих нанокластерів та їх конфігурації на поверхні носія, а також від зовнішніх параметрів, таких як температура та концентрація реагентів.

Розроблений метод розрахунку гетерогенних каталізаторів екзотермічних реакцій може бути використаний для прогнозування каталітичної активності різних типів каталізаторів та оптимізації їх дизайну. Це може бути корисно при створенні нових ефективних каталізаторів для різних промислових та наукових застосувань, таких як синтез важливих хімічних реагентів, очищення води та повітря від забруднень, або виробництво водню для зберігання енергії.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ АЛГОРИТМІВ ОБРОБКИ ПРИРОДНОЇ МОВИ У НАПИСАННІ ЛАБОРАТОРНИХ ЗВІТІВ

В.А. Покідін, ст. гр. 3-18-ВТ, Д.В. Гранкін, доц., канд. фіз.-мат. наук, ДВНЗ «ЛДТУ»

Generative Pre-trained Transformers (GPT) – це клас моделей машинного навчання, які революціонізували завдання обробки природної мови (Natural Language Processing, NLP), такі як генерація тексту, резюмування та переклад. Нещодавно GPT знайшли свій шлях до академічного світу, де вони використовуються для допомоги у написанні лабораторних звітів студентів.

Лабораторні звіти є важливою частиною освітнього процесу, де студенти повинні не тільки отримати конкретні навички в ході виконання наведеного списку завдань але й сформулювати свої

висновки та пояснити методологію, використану в їхніх експериментах. Написання лабораторного звіту може бути складним та трудомістким завданням. Однак GPT можуть бути неймовірно корисними для оптимізації процесу написання, створюючи текст, який є як граматично правильним, так і науково точним.

За допомогою GPT студенти можуть вводити свої дані та очікувані висновки (спираючись на список завдань та тему роботи), а модель може генерувати послідовний і науково точний лабораторний звіт. Потім створений текст можна використовувати як відправну точку для уточнення та редагування звіту на свій смак. Це дозволяє студентам більше зосередитися на своїх прикладних навичках (кодуванні, тощо) та аналізі даних, а не витратити значну кількість часу на формулювання відповідей у звіті.

Використання GPT в академічному письмі не позбавлене проблем. Одним із головних питань є забезпечення того, щоб створений текст був науково точним і вільним від помилок. Студенти повинні добре розуміти наукові концепції, які містяться в їхніх лабораторних звітах, щоб вони могли переконатися, що згенерований текст правильний. Крім того, студенти повинні знати про обмеження GPT, які вони використовують, оскільки різні моделі можуть мати різні сильні та слабкі сторони.

Підсумовуючи, можна сказати, що використання GPT в академічних письмових роботах, зокрема звітах з лабораторних робіт, є перспективним напрямком, який може заощадити час студентів і підвищити якість їхньої роботи. Використовуючи GPT, студенти можуть зосередитися на засвоєнні наукових концепцій та отриманні прикладних навичок, оптимізуючи витрати часу на написання як таке. Однак надзвичайно важливо, щоб студенти усвідомлювали обмеження моделей, які вони використовують, і переконалися, що згенерований текст є науково точним. З продовженням розвитку GPT ми можемо очікувати більш інноваційного використання цієї технології в освіті та за її межами.

РОЗШИРЕНА АНАЛІТИКА ДЛЯ РИНКУ МОБІЛЬНИХ ДОДАТКІВ: ДАНІ ЧАСОВИХ РЯДІВ ТА ПІДХІД ГЛИБОКОГО НАВЧАННЯ

А.Р. Сагізли, ст. гр. ВТ-19, Д.В. Гранкін, доц., канд. фіз.-мат. наук,
ДВНЗ «ПДТУ»

Ринок мобільних додатків — це жорстка конкуренція з мільйонами додатків, які змагаються за увагу користувачів. Щоб

отримати конкурентну перевагу, розробникам і маркетологам необхідно використовувати передові методи аналітики, щоб краще зрозуміти поведінку та вподобання користувачів.

У представленій роботі використовуються найсучасніші прогностичні моделі для передбачення кількості завантажень користувачів, прогнозування оцінок користувачів та виявлення тенденцій на ринку мобільних додатків. Наприклад, ми використовуємо модель ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) для прогнозування кількості завантажень додатка на основі попередніх значень. Ця модель дозволяє розробникам додатків передбачити, які дні тижня та пори дня найбільш популярні для завантажень та рекламних кампаній.

Крім того, ми використовуємо глибокі нейронні мережі для прогнозування оцінок та відгуків користувачів на основі історичних даних та зовнішніх факторів. Наприклад, ми використовуємо модель LSTM (Long Short-Term Memory) для передбачення оцінок користувачів. Ця модель забезпечує можливість враховувати довготривалі залежності в часових рядах та сприяє покращенню точності передбачень.

Крім того, ми використовуємо алгоритми кластеризації та асоціативного аналізу для виявлення патернів та тенденцій у поведінці користувачів та на ринку. Наприклад, ми використовуємо алгоритм K-Means для групування користувачів за їхніми уподобаннями та поведінкою. Цей підхід дозволяє розробникам додатків виявити групи користувачів та здійснити персоналізацію продукту для кожної групи.

У роботі також розроблено метод визначення ключових факторів, які впливають на так зване «залучення та утримання». Аналізуючи відгуки користувачів, ми використовуємо методи обробки природної мови, щоб виявити загальні теми та сфери, які потрібно вдосконалити, що дозволяє розробникам приймати рішення на основі даних для оптимізації програми та кращого залучення користувачів.

Наш підхід до аналізу мобільних додатків є більш детальним, ніж традиційний аналіз ринку, оскільки ми зосереджуємось на індивідуальних моделях використання додатків і поведінці. Цей рівень деталізації надає більш практичну інформацію та дозволяє розробникам додатків і маркетологам приймати більш обґрунтовані рішення, що призведе до більшого успіху на ринку.

Загалом наше дослідження пропонує комплексний підхід до збору знань і прогнозування на ринку мобільних додатків, надаючи практичні рішення, які дозволяють розробникам і маркетологам

додатків залишатися попереду конкурентів і покращувати взаємодію з користувачем.

**MONTE CARLO MODELING OF ION-STIMULATED
DESORPTION IN WIDE-GAP SAMPLES WITH NANODOTS**

M.O. Tarazanov, st. of the VT-19, D.V. Grankin, Assoc. Prof., PhD,
SHEI «PSTU»

The Monte Carlo method is a powerful computational technique that can be used to simulate complex physical systems, including chemical reactions on surfaces. In a recent study, we used the Monte Carlo method to model the relaxation processes of vibrational energy and study the effect of relaxation processes that occur via the electronic channel on the rate of ion-stimulated desorption from the surface of wide-gap samples with a system of electron traps and metal nanodots.

Chemical reactions on surfaces can involve the generation of vibrationally excited molecules and reactive particles, such as atoms or radicals. The rate of ion-stimulated desorption, or the release of particles from the surface due to ion bombardment, can be affected by the occurrence of these chemical reactions. A nonequilibrium vibrational state arising from an ionic impact or reaction then relaxes, giving off excess energy through various channels (the process of accommodation).

In the research we developed a Monte Carlo model of the relaxation processes and used it to simulate the behavior of the system. The results of the simulation showed that the relaxation of vibrationally excited states arising in the reaction and upon ion impact on the admolecule occurs at nanodots via the electronic channel at a rate several orders of magnitude higher than via the phonon one. This means that the relaxation of these excited states occurs more quickly through the electronic channel than through the phonon channel, which involves the transfer of energy via vibrations in the lattice of the material. There is also a concentration gradient of vibrationally excited states directed from the nanodot, which leads to the flow of matter and heat of reaction to the nanodot. This leads to an increase in the relaxation rate of vibrationally excited molecules and a decrease in the rate of nonequilibrium ion-stimulated desorption.

These findings are significant as they show that the presence of electron traps and nanosized metal clusters on a surface can affect the relaxation rate of vibration excitations on the surface and the rate of the ion-stimulated desorption and radiation resistance of the samples. The Monte Carlo method is a powerful tool for simulating such systems, as it allows

researchers to model the behavior of individual particles in a system over time, and gain insights into the dynamics of chemical reactions on surfaces.

Overall, this study demonstrates the potential of the Monte Carlo method in simulating complex physical systems, and in this case, how it can be applied to study chemical reactions on surfaces. By using the Monte Carlo method to simulate these processes, we can gain insights that would be difficult or impossible to obtain using other computational methods. The findings of this study could have important implications for the development of new materials and surfaces with specific properties.

DEVELOPING A WEB APPLICATION FOR A COMPANY SELLING DIGITAL TECHNOLOGY USING PHP/MYSQL/JS STACK

A.R. Sahizly, st. of the VT-19, M.V. Grankin, Assistant Prof.,
SHEI «PSTU»

The benefits of online stores are undeniable. With the internet, businesses can sell their products and services anywhere in the world. Compared to traditional methods, online stores typically require lower expenses for rent, employee salaries, and other costs associated with selling goods. Clients can buy products and services at any time of the day, from the comfort of their homes, and quickly compare prices to find the best deals. Moreover, online businesses can increase their sales volumes by offering their products and services online and attracting new customers through internet marketing.

Creating a web application is a reasonable solution for any company that sells digital technology. The purpose of this project is to develop a web application that allows users to choose and order products while allowing the administrator to manage the products and orders efficiently.

To accomplish this, we have used popular technologies like HTML and CSS for creating the user interface, PHP and JavaScript for programming, and MySQL for the database management system. These technologies offer cross-platform compatibility, the ability to extend functionality and integrate with other technologies, and are easy to use for developing web applications.

To ensure high-quality performance and security, we implemented the following best practices:

1. Implementing user authentication to protect user data and prevent unauthorized access to the application.
2. Using parameterized queries to prevent SQL injection attacks.
3. Regularly updating and backing up the database to prevent data loss.

4. Using HTTPS protocol to ensure secure communication between the server and the client.

5. Optimizing the database queries to improve application performance and reduce server load.

The web application allows users to view information about the available products, select and add the desired items to the cart, receive consultation, and place orders. The administrator can manage products, orders, and users efficiently using the application's interface.

In conclusion, creating a web application for a company that sells digital technology can significantly improve the sales volume, customer satisfaction, and overall business efficiency. The use of the PHP/MySQL/JS stack, along with the best practices mentioned above, ensures the development of a secure, efficient, and user-friendly web application.

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ДЛЯ ОБЛІКУ БРОНЮВАННЯ НОМЕРІВ У ГОТЕЛІ

А.В. Будьохіна, ст. гр. І-20-ВТ, О.В. Кривенко, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

Плануючи власну подорож, необхідно подбати про всі можливі дрібницях, щоб зробити поїздку максимально комфортно та цікавою. Особливе значення має бронювання готельних номерів, в якості гарантії успішного перебування в готелі. Завчасне бронювання готелю стає не чим іншим, як найбільш виразним і живим доказом можливості бути повністю впевненим у тому, що по приїзду гостей не будуть підстерігати ніякі труднощі і неприємності. Адже саме дах над головою має максимальне значення.

У готелі процес обслуговування гостей починається саме з бронювання, під яким розуміється попереднє замовлення місць і номерів. Функції бронювання здійснюють або менеджери відділу бронювання готелю, або безпосередньо служба прийому і розміщення гостей. Як правило, турист чи бізнесмен, який не хоче стикатися з труднощами найму тимчасового житла, обов'язково зв'яжеться з такою службою і подасть заявку на бронювання місця або номери. Програмний модуль, створений для виконання функції бронювання готельних місць, працює в режимі "підтвердження/відмова" з прив'язкою до часу в рамках загальної системи бронювання готельної ланцюга або автономної роботи. Існує кілька типів бронювання: гарантоване бронювання, негарантований бронювання та свербронювання (перезервированіе).

Для вирішення проблеми незатребуваності готелю потрібно створити функціональний web-сайт, який буде виступати у ролі проміжною ланкою у спілкуванні між клієнтом та персоналом готелю, тим самим відгуки клієнтів про готель у більшості випадків стають найбільш впливовим фактором у виборі того, чи іншого готелю.

Створення web-системи бронювання в якій можна буде вказати усі паспортні данні, допоможе скоротити затрати часу клієнта та персоналу готелю, так як по прибуттю клієнта буде достатньо тільки звірити документ, що підтверджує особу та видати ключ від номеру. Отже, щоб представити функціонал web-сайту можна виділити наступні процеси: · процес пошуку номеру; · процес здійснення бронювання; процес перевірки бронювання.

На сьогоднішній день майже кожен готель має свій веб-сайт. Усі вони унікальні, як і інтерфейсом, так і функціоналом та значно спрощують роботу. Тож розробка власного додатку є актуальною і затребуваною задачею.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГІЙ НА ПРИКЛАДІ САЙТУ КАРТИННОЇ ГАЛЕРЕЇ «COMME IL FAUT PROJECT»

О.В. Кривенко, доц., канд. техн. наук,
Є.В. Шинкаренко, ст. гр. І-20-ВТ, ДВНЗ «ПДТУ»

Картинні галереї – це веб-ресурси, які надають можливість подивитися та оцінити художні твори різних жанрів та напрямків. Галереї діляться на державні та приватні, мають безліч різних типів, включаючи віртуальні галереї, галереї реального часу та галереї, представлені на сайтах музеїв. Кожен тип має свої переваги та недоліки, і вибір конкретного типу залежить від цілей та потреб конкретного проекту.

Розроблена галерея картин «Comme il faut project» є приватною онлайн галереєю, націленою на просування сучасного мистецтва, займається демонстрацією та продажем картин. Галерея співпрацює з різними художниками. Для співпраці з галереєю художник повинен пройти співбесіду та оформити договір, який має юридичну силу. Після чого він може приймати замовлення від клієнтів через менеджера «Comme il faut project».

Персонал галереї складається з менеджера та адміністратора. Менеджер займається оформленням замовлень користувачів і їх консультуванням, передає замовлення від клієнтів до художників.

Адміністратор відповідає за працездатність, наповнення і рекламування сайту.

Методика розв'язання задачі при розробці галереї включає такі підходи: проєктування візуальних моделей програмного забезпечення з використанням технологій UML та CASE-інструментів; розробка веб-сайту та створення дизайну інтерфейсів користувача із застосуванням програмного інструменту Figma; застосування технологій розробки веб-застосунків на основі об'єктно-орієнтованого програмування з використанням стандартних мов розмітки веб-сторінок HTML, каскадних таблиць стилів CSS, серверної мови програмування PHP для обробки динамічного контенту, а також системи управління базами даних MySQL для зберігання та обробки інформації; використання інструменту phpMyAdmin для адміністрування та управління базами даних MySQL; технології налаштування та тестування веб-проєктів із застосуванням портативного локального сервера OpenServer, що підтримує роботу з PHP та MySQL.

Результатом цієї роботи є веб-додаток для картинної галереї «Comme il faut project», метою якого є надання можливості користувачам ознайомитися з творчістю художників, придбати твори мистецтва та брати участь в аукціонах з продажу картин. Веб-сайт галереї володіє зручним і гнучко налаштованим переглядом зображень картин, інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом користувача, високою швидкістю роботи, адаптивністю для мобільних пристроїв, можливістю реєстрації користувачів і функціоналом організації аукціонів для продажу картин. Крім того, були розроблені панелі керування для менеджера та адміністратора, які забезпечують ефективне керування контентом та функціями сайту.

РОЗРОБКА ДОДАТКУ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО ПІДБОРУ ЛЮДЕЙ ДЛЯ СПІЛКУВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ РІЗНИХ ФІЛЬТРІВ У МЕРЕЖІ ТЕЛЕГРАМ

О.В. Кривенко, доц., канд. техн. наук, А.С. Абрамов, ст. гр. ВТ-19,
ДВНЗ «ПДТУ»

Люди все більше використовують месенджери для спілкування, але часто їм важко знайти відповідних співрозмовників, особливо якщо вони шукають людей з певними інтересами чи певної географічної області.

Існують програми для знайомств, але вони не завжди ефективні, а також відсутні рішення, що базуються на Telegram і реалізовані мовою Python з використанням бази даних.

Одним із багатьох джерел є "Python для професіоналів" автора Пола Грема, де розглядається створення чат-ботів на Python з використанням `pyTelegramBotAPI`.

Мета роботи – розробка програми на мові Python з використанням бібліотеки `pyTelegramBotAPI` та бази даних MySQL для автоматичного підбору людей для спілкування в Telegram за допомогою різних фільтрів.

Опис функціональності програми: користувач зможе вибрати його категорії фільтрів (наприклад, вік, стать, географічне розташування) і отримувати список відповідних контактів для спілкування. Для реалізації функціоналу будуть використовуватися методи та можливості бібліотеки `pyTelegramBotAPI` та бази даних MySQL для зберігання та обробки даних.

Програма заснована на Telegram API і використовує алгоритми машинного навчання для автоматичного підбору співрозмовників. Для зберігання та обробки даних використовується база даних MySQL. Використані можливості Python для обробки даних, створення інтерфейсу користувача і роботи з базою даних.

Додаток дозволяє користувачам швидко та ефективно знаходити відповідних співрозмовників за допомогою фільтрів, ґрунтуючись на їхніх інтересах та географічному розташуванні. Використання бази даних MySQL дозволяє зберігати великі обсяги даних та обробляти їх швидко.

Отже, розроблена програма значно полегшить пошук відповідних співрозмовників у Telegram та покращить якість спілкування користувачів, особливо в місцях, де доступність співрозмовників обмежена.

РОЗРОБКА ВЕБДОДАТКУ АГЕНСТВА НАДАННЯ РЕКЛАМНИХ ПОСЛУГ ДЛЯ УЧАСНИКІВ FORMULA 1

О.В. Кривенко, доц., канд. техн. наук, Л.О. Барвінський, ст. гр. ВТ-19, ДВНЗ «ПДТУ»

У сучасному світі реклама стала невід'ємною частиною ділового світу, особливо у спортивній індустрії. Formula 1 – одне з найпопулярніших і найконкурентніших спортивних змагань у світі. Зі зростанням його популярності збільшився попит на рекламні послуги для учасників Formula 1.

Існуючі системи та інструменти, що використовуються цими агентствами, не в повній мірі відповідають вимогам та запитам їхніх клієнтів, що призводить до втрати потенційного доходу та

незадоволеності клієнтів. Агентству потрібен новий веб-додаток, який зможе ефективно керувати та організовувати рекламні кампанії для їхніх клієнтів Formula 1, забезпечуючи при цьому цікавий користувацький досвід для їхніх клієнтів.

Одним із багатьох джерел є "Django and JavaScript: Build Modern Web Applications" автора Антоніо Меле, де розглядається створення сайтів.

Мета розробки – створення веб-сайту, який дозволить рекламному агентству просувати свої послуги учасникам Formula 1 та залучати нових клієнтів.

Опис функціональності програми: розробка сучасного, зручного для користувача сайту, який представляє послуги агентства. Сайт має інтуїтивно зрозумілу систему навігації, необхідну функціональність та візуально привабливий макет, що відображає стиль та атмосферу Formula 1.

Аутентифікація користувача: користувачі повинні мати можливість створювати облікові записи та безпечно входити в додаток.

Отримання інформації: додаток повинен надавати вичерпну інформацію про рекламне агентство та сервіси, які він надає.

Замовлення рекламних кампаній: додаток повинен дозволити користувачам замовляти та керувати рекламними кампаніями для своїх учасників Formula 1.

Візуалізація даних та звітність: додаток повинен надавати користувачам інструменти візуалізації даних та звітності для відстеження ефективності рекламних кампаній.

Отже, розроблений веб-додаток значно полегшить пошук рекламодавців у сфері Formula 1.

РОЗРОБКА ВЕБДОДАТКУ ДЛЯ КОМПАНІЇ З ВИГОТОВЛЕННЯ ВЗУТТЯ ЗА ІНДИВІДУАЛЬНИМ ЗАМОВЛЕННЯМ

О.В. Кривенко, доц., канд. техн. наук, В.С. Гуртовий, ст. гр. ВТ-19,
ДВНЗ «ПДТУ»

В сучасному світі інтернет є невід'ємною частиною нашого життя. Це зручний та швидкий спосіб розв'язувати багато проблем, включаючи покупку товарів та послуг. Однією з головних сфер, що поширюється в інтернеті, є електронна комерція. За даними статистики, обсяги електронної комерції зростають кожен рік, тому є раціональним розвивати сферу онлайн-торгівлі. Взуттєва майстерня не є винятком.

Розробка веб-додатку для взуттєвої майстерні є надзвичайно важливим завданням, оскільки це дозволить розширити аудиторію та

збільшити обсяги продажів. Веб-додаток для взуттєвої майстерні допоможе легко та зручно вирішувати потреби клієнтів в покупці та продажу товарів та послуг.

Для створення додатку було обрано для використання PHP-фреймворк Laravel, який поєднали з іншими фреймворками, такими як Bootstrap та базою даних MySQL.

PHP є однією з найпопулярніших мов програмування для веб-розробки та використовується для створення веб-додатків та сайтів різного рівня складності. Laravel, з іншого боку, є одним з найбільш популярних фреймворків для розробки веб-додатків на мові програмування PHP. PHP дозволяє розробникам створювати динамічні веб-сторінки, що дозволяє користувачам взаємодіяти з веб-сайтом та здійснювати різноманітні дії.

Laravel, в свою чергу, пропонує зручний та ефективний спосіб розробки веб-додатків, що дозволяє розробникам створювати складні веб-додатки з великою кількістю функцій та можливостей. Усе це дозволяє швидко створити надійний та якісний веб-додаток, який буде зручно та вигідно підтримувати, поширювати та використовувати. Крім того, це дозволяє ефективно використовувати комп'ютерні ресурси, завдяки чому додаток буде здатним витримувати великі навантаження.

Наразі майстерня може обробляти замовлення на ремонт, а також надає усю необхідну інформацію про це. Проте вона має величезний потенціал: від ремонту не тільки взуття до продажу власних товарів. Усе це може бути перенесено на сайт, завдяки чому веб-додаток і сама майстерня зможуть взаємодоповнювати один одного протягом усього існування бізнесу.

РОЗРОБКА ВЕБДОДАТКУ ДЛЯ ДОПОМОГИ З ПОШУКОМ РОБОТИ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ФРЕЙМВОРКУ LAVAREL

О.В. Кривенко, доц., канд. техн. наук, Д.Е. Джемільєва, ст. гр. ВТ-19, ДВНЗ «ПДТУ»

В сьогоdnішній час пошук роботи стає все складнішим завданням, особливо з урахуванням великої кількості кандидатів та зростаючої конкуренції. Саме тому, веб-розробка може бути дуже корисним інструментом у допомозі у пошуку роботи. Завдяки веб-технологіям можна створити веб-сайти та додатки, які спрощують та прискорюють процес пошуку вакансій.

Загалом, існує багато програмних засобів для пошуку роботи, які дозволяють користувачам знайти вакансії відповідно до їх потреб та кваліфікації. Важливо враховувати різноманітні потреби користувачів

та вибирати програмні засоби, які найкраще відповідають їхнім потребам. Деякі з цих засобів можуть бути спеціалізованими на конкретні галузі, такі як ІТ або медицина, тоді як інші можуть мати більш загальний характер.

Основною метою проекту є розробка веб-додатку для пошуку роботи, який буде забезпечувати користувачам зручний та ефективний інструмент для пошуку вакансій відповідно до їх потреб та кваліфікації.

Веб-додаток розроблений з використанням фреймворку Laravel та мов програмування PHP, які забезпечують швидку та ефективну розробку веб-додатків з надійною системою безпеки та широкими можливостями.

Для досягнення цієї мети було поставлено наступні задачі:

1. Розробити базу даних для зберігання інформації про вакансії та роботодавців.
2. Створити інтерфейс для користувачів, що дозволить знайти вакансії відповідно до їх потреб та кваліфікації.
3. Реалізувати функціонал для додавання та оновлення інформації про вакансії та роботодавців.
4. Забезпечити безпеку даних та захист від несанкціонованого доступу до системи.
5. Протестувати систему та виправити помилки, якщо вони виявляться.

Також важливим етапом розробки буде створення бази даних, яка буде зберігати інформацію про користувачів, вакансії та компанії. Для забезпечення ефективної та швидкої роботи бази даних можна використовувати реляційні СУБД, такі як MySQL або PostgreSQL.

Одним з ключових аспектів розробки буде створення зручного та інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу користувача. Це можна зробити за допомогою сучасних фреймворків для розробки фронтенду, таких як React або Angular. Важливо, щоб інтерфейс дозволяв користувачам легко знаходити та переглядати вакансії, а також забезпечував зручний спосіб зв'язку з роботодавцем.

Для розробки найбільш оптимальною моделлю є гнучка модель, оскільки вона дозволяє виконувати роботу за спринтами і швидко адаптуватися до змін у вимогах або вирішувати проблеми, що виникають під час розробки. Цей підхід забезпечує проекту значний рівень стійкості, навіть у випадку виникнення проблем під час розробки, оскільки програмне забезпечення може продовжувати функціонувати.

Для додавання даних у форму необхідна реєстрація користувача. Для безпечної відправки даних, використовуються кілька механізмів захисту даних, а саме:

1) Шифрування даних є важливою практикою для зменшення ризику доступу третіх осіб до важливої інформації.

2) Валідація даних є процесом перевірки введених даних на валідність та коректність перед збереженням у базу даних.

3) Захист від SQL-ін'єкцій є важливим для захисту баз даних від зловмисників, які можуть вставляти шкідливий код у запит до бази даних.

4) Кросс-сайти включають набір правил, які вказують браузеру, які джерела контенту можуть бути використані на сторінці.

5) Аутентифікація та авторизація є ключовими етапами у забезпеченні безпеки веб-додатків. Аутентифікація полягає у перевірці ідентифікатора та пароля користувача для визначення його ідентичності.

6) Хешування паролів є важливим етапом у забезпеченні безпеки веб-додатків. Хешування полягає у перетворенні пароля користувача на хеш-значення, яке зберігається у базі даних замість самого пароля.

Таким чином у БД зберігаються такі дані: ім'я користувача, E-mail, пароль, підтвердження електронної пошти.

Таким чином, користуючись програмними засобами для пошуку роботи, важливо також працювати над розвитком своєї кваліфікації, підвищенням рівня професійної компетентності, розширенням мережі контактів та пошуку нових можливостей. Тільки комплексний підхід може забезпечити успішний пошук роботи та подальший розвиток кар'єри.

РОЗРОБКА ВЕБДОДАТКУ ДЛЯ ФІРМИ З РЕМОНТУ ПОБУТОВИХ МАШИН І ПРИЛАДІВ

О.В. Кривенко, доц., канд. техн. наук, А.П. Кораблін, ст. гр. ВТ-19,
ДВНЗ «ПДТУ»

У нинішній ситуації, коли люди завжди кудись поспішають, несправний прилад може спричинити масу незручностей. Тому дуже важливо отримати своєчасно послуги компанії, яка займається ремонтом побутових машин і приладів.

Спеціалісти, які працюють у цій галузі, потребують поєднання технічних знань, навичок вирішення проблем і навичок обслуговування клієнтів. Вони повинні вміти діагностувати та вирішувати складні

проблеми, ефективно спілкуватися з клієнтами та надавати високоякісні послуги.

Мета цього проекту – розробка вебдодатку, який полегшить компанії з ремонту побутових машин і приладів керування своїми послугами та клієнтами.

Предметом дослідження є аналіз потреб ринку, вимоги до функціональності та можливості інтеграції з існуючими системами.

Вивчення потреб ринку та визначення основних вимог до вебдодатку:

- можливість запису на ремонт онлайн;
- інформація про наявність запасних частин;
- відгуки та рейтинг майстрів;
- відстеження статусу ремонту.

Аналіз сучасних технологій та підходів до розробки вебдодатків:

- вибір мови програмування та фреймворків;
- розгляд платформ і сервісів для розміщення вебдодатка;
- використання API для інтеграції з існуючими системами.

Розробка прототипу вебдодатку з урахуванням вимог та технологічних рішень:

- створення структури та макету інтерфейсу;
- розробка функціоналу для роботи з записами, запасними частинами та відгуками;
- реалізація можливості відстеження статусу ремонту.

Результатом даної роботи є розроблений вебдодаток для фірми з ремонту побутових машин і приладів, який задовольняє вимогам ринку та сприяє підвищенню ефективності роботи фірми. Також виявлені перспективи розвитку вебдодатка та рекомендації щодо його вдосконалення.

РОЗРОБКА ВЕБДОДАТКУ ДЛЯ ФІРМИ З ВИГОТОВЛЕННЯ ТА РЕМОНТУ МЕБЛІВ

О.В. Кривенко, доц., канд. техн. наук, М.С. Яблончук, ст. гр. ВТ-19,
ДВНЗ «ПДТУ»

Виготовлення та ремонт меблів завжди були актуальними видами послуг. Але для того щоб якійсь конкретній компанії залишатись «на плаву», вона має доводити потенціальному клієнтам що для них ця компанія є найкращим вибором.

Вебдодаток для фірми з виготовлення та ремонту меблів – необхідний інструмент для залучення нових клієнтів і зміцнення іміджу компанії.

Розробка цього додатку супроводжувалась аналізом різноманітних вебдодатків – аналогів, а також аналізом будувannya вебдодатку на мові JavaScript з застосуванням такого фреймворка, як Bootstrap, середовища Node.js та з інтегруванням бази даних MySQL.

Прикладами вебдодатків на даний час є «Мастер на Дом», «Домовий», «Master Mebel».

Вебдодаток має функцію реєстрації – тільки після створення аккаунту становиться можливим повноцінна робота клієнта з додатком.

На сайті можна переглядати каталог продукції, вибрати підходящий продукт, або робити заказ на ремонт відповідного предмету меблів. Доступна функція пошуку, є можливість фільтрації виданої інформації за типом, за ціною, за назвою.

Зі сторони адміністратора є можливість переглядати списки замовлень, сортувати їх за алфавітом, за датою заказу. Адміністратор технік може вирішувати різні програмні помилки. Проблеми при реєстрації або авторизації. Проблеми з базою даних замовлень та усіх зареєстрованих користувачів.

Можливість онлайн замовлення меблів та ремонтних послуг на сайті прискорить процес обробки замовлень і підвищить якість обслуговування клієнтів.

Таким чином, для фірм з виготовлення та ремонту меблів, вебдодатки є вигідним новим рішенням для оновлення того, яким саме способом ці послуги виконуються, для пошуку та приваблення нових клієнтів та для загального спрощення роботи фірми. Розробка вебдодатку для даних фірм – важливий крок у розвитку бізнесу та підвищення його конкурентоспроможності на ринку.

РОЗРОБКА ДОДАТКА ДЛЯ ОБЛІКУ РОБІТ АГРАРНОЇ ФІРМИ

Д.В. Соболев, ст. гр. 3-18-ВТ, О.В. Кривенко, доц., канд. техн. наук,
ДВНЗ «ПДТУ»

Сьогодні у кожного дорослого і школяра в телефоні, смартфоні і планшеті викачані десятки різних мобільних застосунків. Вони допомагають людям розібратися з рахунками, придбати товари, побачити улюблений фільм і багато що інше. Мобільні застосунки – ця зручність і простота в отриманні потрібної інформації. А чи можуть мобільні застосунки допомогти сільгосптоваровиробникам? Зокрема – збільшити прибуток?

Мобільних застосунків дуже багато. Якись мають занадто потужний функціонал для початкуючих аграріїв. Якись умовно

безкоштовні, але існує небезпека, що безкоштовні застосування можуть стати платними.

Якщо розглядати роботу сільгосптоваровиробника в кількох площинах, то перш за все виникає потреба в картах, по-друге – застосування по засобах захисту рослин, по-третє – живлення рослин.

Існує ланка мобільних застосувань, як One Soil, Cropio, MAPing, Google Планета Земля – за допомогою яких можливо створити електронний образ полів, який надалі можна застосовувати на практиці. Такі програми покажуть територію, географічне положення і контур полів.

Такі технології, як інтернет речей, машинне навчання та штучний інтелект породили нову еру в розробці сільськогосподарських додатків. Найпоширеніший напрям створення цифрових додатків – Precision Ag (допомагають аграріям впроваджувати технології точного землеробства).

Цифрові інструменти спрощують роботу всіх ланок агропромисловості та всіх структурних підрозділів господарства. До списку увійшли додатки для управління господарством великих (AFS Connect Farm від Case IH) або дрібних (Farmbrite) агропромисловців. Додаток Agworld дозволяє збирати та обмінюватися з працівниками і партнерами даними роботи господарства. Grower360 дозволяє вирішувати питання обліку господарства, а Bushel відповідає за облік та обмін даними в роботі елеватора.

Створюваний додаток є таким цифровим інструментом, що забезпечить ефективну роботу невеликої аграрної фірми і накопичує в собі найнеобхідніші прилади.

РОЗРОБКА WEBОРІЄНТОВАНОГО ДОДАТКУ ДЛЯ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМЕРЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ФРЕЙМВОРКУ LARAVEL

О.О. Тузенко, доц., канд. техн. наук, С.І. Володін, ст. викладач,
С.С. Омеляненко, ст. гр. ВТ-19,
ДВНЗ «ПДТУ»

В сучасному світі інтернет став невід'ємною частиною життя кожної людини. Він займає значну роль в нашому побуті та дозволяє вирішувати багато проблем зручним та швидким способом. Однією з головних сфер, що поширюється в інтернеті, є електронна комерція, яка надає можливість купувати та продавати товари та послуги в онлайн-режимі. За даними статистики, обсяги електронної комерції зростають кожен рік, тому є раціональним і вигідним розвивати сферу онлайн-

торгівлі. У зв'язку з цім, створення онлайн-магазину є можливістю розширення аудиторії та збільшення обсягів продажів.

Було розроблено веб-додаток онлайн-маркету, який вирішував би потреби людей та бізнесу. Розробка була виконана за допомогою фреймворку Laravel, до якого були додані інші фреймворки, а саме: Node.JS, VueJS, CSS-JS фреймворка Bootstrap, а також СУБД MySQL. Вебдодаток включає функціонал для покупців, продавців та адміністрації сайту. Для покупців були зроблені розділи з історією покупок та обраним товаром, а також можливість переглядати товари, фільтруючи їх за категоріями або продавцями. Для продавців був розроблен функціонал для створення нових позицій на маркету, а також підрахування статистичних даних щодо продажів. Для адміністрації сайту є можливість дій продавців і покупців, яка дозволяє реагувати на скарги або видаляти товари, які порушують правила сервісу чи є незаконними. Також додаток дозволяє користувачам взаємодіяти між собою на рівні куплі-продажу товарів, перегляду та залишення відгуків. Проте планується поширення функціоналу, який дозволить більш точно фільтрувати товари, спілкуватися в режимі реального часу між користувачами, різноманітні списки, які спрощували б взаємодію з товарами, а також систему знижок, акцій тощо.

Практична цінність отриманих результатів полягає у тому, що розроблений вебдодаток онлайн-маркету дозволяє забезпечити взаємодію покупців та продавців, а також ефективно використовувати комп'ютерні ресурси, оскільки дозволить витримувати великі навантаження. Це може допомогти підвищити ефективність роботи онлайн-магазину, збільшити його прибуток та залучити більше клієнтів.

ЗАСТОСУВАННЯ МОВИ ПРОГРАМУВАННЯ PHP І ФРЕЙМВОРКУ LARAVEL ПРИ РОЗРОБКИ ВЕБДОДАТКУ ДЛЯ ДОПОМОГИ ТИМЧАСОВО ПЕРЕМІЩЕНИМ ОСОБАМ У НІМЕЧЧИНІ

О.О. Тузенко, доц., канд. техн. наук, С.І. Володін, ст. викладач,
С.О. Тікінська, ст. гр. ВТ-19,
ДВНЗ «ПДТУ»

У теперішній час, в умовах збройної агресії Російської Федерації проти України, мільйони людей були змушені покинути свої домівки. Біженці були змушені швидко адаптуватися до нових умов в новій країні, але багато з них не знали, що потрібно робити. Усю необхідну інформацію їм надали небайдужі люди – волонтери.

З метою покращення надання інформації тимчасово переміщеним особам у Німеччині, було прийнято рішення розробити вебдодаток з використанням мови програмування PHP та фреймворку Laravel, якій має багатий функціонал. Створений проект дозволяє швидко знайти відповіді на питання: зрозуміти, куди звернутися при першому прибутті у Німеччину; які документи потрібно подавати до Jobcenter; де знайти табори первинного розміщення; які існують компанії медичного страхування; с чого і де краще починати пошук житла; до яких компаній медичного страхування рекомендовано звернутись; можливість спілкування з іншими користувачами та волонтерами тощо. Вебдодаток дозволяє користувачам спілкуватися з адміністраторами та іншими користувачами в режимі форуму. Окремою сторінкою виділені запитання, що ставлять частіше за все. Також на сторінках вебдодатку можна залишити запит про допомогу. Для цього потрібно лише заповнити форму. При першому використанні вебдодатку, рекомендується авторизуватися, після цього користувач зможе використовувати особистий кабінет, та користуватися усіма можливостями додатку в повній мірі.

Отримані результати допоможуть зменшити час пошуків інформації, для людей, що цього потребують. У майбутньому планується подальший розвиток проекту, а саме розширення функціоналу: додати можливість завантажувати документи, що потрібні для пошуку житла; створення окремої сторінки, де волонтери будуть допомагати в пошуку житла. З розвитком ситуації у світі, вебдодаток буде потребувати все більше і більше оновлень, тому, можливо, в майбутньому цей проект стане великим, та буде потребувати багато працівників, для його обслуговування.

РОЗРОБКА ВЕБДОДАТКУ ДЛЯ МАГАЗИНУ ДЕКОРАТИВНИХ РОСЛИН З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ REACT

О.О. Тузенко, доц., канд. техн. наук, С.І. Володін, ст. викладач,
А.В. Круг, ст. гр. ВТ-19,
ДВНЗ «ПДТУ»

У сучасних умовах негативного впливу на людину постійних стресів і забрудненості навколишнього середовища декоративні рослини завдяки своєму зовнішньому вигляду і властивостям у приміщеннях житлових будинків, офісів, різних закладів та установ можуть виконувати такі важливі функції, як створення сприятливої для роботи атмосфери спокою та концентрації, зняття у деякій мірі психо-емоційного напруження, очищення повітря від шкідливих для здоров'я

людини речовин, тому завдання озеленення приміщень не перестане втрачати актуальності. Проте для успішного вирощування та утримання рослин потрібні певні умови та догляд, що відрізняються для кожного виду, тому доцільно здійснювати правильний підбір у магазині кімнатних рослин за допомогою спеціалістів.

У роботі був розроблений вебдодаток для магазину з продажу декоративних рослин, що забезпечить клієнтам можливість зручного підбору рослин і необхідних товарів, їх замовлення в онлайн-форматі, а також доступ до актуальної інформації. Він дозволяє: забезпечити клієнтам доступ до актуальної та корисної інформації про товари і послуги; залучити нових клієнтів; підвищити якість обслуговування; збільшити прибуток підприємства; забезпечити клієнтам зручний підбір товарів онлайн у каталозі з використанням текстового пошуку і зручного фільтра за необхідними параметрами; забезпечити швидке оформлення замовлень і зворотній зв'язок зі співробітниками магазину; забезпечити співробітникам магазину зручне керування замовленнями; зберігати та відображати базові статистичні дані роботи інтернет-магазину для керівництва використання даного вебдодатку надає співробітникам можливості зручного управління онлайн-замовленнями і редагування контенту вебдодатку у відокремленій частині вебдодатку – панелі адміністратора, що дозволяє підвищити ефективність робочих процесів, пов'язаних із дистанційним прийманням замовлень від клієнтів, і забезпечувати постійних і потенційних покупців актуальною та корисною інформацією щодо асортименту і наявних товарів.

Клієнти магазину за допомогою даного вебдодатку отримують можливість підбирати декоративні рослини за необхідними параметрами, а після реєстрації оформлювати замовлення на купівлю і доставку та дізнаватися про статус замовлення в особистому кабінеті.

РОЗРОБКА ПІДСИСТЕМИ ПОЛІПШЕННЯ ЯКОСТІ ЗОБРАЖЕННЯ ПРИ ЗБІЛЬШЕННІ ЙОГО ФОРМАТУ ПІСЛЯ ЗЙОМКИ

О.О. Тузенко, доц., канд. техн. наук, С.І. Володін, ст. викладач,
М.К. Панчев, ст. гр. 3-18-ВТ,
ДВНЗ «ПДТУ»

В даний час отримали широкий розвиток галузі науки і техніки, в яких застосовують системи обробки інформації з використанням даних в цифровому вигляді. Базовими складовими елементами таких систем є системи цифрового перетворення інформації, призначені для переведення в цифровий вигляд природних або штучних об'єктів, які є

носіями інформації в аналоговому вигляді. Дані в цифровому вигляді використовують для збереження, передачі, аналізу та обробки в системах цифрової обробки інформації

Ефективним способом поліпшення якості цифрового зображення є зміна кількості пікселів, зменшення кроку дискретизації. Тому поліпшення якості цифрового зображення після зйомки шляхом інтерполяції даних і привласнення отриманих значень сусідніх пікселях нової матриці більшого формату є актуальною задачею.

В ході роботи була написана програма поліпшення якості зображення за допомогою різних методів інтерполяції: метод інтерполяції без кореня та метод інтерполяції з коренем. Визначено ефективність якості зображення, яка безпосередньо залежить від дозволу зображення і кількості пікселів. Слід відзначити, що при кожній зміні масштабу зображення змінюється обсяг займаної пам'яті зображення, що надалі може досягати кілька сотень мегабайт і більше. Все залежить від початкового розміру зображення. Але в силу прогресу технології і створення накопичувачів, переносних і стаціонарних значного обсягу, цей недолік не є настільки істотним.

На підставі порівняльного аналізу різних методів інтерполяції визначено, що знаючи вихідну матрицю і місце положення кожного пікселя, змінюючи масштаб візуалізації зображення можна істотно поліпшити якість зображення.

Основними перевагами даної програми є збільшення швидкості обробки зображення; можливість збереження інтерполірованого зображення; можливість повторного інтерполювання зображення; малі обсязи програми; простота використання. Також дану програму можна використовувати у військовій сфері для визначення агресивного об'єкту від помилкової мети, що значною мірою спростить роботу оператора і прискорить процес рішення завдань.

ГЕНЕРАЦІЯ КОДУ ПРОГРАМИ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРИРОДНОЇ МОВИ ЗАСОБАМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ GPT-4

Н.М. Сідун, асистент, О.О. Тузенко, доц., канд. техн. наук,
ДВНЗ «ПДТУ»,

А.О. Мурашкін, технічний директор ghostdrive.com

В даний час неймережі та штучний інтелект все більше охоплює всі сфери життя. GPT-4 є великою мовною моделлю, частиною інфраструктури штучного інтелекту від OpenAI, що навчена на надвеликих корпусах нерозмічених текстів. Вона реалізує модель

взаємодії text-to-something, але здебільшого орієнтована на роботу з текстом. GPT-4 може генерувати зв'язані, читабельні та досить складні тексти у різних сферах. Однак, однією з найскладніших функцій є генерування програмного коду з використанням широкого спектру мов програмування.

Для генерації коду потрібно сформулювати проблему або задачу і визначити мову програмування та фреймворк. Для різних мов програмування рівень якості згенерованого коду є різним. Якість кода враховує урахування вимог до якості, іменування, структури класів та функцій, які прийняті у даній мові. Наприклад, генерування коду дозволило в експерименті поліпшити якість моделей, створених на PHP та у рамках фреймворку Symfony, та адаптувати структуру бази даних, яка була попередньо завантажена у діалог із чатом, та створити SQL скрипти для її модифікації.

Код, який генерує нейронна мережа є робочим у більшості випадків, але припускається наявність типових помилок у математичних задачах та деяких статистичних алгоритмах, які демонструють суттєве відхилення від коректної логіки виконання програми. Після генерації коду можна вказати нейронній мережі на помилки за допомогою текстового запиту в «чаті» і відправити запит на коригування. В деяких випадках може потребуватись кілька циклів корекції перш ніж буде знайдено підходящий варіант. Це обумовлено тим, що нейронна мережа була навчена на різноманітних задачах, особливо на великій кількості стандартних реалізацій алгоритмів.

Таким чином, основною проблемою при роботі з кодом є необхідність прискіпливої ручної перевірки коду та результатів статичного аналізу. Оскільки ефективність існуючих плагінів не дуже висока, то в перспективах знайти спосіб покращення обробки коду мережею.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ UTILITY-FIRST CSS КЛАСІВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ АДАПТИВНИХ ІНТЕРФЕЙСІВ НА ПРИКЛАДІ TAILWIND CSS

Н.М. Сідун, асистент, Д.О. Кучеренко, ст. гр. ВТ-19, ДВНЗ «ПДТУ»

Tailwind CSS – це модульна та гнучка утиліта для створення інтерфейсів, що використовує utility-first підхід. Цей підхід допомагає розробникам швидко створювати адаптивні інтерфейси, оскільки він пропонує велику кількість корисних класів для стилізації.

Tailwind CSS надає гнучкість у стилізації елементів за допомогою широкого спектру класів, які відповідають різним CSS властивостям.

Розробники можуть поєднувати класи для досягнення потрібного стилю. Також Tailwind CSS дозволяє легко кастомізувати існуючі класи та створювати нові за допомогою конфігураційного файлу. Це спрощує адаптацію стилів під конкретні потреби проекту. За допомогою класів, які реагують на розмір екрану, розробники можуть легко створювати адаптивні інтерфейси. Наприклад, за допомогою префіксів `sm:`, `md:`, `lg:` та `xl:` можна задати різні стилі для різних розмірів екранів.

Utility-first підхід зменшує ймовірність виникнення помилок у стилях, оскільки розробники використовують готові класи замість писання власних стилів. Використання utility-first класів забезпечує більш структурований код, оскільки він забезпечує уніфікацію стилів та більшу зрозумілість коду для команди розробників. Компоненти стають більш легкими для розуміння та підтримки, оскільки весь код є консистентним. Також Utility-first підхід сприяє зменшенню кількості коду, оскільки розробники використовують існуючі класи замість створення нових стилів для кожного елемента. Це полегшує рефакторинг та оптимізацію коду. Завдяки готовим класам, розробники можуть швидко створювати адаптивні інтерфейси без необхідності писати власні стилі. Це прискорює процес розробки та сприяє швидшому випуску продукту.

Utility-first підхід у Tailwind CSS має багато переваг для розробки адаптивних інтерфейсів. Гнучкість, легка кастомізація, адаптивність, безпека, структурований код, зменшення кількості коду та швидкість розробки – це ключові переваги цього підходу. Таким чином, Tailwind CSS є відмінним інструментом для розробників, які хочуть створювати адаптивні інтерфейси з мінімальними зусиллями та витратами часу. Утиліта сприяє високій продуктивності, якості коду та полегшує співпрацю команди розробників.

ОСОБЛИВОСТІ ДОСТУПУ ПРОГРАМ-БОТІВ ДО СЕРЕДОВИЩА ТЕКСТОВИХ ЧАТІВ НА ПРИКЛАДІ TELEGRAM

Н.М. Сідун, асистент, Д.Ф. Гвоздєнко, ст. гр. ВТ-19, ДВНЗ «ПДТУ»

При створенні програм-ботів у месенджері Telegram необхідно враховувати особливості доступу до середовища текстових чатів. Однією з таких особливостей є необхідність мати адміністративні права для доступу до певних функцій чатів.

Для того, щоб програм-бот отримав доступ до чату, необхідно, щоб його додали до списку учасників чату з адміністративними

правами. Це дає боту змогу отримувати та надсилати повідомлення в чаті, а також мати доступ до деяких додаткових функцій.

Наприклад, якщо боту додали адміністративні права в групі, він може створювати нові повідомлення та закріплювати їх вгорі чату для того, щоб вони були видимі для всіх учасників. Крім того, бот може налаштувати автоматичні відповіді на певні запити в групі, що полегшує комунікацію між користувачами.

Крім того, Telegram надає можливість налаштування рівня доступу програм-бота до чату. Наприклад, адміністратор групи може налаштувати бота так, щоб він не міг видавати інформацію про користувачів групи або стежити за їх діяльністю.

За допомогою Telegram Bot API можна створювати ботів з різними функціональними можливостями. Наприклад, боти-перекладачі можуть перекладати текст з однієї мови на іншу, а ботиновинні агрегатори можуть надсилати користувачам свіжі новини з різних джерел.

Зважаючи на те, що Telegram став все популярнішим месенджером, програми-боти стали невід'ємною частиною його функціоналу. Вони полегшують комунікацію між користувачами та забезпечують швидкий та зручний доступ до різноманітних інформаційних ресурсів.

Telegram надає розширені можливості для створення програм-ботів, які можуть забезпечувати ефективну комунікацію між користувачами та надавати доступ до різноманітних функцій та сервісів.

Отже, доступ до середовища текстових чатів у Telegram можливий тільки при наявності адміністративних прав у програм-бота. Це дає змогу контролювати дії ботів в чатах та запобігати непотрібним повідомленням та спаму. Завдяки цій функції адміністратори груп та каналів можуть забезпечувати більш ефективну комунікацію між користувачами.

РОЗРОБКА ШАБЛОНУ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ВЕБДОДАТКА З ПРОДАЖУ АКЕСУАРІВ ДЛЯ МОБІЛЬНИХ ТЕЛЕФОНІВ

І.Ф. Марченко, доц., канд. техн. наук, І.О. Блохіна, ст. гр. 3-18-ВТ,
ДВНЗ «ПДТУ»

У сучасному світі, технології стають все більш важливим елементом в бізнесі. З метою підвищення ефективності та доходів, підприємства повинні вирішувати складні завдання шляхом

цифровізації процесів. Один з прикладів цього – створення вебдодатку для продажу аксесуарів для мобільних телефонів.

В ході аналізу існуючих рішень виявлено, що споживачі віддають перевагу вебдодаткам, які пропонують широкий асортимент товарів, зручний пошук та можливість задати питання стосовно товарів на сайті. Основними недоліками існуючих рішень є складний процес оформлення покупки та оплати.

Розробка шаблону для створення такого додатку допоможе підприємствам ефективно відрізнитися на ринку та залучати нових клієнтів. За допомогою зручного та простого використання інтерфейсу додатку, користувачі зможуть швидко знайти та придбати потрібні аксесуари.

Шаблон може включати такі елементи, як каталог товарів, кошик для замовлень, оплату та доставку товарів. Додатково, в ньому можуть бути вбудовані інструменти для аналізу даних та відстеження замовлень, що дозволить підприємствам ефективно керувати своїм бізнесом та забезпечити високий рівень обслуговування клієнтів.

За допомогою цього шаблону, підприємства зможуть легко створити вебдодаток для продажу аксесуарів для мобільних телефонів та забезпечити високий рівень обслуговування клієнтів. Такі кроки в напрямку цифровізації торгівлі допоможуть підприємствам підвищити свою конкурентоспроможність та забезпечити успіх у майбутньому.

ДОДАТОК ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ПСИХІЧНОГО ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ КОГНІТИВНО- ПОВЕДІНКОВОЇ ТЕРАПІЇ

О.С. Кіор, ст. гр. ВТ-19, ДВНЗ «ПДТУ»

Проблеми пов'язані з природою людської психіки – той кластер проблем, який особливо загострився останнім часом, коли люди, будучи вихованими за принципами радянського чи пострадянського виховання тепер займаються вихованням своїх дітей. Діти у свою чергу, перебуваючи в більш розширеному та різноманітному інформаційному суспільстві вже в ранньому віці стикаються з усвідомленням, що більшість цих принципів є травмуючою. З цими травмами вже дорослі діти продовжують жити і своєю спотвореною поведінкою завдають психологічних травм іншим людям. Нерідко через проблеми подібного характеру люди стикаються з проявами психологічного, сексуального, економічного насильства.

Додаток допоможе людям за допомогою опитувань попередньо діагностувати у себе ряд когнітивних спотворень або розладів

особистості. Оскільки йдеться про клінічні діагнози, було прийнято рішення використовувати конкретно протоколи КПТ, оскільки вони є науково-доказовими, а в США, наприклад, лікування за допомогою когнітивно-поведінкового підходу входить до медичної страховки. Програма передбачає наявність певного меню зі списком тестувань. Також в додаток буде вбудована таблиця "СМЕР", яка є ключовим інструментом пацієнта для запису та моніторингу своїх думок, емоцій та реакцій на певні події.

Метою цього додатка є популяризація більш трепетного та уважного ставлення до себе та до свого психологічного здоров'я в рамках науково-доказових методів без передчасного втручання фахівців.

РОЗРОБКА ШАБЛОНІВ АДАПТИВНОГО ДИЗАЙНУ ДЛЯ ВЕБСАЙТІВ

І.Ф. Марченко, доц., канд. техн. наук, В.Д. Шашкін, ст. гр. ВТ-19, ДВНЗ «ПДТУ»

З розвитком мобільних пристроїв та їх широкого використання в житті, важливо, щоб веб-сайти були доступними та зручними для перегляду на мобільних пристроях. Якщо сайт не адаптований для мобільних пристроїв, це може призвести до погіршення досвіду користувача і, як наслідок, зменшення кількості відвідувачів адаптивний дизайн дозволяє збільшити охоплення аудиторії веб-сайту, оскільки він забезпечує коректне відображення різних пристроїв. Це важливо для бізнесу, тому що призводить до збільшення кількості клієнтів та продажів.

Існує безліч сайтів, що надають адаптивний дизайн, відрізняючись один від одного ціною, якістю та стилями. Через те, що для даної роботи використовується веб-сайт написаний під конкретні потреби, то жоден готовий шаблон подібних сервісів не зможе покрити всі потреби для грамотної роботи сайту. Саме для цього створюється унікальний дизайн для задоволення всіх потреб даного проекту.

Одним із багатьох джерел є «Mastering Photoshop and Figma: The Complete Guide to Designing Stunning Graphics».

Автора Лізи Томпсон, де розглядається створення сайтів.

Мета полягає у створенні шаблону адаптивного дизайну, який буде оптимізований під різні розміри екранів пристроїв та забезпечить зручну навігацію та перегляд контенту на будь-яких пристроях.

Опис функціональності програми: шаблон унікального адаптивного дизайну, оптимізований під різні масштаби екранів,

незалежно від пристрою, прийнятний дизайн та використання відносних одиниць вимірювання при створенні стилів для шаблону адаптивного дизайну, гнучкої сітки, використання спеціальних CSS-класів.

Економія часу та ресурсів: Використання готового шаблону дозволяє заощадити час та зусилля при розробці веб-сайту або програми. Він надає готову структуру, яку можна модифікувати і налаштувати під свої потреби, не вимагаючи повного створення дизайну з нуля.

Узгоджений та професійний зовнішній вигляд: Шаблон надає єдиний стиль та дизайн для всіх сторінок та елементів, що створює враження цілісності та професіоналізму. Він допомагає забезпечити узгодженість візуальних рішень, кольорних схем, шрифтів та макетів на всьому сайті чи додатку.

Шаблон можна модифікувати та налаштувати під конкретні вимоги та брендову ідентичність. Ви можете внести зміни до кольорної схеми, додати логотип та графіку, налаштувати макет сторінок та інші деталі, щоб зробити дизайн відповідним вашому унікальному бренду або конкретним потребам вашого проекту.

В результаті, використання шаблону унікального адаптивного дизайну дозволяє заощадити час і ресурси, забезпечити адаптивність і узгоджений зовнішній вигляд вашого веб-сайту або програми, а також покращити досвід користувача. Комбінуючи готові елементи та налаштовуючи їх під свої потреби, ви можете створити привабливий та функціональний дизайн, який відповідає вашим цілям та очікуванням користувачів.

СЕКЦІЯ: КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ

РОЗРОБКА ВЕБДОДАТКУ ДЛЯ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ЗАСВОЄННЯ ЗНАТЬ СТУДЕНТА

А.В. Демченко, ст. гр. КН-22-М, І.В. Федосова, проф., д-р пед. наук,
ДВНЗ «ПДТУ»

Оцінка якості засвоєння отриманих знань для сучасної людини стало звичною справою із дитячих садочків до виходу на пенсію, люди постійно навчаються, а їх знання перевіряються та оцінюються. Із початком пандемії у 2019 році та до теперішнього часу навчання більшості людей перейшло у дистанційний формат. Для автоматизації оцінки якості засвоєння знань пропонується розробка вебдодатку. Ключові функції програми: оцінка знань студента, рекомендації щодо матеріалів, які треба повторити/вивчити, отримання порад викладачів,

створення посилань на безкоштовні інтернет-ресурси для поглиблення знань в темі.

В Україні на даний момент немає власного вебдодатку для оцінки якості засвоєння знань студента, ми використовуємо іноземні продукти, які не завжди відповідають нашим потребам, а також не завжди є зручними для використання в нашій системі освіти. З 2019 року, з початку карантину більшість навчальних закладів перейшли із очної форми навчання на дистанційну і кожен заклад освіти пристосовувався до нових умов, як міг, оскільки не було централізованого рішення, а давалися тільки поради, що і спричинило таку розгалужену систему. В подальшому не було прийнято кроків до централізації технічних засобів і продуктів, а також більшість змін у процесі навчання мали рекомендаційний характер, через це система навчання та оцінки знань студентів і донині залишається дуже розгалуженою та незручною, як для викладачів так і для студентів.

Вебдодаток, який розробляється, має на меті створити платформу, на якій викладачі зможуть у зручному форматі створювати системи оцінки студентів та ділитися ними між собою, а також надавати навчальні матеріали для поглибленого вивчення матеріалів або закріплення знань. Також додаток можна використати як зручний розклад занять, а у майбутньому додати мапи корпусів навчальних закладів, щоб новим студентам було легше орієнтуватися в навчальних закладах. Як результат буде розроблений додаток, який продемонструє зручність використання централізованої платформи для оцінки знань студентів.

РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ СИМУЛЯЦІЇ ВИМІРЮВАННЯ МОДУЛЯ ПРУЖНОСТІ ТВЕРДИХ ТІЛ

О.Є. П'ятикоп, доц., канд. техн. наук, Р.Д. Шевчук, ст. гр. КН-22-М,
ДВНЗ «ПДТУ»

Розробка комп'ютерної симуляції пристрою для вимірювання модуля пружності твердих тіл магніострикційним методом є важливим завданням в області матеріалознавства та технічної діагностики.

Магніострикційний метод полягає в вимірюванні зміни магнітної індукції в твердому тілі при наявності напруження. Ця зміна магнітної індукції пов'язана зі зміною розміру твердого тіла під впливом напруження, що дозволяє визначити модуль пружності.

Розробка програмного забезпечення комп'ютерної симуляції передбачає створення математичної моделі пристрою, що дозволяє відтворити процеси, що відбуваються в реальному пристрої.

Для розробки комп'ютерної симуляції пристрою необхідно врахувати ряд факторів, таких як геометрія пристрою, властивості матеріалів, які використовуються в пристрої, спосіб обробки та аналізу даних, що отримуються в процесі вимірювань, можна додатково врахувати різні чинники, які можуть впливати на точність вимірювань, такі як шуми в електричній схемі, неточності в параметрах приладів, температурні коливання та інші.

Комп'ютерна симуляція може допомогти в проектуванні пристрою та підборі оптимальних параметрів для досягнення максимальної точності вимірювань. Крім того, симуляція може допомогти в оцінці можливості використання пристрою для вимірювання модуля пружності твердих тіл з різними властивостями.

Одним з ключових етапів у розробці симуляції є перевірка її коректності та точності. Для цього можна використовувати реальні дані, отримані в результаті вимірювань, та порівнювати їх з результатами, отриманими в процесі симуляції.

Наприкінці після розробки симуляції, її можна використовувати для проведення віртуальних експериментів, що дозволяє зменшити кількість реальних вимірювань та спростити процес розробки та тестування нових пристроїв.

Отже, розробка комп'ютерної симуляції пристрою для вимірювання модуля пружності твердих тіл магнітострикційним методом є важливим завданням, яке може допомогти в навчанні студентів, можливо покращенні точності вимірювань та розробці нових технологій.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСОБІВ ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ ВИПАДКОВИХ ПАРОЛІВ

О.Є. П'ятикоп, доц., канд. техн. наук, О.Ю. Кубарев, ст. гр. КН-22-М,
ДВНЗ «ПДТУ»

Сьогодні Інтернет став невід'ємною частиною нашого життя, із загальним доступом до нього з'явилася потреба у захисті конфіденційної інформації. Генерація випадкових паролів є важливою складовою кібербезпеки, оскільки слабкі паролі можуть призвести до порушення приватності та викрадення персональних і критичних даних. Тому метою даної роботи є дослідження засобів, які можуть бути використані для реалізації генератору випадкових паролів, у різних мовах програмування. Розглянуто варіанти реалізації цієї задачі за допомогою таких мов програмування як Java, C# та Python.

У мові Java можна використовувати клас SecureRandom для генерації випадкових чисел, які потім можна перетворити у випадкові символи або рядки. Крім того, можна використовувати клас RandomStringUtils з бібліотеки Apache Commons для генерації випадкових рядків з заданою довжиною.

У мові C# можна використовувати клас Random для генерації випадкових чисел, які потім можна перетворити у випадкові символи або рядки. Крім того, можна використовувати клас RNGCryptoServiceProvider для генерації випадкових чисел з використанням криптографічного генератора випадкових чисел.

У мові Python можна використовувати модуль random для генерації випадкових чисел, які потім можна перетворити у випадкові символи або рядки. Крім того, можна використовувати модуль secrets для генерації випадкових рядків з заданою довжиною з використанням криптографічно безпечного генератора випадкових чисел.

Кожною мовою програмування було реалізовано задачу генерації випадкових паролів довжиною 9 символів та отримано по 20 варіантів для подальшого дослідження. Далі за допомогою ресурсу Password Strength Meter було проведено вимірювання надійності пароля. Результати ресурсу надаються у одиницях часу, який необхідно для зламу паролю. Розбіг часу коливався від місяців до століть.

Подальше оцінювання проводилось через розподіл усіх отриманих паролів за класами складності за допомогою методу К-середніх. Було отримано три класи з центрами: 9, 57 та 1000 століття. Найбільша частина варіантів паролів, 63% прийшла на першу групу, 6% - на другу, та третина паролів – третя група.

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ VEYON В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

Н.В. Горбачова, викладач вищої категорії, ст. викладач, спеціалізована школа № 264 з поглибленим вивченням англійської мови, м. Київ,
О.Є. П'ятикоп, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

В реаліях сьогодення кабінети інформатики навчальних закладів, які працюють в очному форматі, не завжди мають достатнє необхідне оснащення для проведення сучасних занять, а саме, відсутні інтерактивні дошки, проектор. Якісне пояснення матеріалу – це демонстрація роботи програм, презентацій, відео тощо. Veyon – вільне програмне забезпечення з відкритим кодом для демонстрації, спостереження та керування комп'ютерами, яке значно покращує навчальний процес, робить його більш продуктивним.

На базовому рівні Veyon складається із головного компонента із правами адміністратора та компонента служби – клієнтських комп'ютерів (учнів/студентів). Основною функцією програми є повноекранна демонстрація екрану адміністратора та демонстрація у вікні у режимі реального часу. У форматі мініатюр викладач (адміністратор) може спостерігати за роботою клієнтських комп'ютерів. У разі потреби адміністратор має можливість віддалено наглядати за комп'ютерами або керувати ними (викладач зможе допомогти учням/студентам з комп'ютера адміністратора)

Для привернення уваги, контролю дотримання правил роботи викладач може блокувати необхідні комп'ютери, примусово здійснити вихід користувачів із системи. Вмикання, перезавантаження або вимикання комп'ютерів віддалено дає змогу адміністратору економити свій робочий час та ресурс.

Для більш продуктивної роботи у викладача є можливість поширення документів та інших файлів для учнів, надсилання текстових повідомлень учням. Можливість запуску програм та відкриття сторінок сайтів є ефективним інструментом для ефективного використання часу. Veyon має багато вбудованих функцій, які можна легко вдосконалити за допомогою потужних комерційних доповнень: запис екранів, контроль доступу до Інтернету, виявлення мережі, LDAP Pro (отримання мережевих об'єктів з кількох серверів/доменів), веб-вкладки.

Програма Veyon у порівнянні з аналогічним безкоштовним програмним забезпеченням відрізняється простотою у налаштуванні, використанні та стабільністю у роботі.

ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ПРОДАЖІВ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР

**А.В. Айнагоз, ст. гр. КН-22-М, О.І. Проніна, доц., канд. техн. наук,
ДВНЗ «ПДТУ»**

Комп'ютерні ігри стали все частіше з'являтися в нашому повсякденному житті, і вони перестали бути чимось незвичайним, та розробка комп'ютерної моделі для прогнозування продажу комп'ютерних ігор є дуже важливим аспектом на сьогоднішній день.

Ні для кого не секрет, що комп'ютерні ігри мають високу популярність як серед підлітків, так і у дорослих людей. Розробка прогнозування продажів ігор може передбачити ряд факторів, які можуть допомогти зробити продажі вищими та більш ажиотажними.

Ця комп'ютерна модель може аналізувати велику кількість даних, включаючи інформацію про попередні продажі, відгуки користувачів, рекламні кампанії та інші фактори, що можуть вплинути на продажі.

Застосування нейронної мережі може дати можливість швидко адаптуватися до змін на ринку, та передбачати тренди продажів, допомогти зменшити ризики фінансових втрат та сприяти оптимальному використанню ресурсів компанії

Розробка комп'ютерної моделі прогнозування продажів гри повинен включати наступні етапи, які використовуватимуться для прогнозування:

По-перше, це збір історичних даних про продажі ігор, а також пов'язаних з ними змінних, без цього не будуватиметься саме поняття про те, як саме відбувається прогноз, оскільки воно дозволяє покращити точність прогнозів продажів у майбутньому. Застосування може дати можливість розробникам і видавцям визначити найбільш ефективні стратегії маркетингу та реклами для продажу ігор.

Наступним етапом буде, «попередня обробка даних», воно являє собою видалення некоректних записів, перетворення категоріальних змінних на числові значення, масштабування числових змінних.

Дослідницький аналіз даних у цій розробці буде у вигляді візуалізації даних, виявленні їх трендів та закономірностей. Воно дасть більш ясний вигляд, якщо параметрів буде дуже багато.

Слушною моделлю для машинного навчання буде лінійна регресія, випадковий ліс, або градієнтний бустинг.

1) Лінійна регресія (Linear Regression) — модель залежності змінної x від однієї або кількох інших змінних (факторів, регресорів, незалежних змінних) із лінійною функцією залежності.

2) Метод випадкового лісу (Random Forest) — алгоритм машинного навчання, запропонований Лео Брейманом та Адель Катлер, який полягає у використанні ансамблю вирішальних дерев.

3) Градієнтний бустинг – це техніка машинного навчання для завдань класифікації та регресії, яка будує модель передбачення у формі ансамблю слабких передбачуваних моделей, зазвичай дерев рішень

Тюнінг моделі для покращення її продуктивності шляхом налаштування гіперпараметрів, а саме:

1) Глибина дерева (для моделей на основі вирішальних дерев, таких як випадковий ліс або градієнтний бустинг): визначає, наскільки дерево глибоко розгалужуватиметься.

2) Кількість дерев (для ансамблевих моделей, таких як випадковий ліс або градієнтний бустинг): визначає кількість дерев, які будуть побудовані в ансамблі.

3) Швидкість навчання (learning rate для моделей градієнтного бустингу): контролює внесок кожного дерева в модель.

4) Регуляризація (наприклад, коефіцієнт L1 або L2 регуляризації): використовується для запобігання перенавчанню моделі.

5) Розмір пакета (batch size, для моделей глибокого навчання): визначає кількість зразків, які будуть використовуватись для одного оновлення ваги моделі.

6) Коефіцієнти згладжування (smoothing parameters, для моделей, що використовують згладжування): визначають ступінь згладжування, що застосовується до даних.

І нарешті повторення процесу для оновлення моделі з новими даними та поліпшення прогнозів, а також моніторинг та аналіз результатів для оцінки ефективності прогнозування та внесення коригувань.

Наприкінці після розробки, її можна використовувати для проведення віртуальних експериментів, що дозволяє робити потрібні дії для того щоб продажі були більш прибуткові та масштабні.

Отже, розробка цієї моделі для прогнозування продажу комп'ютерних ігор є важливим завданням, яке може допомогти у вибірці для розробки потрібної гри та її розробки, а також її застосування у наступних проектах. Для найкращого результату прогнозування продажів гри є збирання та обробки об'ємних даних, вибору та навчання моделі машинного навчання, а також ретельного налаштування гіперпараметрів для досягнення найкращої продуктивності прогнозування.

ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОСОБЛИВОСТІ ТЕМПІВ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЇ BLOCKCHAIN

А.О. Голубець, ст. гр. КН-22-М, О.І. Проніна, доц., канд. техн. наук,
ДВНЗ «ПДТУ»

Популярність нейронних мереж зросла в останні десятиліття завдяки їхній ефективності у багатьох задачах машинного навчання та штучного інтелекту.

Нейронні мережі активно знайшли своє застосування і в сфері криптовалют та технології Blockchain.

Нейронні мережі можуть бути використані для аналізу особливостей темпів розвитку технології Blockchain. Вони можуть допомогти виявити та проаналізувати закономірності та тренди,

пов'язані з прийняттям та ширенням Blockchain у різних сферах технологій.

Одним з основних застосувань нейронних мереж в даному контексті є аналіз текстових даних, таких як наукові статті, новини, блоги тощо, що стосуються Blockchain. Можна побудувати нейронну мережу, яка навчається на великому обсязі текстових даних та використовується для класифікації інформації про розвиток Blockchain.

Наприклад, нейронна мережа може бути навчена розпізнавати публікації, що стосуються нових технологічних рішень, застосування Blockchain у фінансовому секторі, масштабування мережі Blockchain тощо. Вона може автоматично аналізувати та класифікувати велику кількість текстових даних, що допомагає зрозуміти тенденції та особливості розвитку технології Blockchain.

Для аналізу тексту про Blockchain за допомогою нейронних мереж можна використовувати різні методи. Наприклад модель Bag-of-Words (Мішок слів) цей метод передбачає представлення тексту як набору слів без врахування послідовності. Нейронна мережа може бути навчена на основі таких вхідних даних, де кожен слово представлений як окремий атрибут. Вона може класифікувати текст на основі використання цих атрибутів.

Застосування векторних вкладень слів (Word Embeddings) цей метод передбачає використання векторних представлень слів, таких як Word2Vec або GloVe, для представлення тексту. Текст розбивається на слова, а кожне слово перетворюється у вектор. Нейронна мережа може бути навчена на основі цих векторних представлень для класифікації або аналізу тексту.

Застосування рекурентних нейронних мереж (Recurrent Neural Networks) вони можуть бути використані для аналізу послідовностей тексту про Blockchain, таких як речення або параграфи. Вони можуть розуміти контекст та залежності між словами в тексті. Нейронна мережа LSTM (Long Short-Term Memory) є популярним варіантом RNN для роботи з текстом.

Застосування згорткових нейронних мереж (Convolutional Neural Networks) вони можуть бути використані для аналізу тексту, особливо для виявлення ключових фраз або особливостей в тексті про Blockchain. Вони використовують фільтри для виявлення особливих шаблонів або ознак у тексті. Ці методи можуть бути комбіновані або модифіковані в залежності від конкретних потреб аналізу тексту про Blockchain.

Крім аналізу текстових даних, нейронні мережі можуть бути використані для аналізу числових даних, таких як дані про кількість транзакцій, обсяги ринку криптовалют, кількість активних гілок

Blockchain та інше. Можна побудувати модель нейронної мережі, яка буде аналізувати ці дані та виявляти залежності між різними факторами, що впливають на розвиток технології Blockchain.

Нейронні мережі можуть бути використані для аналізу транзакційного потоку у Blockchain. Вони можуть виявляти аномальну активність, шахрайські дії або відхилення від типових патернів транзакцій. Це може допомогти виявити шахрайство або вразливості в системі.

Крім цього ще одна перевага використання нейронних мереж для технології Blockchain є покращення масштабованості. Вони можуть допомогти визначити оптимальні параметри для розподіленого консенсусу, який використовується у Blockchain, а також допомагати знаходити рішення для покращення швидкодії мережі.

Нейронні мережі можуть бути використані для прогнозування тенденцій та поведінки ринку криптовалют. Вони можуть аналізувати великі обсяги даних про ціни, обсяги торгів та інші фактори, що впливають на ринок, для прогнозування майбутнього руху цін та прийняття відповідних рішень.

Також нейронні мережі можуть бути використані для оцінки та управління ризиками в Blockchain. Вони можуть аналізувати дані про безпеку мережі, виявляти потенційні загрози та прогнозувати ризики, що пов'язані з певними аспектами Blockchain, такими як витoki даних чи атаки.

РОЗРОБКА ПРОГНОЗУЮЧОГО ДОДАТКУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЗАХВОРЮВАНЬ ЛЕГЕНЬ З COREML

А.А. Поліщук, ст. гр. КН-22-М, О.І. Проніна, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

Захворювання легень, зокрема туберкульоз, залишаються однією з найпоширеніших проблем охорони здоров'я у всьому світі. Рання діагностика може сприяти більш ефективному лікуванню та підвищити шанси на повне лікування. У зв'язку з цим, розробка програми для iOS, яка використовує дані, отримані з Apple Watch для прогнозування захворювань на основі параметрів пульсу та кількості кисню в крові, може значно покращити процес діагностики та лікування. Ця програма може бути корисним для людей, які хочуть моніторити своє здоров'я і отримувати більш точні прогнози можливих захворювань, ґрунтуючись на даних, отриманих з їх Apple Watch. Крім того, дана робота може бути основою для майбутніх досліджень та розробок у цій галузі, що може

сприяти більш ефективній діагностиці та лікуванню захворювань легень.

В залежності від поставлених цілей і завдань у цій роботі, може бути включений різний функціонал, у тому числі й база даних довідкової інформації на тему, наприклад, щодо захворювань легень та способів їх діагностики. Це може підвищити зручність використання програми для користувачів та сприяти більш ефективній оцінці свого здоров'я. Для діагностики туберкульозу необхідно проводити комплексне обстеження пацієнта, включаючи аналіз крові, харкотиння, рентгенографію, КТ, бронхоскопію та інші методи.

Проте, є деякі наукові дослідження, які пов'язують зміни пульсу з туберкульозом. Наприклад, деякі дослідження показують, що у пацієнтів із туберкульозом може бути підвищений пульс, особливо в активній фазі захворювання. Також вважається, що зміни в пульсі можуть бути пов'язані з деякими побічними ефектами лікарських препаратів, які застосовуються для лікування туберкульозу. Однак ці зміни в пульсі не є специфічними для туберкульозу і можуть бути пов'язані з іншими факторами, такими як фізична активність, стрес, втома тощо. Таким чином, хоча зміни пульсу можуть бути пов'язані з туберкульозом та іншими захворюваннями легень, вони не можуть використовуватися як єдиний метод діагностики туберкульозу.

Зміни у показниках пульсу та кількості кисню в крові можуть використовуватися як додаткові фактори при діагностиці захворювань легень, у тому числі і туберкульозу. У пацієнтів з туберкульозом може спостерігатись зниження рівня кисню в крові, що пов'язане з порушенням дихальної функції легень. Також деякі дослідження показують, що у пацієнтів з туберкульозом може бути підвищений пульс, особливо в активній фазі захворювання. Однак, необхідно враховувати, що зміни в показниках пульсу та кількості кисню в крові не є специфічними для туберкульозу і можуть бути пов'язані з іншими захворюваннями легень чи факторами, такими як фізична активність, стрес, втома тощо. Таким чином, включення даних параметрів до програми, яка зчитує дані з Apple Watch та прогнозує захворювання за цими параметрами, може допомогти покращити діагностику захворювань легень, включаючи туберкульоз. Проте, це має використовуватися лише як додатковий метод, а чи не єдиний спосіб діагностики.

Для розробки програми, яка зчитуватиме дані з Apple Watch і аналізуватиме їх за допомогою машинного навчання, було використано Swift, CoreML та інші інструменти та фреймворки, що надаються Apple.

У цьому випадку можна використовувати алгоритм класифікації, такий як Random Forest, SVM (Support Vector Machines) або нейронні мережі.

Було проведено дослідження літератури на основі якого було вирішено використовувати методи класифікації. А саме використання алгоритму випадкового лісу, оскільки він забезпечує хорошу точність і здатний працювати з різними типами даних.

Було створено датасет, що включає дані про пульс, рівень кисню в крові та інформацію про наявність чи відсутність захворювання легень. Для цього було проведено дослідження та отримані дані від медичних закладів та пацієнтів, всі дані були взяті з відкритого ресурсу Kaggle.

Перед навчанням моделі була проведена попередня обробка даних, видалені викиди, заповнені пропущені значення та нормалізовані дані, щоб вони були готові для навчання моделі.

З використанням фреймворків Apple, таких як Core ML та HealthKit, була розроблена модель машинного навчання. Для цього була створена структура моделі, визначені параметри випадкового лісу та використані підготовлені дані для навчання моделі.

Після навчання моделі була проведена оцінка її продуктивності та точності передбачень. Були застосовані різні метрики, такі як точність, повнота, F1-міра та ROC-крива, щоб оцінити якість та ефективність розробленої моделі. На основі отриманих результатів можна проводити дослідження на реальних даних, для визначення захворювання легенів в медичних центрах чи окремо для кожного користувача Apple Watch.

ТЕНДЕНЦІ РОЗВИТКУ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ВІЗУАЛЬНОГО КОНТЕНТУ

О.І. Проніна, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

Все частіше використовуються нейронні мережі для створення контенту, це пов'язано зі збільшенням доступності великих обсягів даних та обчислювальної потужності. Такі алгоритми, як GPT (Generative Pre-trained Transformer) та його різні модифікації, дозволяють створювати тексти, зображення, музику та інший контент із високим ступенем якості.

Однак, слід зауважити, що існує також ряд етичних питань, пов'язаних з використанням нейронних мереж для створення контенту, таких як можливість створення фейкових новин або підвищення расизму та сексизму в контенті. Тому важливо використовувати ці технології з обережністю та відповідальністю.

Крім того, можна відзначити, що використання нейронних мереж для створення контенту має свої переваги та недоліки. Серед переваг можна виділити:

– Висока якість створюваного контенту. Нейронні мережі здатні генерувати тексти, зображення та музику, які візуально та по звучанню майже не відрізняються від творів, створених живими людьми.

– Висока швидкість створення контенту. Нейронні мережі можуть генерувати контент значно швидше ніж людина. Це дозволяє заощадити час та прискорити процес створення контенту.

– Можливість створювати контент різними мовами. Нейронні мережі можуть бути навчені працювати з багатьма мовами, що дозволяє створювати контент різними мовами без необхідності перекладача.

Однак також слід враховувати і недоліки:

– Обмеженість тем та стилів. Нейронні мережі можуть бути обмежені у виборі тем і стилів контенту, які можуть генерувати. Це може призвести до повторення тих самих і стилів, що може зменшити оригінальність створюваного контенту.

– Ризики в галузі авторства та прав на інтелектуальну власність. Існує ризик того, що створений нейронною мережею контент може порушувати авторські права на інтелектуальну власність.

– Недостатня точність та якість контенту. Незважаючи на те, що нейронні мережі можуть створювати високоякісний контент, вони не завжди генерують досконалий контент і можуть допускати помилки або неточності.

Створення візуального контенту за допомогою нейронних мереж ґрунтується на принципі генеративно-змагальних мереж (GAN).

Генеративно-змагальні мережі складаються з двох нейронних мереж: генератора та дискримінатора. Генератор приймає на вхід випадковий вектор шуму і генерує зображення, яке повинно бути схожим на реальне. Дискримінатор приймає на вхід зображення та визначає, чи воно є реальним або створеним генератором.

Далі відбувається навчання системи, при якому генератор намагається створювати дедалі реалістичніші зображення, а дискримінатор вчиться відрізняти реальні зображення від тих, що були створені генератором. Навчання триває до того часу, поки генератор стане здатний створювати зображення, які будуть настільки реалістичними, що дискримінатор зможе відрізнити їхню відмінність від реальних.

Також для створення зображень можна використовувати автоенкодера – це нейронні мережі, які можуть «закодувати» зображення в компактний набір чисел і створити нове зображення,

використовуючи цей набір чисел. Цей процес можна використовувати для створення реалістичних зображень на основі існуючих.

Деякі компанії вже використовують нейронні мережі для створення візуального контенту. Наприклад, Google активно використовує нейронні мережі в таких продуктах, як Google Translate, Google Photos та Google Assistant. Facebook використовує нейронні мережі для обробки фотографій, рекомендацій контенту та розпізнавання мовлення. Amazon застосовує нейронні мережі у своїх роботах-помічниках, а також в обробці даних та пошукових системах. Microsoft використовує нейронні мережі в таких продуктах, як Skype Translator, Cortana та боти чатів. Tesla використовує нейронні мережі в автомобільному програмному забезпеченні, яке дозволяє автомобілям самостійно керуватися дорогами та аналізувати дані про рух інших транспортних засобів. IBM використовує нейронні мережі в таких продуктах, як Watson, який допомагає компаніям аналізувати великі обсяги даних та робити прогнози. Netflix використовує нейронні мережі для створення персональних рекомендацій та аналізу поведінки користувачів на своїй платформі.

В цілому, використання нейронних мереж для створення візуального контенту є одним із перспективних напрямків розвитку технологій і може мати великий потенціал у різних галузях. Однак, при використанні цієї технології необхідно враховувати її обмеження та ризики, а також дотримуватись етичних принципів при створенні контенту.

ПРО ПРОБЛЕМУ У ГАЛУЗІ ТЕХНОЛОГІЗАЦІЇ ОСВІТИ

І.В. Федосова, проф., д-р пед. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

Однією з найважливіших проблем у галузі технологізації освіти є створення класифікацій.

Завданням класифікації є логічний розподіл педагогічних фактів, явищ, процесів за притаманною для певної групи ознакою.

За ознакою можливості застосування під час викладання предметів виокремлено три групи технологій (автор В. Гузєєв):

- а) універсальні, тобто такі, які доцільно використовувати до викладання майже кожного предмета;
- б) локальні або обмежені – для викладання декількох предметів;
- в) специфічні – для одного-двох предметів або окремих тем.

І. Підласий констатує існування трьох технологій:

а) продуктивна - є найдоцільнішою в ринкових умовах. Її мета – допомогти здобувачам вищої освіти отримати максимум продуктивних знань та умінь;

б) поблажлива – застосовується коли пріоритетним є особистісно зорієнтоване навчання, скероване на задоволення запитів здобувачів вищої освіти;

в) партнерська - навчальний процес спрямований на засвоєння предмета і задоволення потреб здобувача вищої освіти.

За трьома ознаками науковці І. Прокопенко та В. Євдокимов теж виокремили три групитехнологій:

а) педагогічні технології за цільовою орієнтацією;

б) педагогічні технології за характером взаємин між викладачем і здобувачем вищої освіти;

в) педагогічні технології за способами організації освітнього процесу.

Проте є й складніші класифікації, які містять за різними ознаками до сотні педагогічних технологій.

У навчальних закладах на основі цілей, парадигм і способів реалізації мети в навчальному, виховному, управлінському та інформаційному середовищах доцільно виокремити такі групи освітніх технологій: навчальні технології, виховні технології, технології управління, соціально-виховні технології й інформаційні технології.

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕНЕРАТИВНИХ МОДЕЛЕЙ У ГАЛУЗІ ТВОРЧОГО МИСТЕЦТВА

Т.Д. Гончаренко, ст. гр. КН-22-М, О.І. Проніна, доц., канд. техн. наук,
ДВНЗ «ПДТУ»

В останні роки генеративні моделі отримали велику увагу та стали популярним інструментом для створення штучного контенту в галузі відео та аудіо. Генеративні моделі дозволяють створювати контент, який може бути використаний у різних галузях, таких як графіка, музика та кіно.

Одним із основних застосувань генеративних моделей є створення контенту на основі заданих параметрів. Наприклад, генеративна модель може створити новий музичний трек на основі жанру, тривалості та настрою, заданих користувачем. Аналогічно, генеративна модель може створити нове зображення на основі колірної схеми та стилю, заданих користувачем.

Для того щоб обрати модель необхідно оцінити ефективність алгоритмів генеративних моделей для створення штучного контенту в галузі відео та аудіо. Оцінку було проведено за допомогою порівняння кількох алгоритмів генеративних моделей на основі наступних параметрів: якість створеного контенту, за допомогою експертної оцінки, яка базується на суб'єктивній думці експертів; складність алгоритму, за допомогою кількох обчислювальних ресурсів, які необхідні для створення контенту; швидкість алгоритму, оцінюється відповідно до часу, необхідного для створення контенту.

Для проведення експерименту буде використано кілька алгоритмів генеративних моделей, включаючи генеративно-змагальні мережі (GAN), варіаційні автоенкодера (VAE) та авторегресійні моделі (AR). Кожен алгоритм був оцінений на основі вищезазначених параметрів, результати наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати дослідження

Назва алгоритму	Якість контенту	Складність алгоритму	Швидкість роботи
GAN	8/10	Низька	10 хвилин
VAE	9/10	Середня	5 хвилин
AR	7/10	Висока	30 хвилин

Після цього результати були проаналізовані, щоб визначити найкращий алгоритм створення штучного контенту в області відео та аудіо. На основі порівняльної характеристики можна зробити загальні висновки по кожному алгоритму.

Генеративно-змагальні мережі (GAN):

- оцінка експертів показала, що GAN-алгоритми забезпечують високу якість створеного контенту, з хорошими деталями та реалістичністю;

- GAN-алгоритми можуть бути обчислювально інтенсивними та вимагати значних ресурсів, особливо при навчанні на великих наборах даних;

- час створення контенту з використанням GAN-алгоритмів може бути відносно тривалим, особливо за високої роздільної здатності зображень або складних аудіофайлів.

Варіаційні автоенкодера (VAE):

- VAE-алгоритми забезпечують хорошу якість створеного контенту, але зазвичай з деякою втратою деталей та оригінальності;

– VAE-алгоритми зазвичай менш обчислювально інтенсивні, оскільки використовують імовірнісні моделі, але можуть вимагати великого обсягу даних для навчання;

– VAE-алгоритми зазвичай працюють швидше, ніж GAN-алгоритми, і час створення контенту може бути порівнянним або навіть швидше.

Авторегресійні моделі (AR):

– AR-алгоритми забезпечують високу якість створеного контенту, особливо у разі послідовних даних, таких як аудіо або відео;

– AR-алгоритми може бути відносно простими у реалізації і вимагати великих обчислювальних ресурсів;

– AR-алгоритми працюють швидко та здатні генерувати контент практично у реальному часі.

Генеративні моделі можуть бути корисним у різних областях, як генерація рекламних матеріалів, створення ефектів для фільмів або ігор, а також в інших креативних проектах. Можуть використовуватись для генерації мови або музики на основі заданих умов.

Однак, варто враховувати, що створення високоякісного контенту за допомогою генеративних моделей є складним завданням, яке потребує великих обчислювальних потужностей та певного рівня експертизи в галузі машинного навчання.

Результати даного дослідження можуть допомогти визначити найкращий алгоритм для створення штучного контенту в галузі відео та аудіо обираючи алгоритм під свої потреби.

ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ ДЛЯ НАВЧАННЯ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

Т.О. Левицька, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

В теперішній час застосування генетичних алгоритмів для вирішення ділових і дослідницьких проблем є дуже актуальним. Ці алгоритми намагаються імітувати процеси, за допомогою яких діє природний відбір. У світі генетичних алгоритмів різні потенційні рішення порівнюється, і «найпристосованіші» потенційні рішення розвиваються, щоб виробляти все більш оптимальні рішення.

Нейронна мережа складається з багаторівневої мережі штучних нейронів або вузлів. Нейронні мережі використовуються для класифікації або оцінки. В трудах Мітчелла, Лароза або Рід і Маркс є детальна інформація про топологію та роботу нейронної мережі. На рисунку 1 показана базова схема простої нейронної мережі. Характер прямої передачі (feedforward) мережі обмежує мережу одним

напрямок потоку та не допускає замикання або циклів. Нейронна мережа складається з двох або більше рівнів, хоча більшість мереж складаються з трьох шарів: вхідний шар, прихований шар та вихідний шар. Може бути більше одного прихованого шару, хоча більшість мереж містять лише один, якого достатньо для більшості цілей. Нейронна мережа повноз'язна, тобто кожен вузол на даному рівні з'єднаний з кожним вузлом на наступному рівні, але не з іншими вузлами на цьому ж рівні. Кожне з'єднання між вузлами має вагу (наприклад, W_{1A}), пов'язану з ним. Під час ініціалізації ці ваги випадковим чином призначаються значенням від 0 до 1.

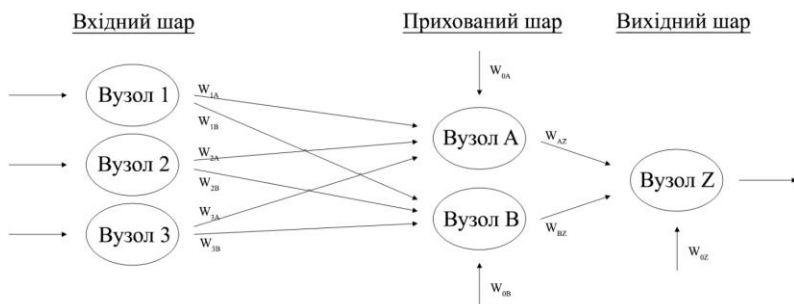


Рис. 1 - Проста нейронна мережа.

Як навчається нейронна мережа? Нейронні мережі представляють собою контрольований метод навчання, що вимагає великого навчального набору повних записів, включаючи цільову змінну. Оскільки кожне спостереження з навчального набору обробляється через мережу, вихідне значення виробляється з вихідного вузла (припускаючи, що ми маємо лише один вихідний вузол). Це вихідне значення потім порівнюється з фактичним значенням цільової змінної для цього спостереження навчального набору, і обчислюється помилка (фактичне - вихідне). Ця помилка передбачення аналогічна залишкам у регресійних моделях. Щоб визначити, наскільки прогнозовані результати відповідають фактичним цільовим значенням, більшість моделей нейронних мереж використовують суму квадратів помилок (СКВ).

Тому проблема полягає в тому, щоб побудувати набір вагових коефіцієнтів моделі, які мінімізують цю суму квадратів помилок.

Уннікрішнан та ін. використовували генетичні алгоритми для оптимізації вагових коефіцієнтів у нейронній мережі, яка була використана для моделювання тривимірної ультразвукової системи

позиціонування. Хуан та ін. застосували нейронну мережу, оптимізовану за допомогою генетичного алгоритму, для прогнозування фінансових труднощів у компаніях зі страхування життя.

ALGORITHMS AND METHODS OF VOICE RECOGNITION

M.T. Muradov, Institute of Telecommunications and Informatics of Turkmenistan, Turkmenistan, Ashgabad

Framing the problem. The problem of voice recognition today is one of the most relevant. Most of the current methods used to solve this problem require limited computing resources. The purpose of this work is to describe the voice recognition algorithm and analyze voice recognition methods, identifying the shortcomings of each of them. Development and testing of software for voice recognition.

General adaptive voice recognition algorithm:

- Original signal
- Primary filter and useful signal amplification
- Highlight individual words
- Word recognition
- Voice recognition
- Reaction to a confirmed signal

The main methods of speech recognition include:

1. Recognition by individual order - individual pronunciation and post-recognition of a word or phrase from a pre-installed dictionary. Recognition accuracy is limited by the size of the given dictionary.

2. Grammar recognition - recognition of sentences that correspond to certain rules. Standard XML languages are used to define grammars, and data exchange between the recognition system and the application is carried out using the MRCP protocol.

3. Search for keywords in a continuous verbal stream - recognition of individual parts of the word. The sound can be spontaneous or according to some rules. Spoken audio is not converted to full text, but automatically includes parts containing the specified words or phrases.

4. Continuous voice recognition in a large dictionary - everything that is said is literally translated into text. Reliability of recognition is very high.

5. Voice recognition using neural networks. Based on neural networks, you can create self-learning systems, which is a prerequisite for use in voice recognition (and synthesis) systems.

(a) Sound representation as a set of numerical parameters. Once the characteristics of the audio signal data have been obtained, these characteristics can be represented as a set of specific numerical parameters

(ie, as a vector in a specific number space). In this case, the task of recognizing sound stimuli is reduced to their classification with the help of a trained nervous system.

(b) Ensembles of neurons. As a convenient and untrained neural network model for voice recognition, one can choose an ordered Kohone feature map. Then, for a set of input signals, ensembles of neurons representing these signals are formed. This algorithm has a moderate statistical ability to solve the noise change problem.

c) Genetic algorithms. When using genetic algorithms, selection rules are created to determine whether a new neural network is better or worse at solving a problem. In addition, the rules for changing the neural network are defined. By changing the architecture of the neural network over time and choosing the architecture that best solves the problem, sooner or later you will find the right solution to the problem.

Using the DWT Algorithm in Voice Recognition

Noise detection can be performed by comparing digital signal samples or by comparing spectrograms of signals. In both cases, the comparison process must compensate for the different sequences and non-linear nature of the noise.

The use of the algorithm has two features:

1. Direct comparison of digital signals. In this case, a new smaller sequence is created for each numerical series. A sequence of numbers can have several thousand values, and the last one can have hundreds of values.

2. Using the DTW algorithm to display spectrogram signals and compare two spectrograms. The method consists in dividing the digital signal into several overlapping intervals. For each pulse, the actual numerical intervals (audio frequencies) will be calculated using the fast Fourier transform and stored in the audio spectrogram matrix. The parameters for all calculations will be the same: pulse length, Fourier length and overlap length for two successive pulses. The Fourier transform is centrally symmetric, in which complex numbers on one side are related to numbers on the other.

In this sense, only values from the first part of the symmetry can be preserved, so the spectrogram will be a matrix of complex numbers, such that the number of rows in the matrix is equal to half the Fourier length. The number of rows and columns will be determined depending on the length of the sound. DTW will be applied to a matrix of real numbers resulting from the concatenation of a spectrogram of values, such a matrix is called an energy matrix.

Using Hidden Markov Models for Voice Recognition

Hidden Markov Model (HMM) is a model consisting of N systems, in each of which any system can take one of M values of some parameter. The

probability of transition between states is given by the probability matrix $A = \{ a_{ij} \}$, where a_{ij} is the probability of transition from state i to state j . The probability that each of the M parameter values occurs in N states is given by the vector

$B = \{ b_j(k) \}$, where $b_j(k)$ is the probability that the k th value of the parameter will be in the j th state. The probability of transition to the initial state is determined by the vector $\pi = \{ \pi_i \}$, where π_i is the probability that the system is in the i -th state at the initial moment of time.

Thus, the triple $\lambda = \{ A, B, \pi \}$ is called a hidden Markov model. The use of Hidden Markov Models for voice recognition is based on two assumptions:

1) The voice can be divided into fragments corresponding to states in the HMM, and the word parameters in each fragment are assumed to be constant.

2) The probability of each component depends not only on the current state of the system, but also on previous states.

The model is called "hidden" because we are often not interested in the sequence of states that the system is in. Or we give the input to the system a sequence of the form $O = \{ o_1, o_2, \dots, o_i \}$, where each o_i is the value of the parameter (one of M) taken at the i -th time and at the output. We wait for the model $\lambda = \{ A, B, \pi \}$, which generates such a sequence with the highest probability, or, conversely, we provide input parameters to the model and generate the sequence that it generates. In both cases, the system acts as a "black box" in which the true states of the system are hidden, and the associated model is aptly named hidden.

To implement recognition based on hidden Markov models, it is necessary to create a codebook of a set of data sets of speech characteristics (for example, linear prediction coefficients, energy distribution over frequencies, etc.). To do this, it is divided into initial parts (segments of speech during which the parameters of the speech signal can be considered constant) and for each of them the values of characteristic features are calculated. The original component will match the feature set from the feature set in the dictionary.

Using Neural Networks for Voice Recognition

An artificial neural network is a mathematical model, as well as a parallel computing device that integrates and interacts with simple processors (artificial neurons). An artificial neural network as a mathematical model is a particular example of pattern recognition methods or discriminant analysis. An example of a neural network is shown in Figure 3.

Each processor in such a network only deals with the signals it periodically receives and the signals it periodically sends to other processors.

However, when connected to a large enough network with controlled interaction, these simple processors will be able to perform very complex tasks together.

Result

DTW algorithms are very useful for single word recognition in a limited vocabulary. Hidden Markov models are used for free speech. Enables the use of dynamic programming

Polynomial complexity of the algorithm: $O(n^2v)$, where n is the length of the sequence and v is the number of words in the dictionary. DWTs have several disadvantages. First, the complexity of $O(n^2v)$ is not suitable for large noises that increase the success of the recognition process. Secondly, given the large number of channels with different characteristics, it is difficult to calculate two elements in two different sequences. However, DTW remains an easy-to-implement algorithm suitable for applications that require open and simple voice recognition: telephones, car computers, security systems, etc.

Neural networks are one of the most promising approaches to voice recognition. This method allows you to choose the topology of the neural network for solving a specific problem and allows you to work with a large number of words in the dictionary without complicating the recognition process. Neural networks have a flexible learning mechanism that allows you to optimally configure the network to solve the required problem.

СЕКЦІЯ: ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА ТА КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

УЗАГАЛЬНЕННЯ ОСЦИЛЯЦІЙНОЇ ТЕОРЕМИ ДЛЯ КРАЙОВОЇ УМОВИ ЗАГАЛЬНОГО ВИГЛЯДУ НА ПРАВМУ КІНЦІ ІНТЕРВАЛУ

О.М. Холькін, проф., д-р фіз.-мат. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

На відміну від скалярного рівняння другого порядку для скалярних рівнянь довільного парного порядку та для рівнянь з матричними (операторними) коефіцієнтами за загальною крайовою умовою на правому кінці для кількості нулів фундаментального розв'язку з початковими даними на лівому кінці інтервалу має лише деяка оцінка. Причому можна показати, що крайні оцінки можуть мати місце. Виникає питання: «Чи не можна переформулювати осциляційну теорему так, щоб мала місце точна рівність?»

В роботі узагальнюється осциляційна теорема: для крайової умови загального вигляду на правому кінці інтервалу доведена точна рівність.

Розглянемо самоспряжене диференціальне рівняння парного порядку $r = 2n$ з операторними коефіцієнтами із $B(H)$ (H – сепарабельний гільбертовий простір)

$$l[y] = \sum_{k=1}^n (-1)^k \left\{ \left(p_k y^{(k)} \right)^{(k)} - \frac{i}{2} \left[\left(q_k y^{(k)} \right)^{(k-1)} + \left(q_k^* y^{(k-1)} \right)^{(k)} \right] \right\} + \quad (1)$$

$$+ p_0(x) y = \lambda W(x) y, \quad a \leq x \leq b < \infty$$

коефіцієнти $p_k(x) = p_k^*(x), q_k(x)$ неперервно в рівномірному сенсі залежать від x разом зі своїми похідними до порядку k включно, $p_n(x) \gg 0, W(x) = W^*(x) \gg 0, y(x)$ -вектор - функції зі значеннями в H .

Для задачі на скінченному інтервалі (a, b) самоспряжені граничні умови, що розпадаються, мають вигляд

$$\cos A \cdot y^\vee(a) - \sin A \cdot y^\wedge(a) = 0, \quad (2)$$

$$\cos B \cdot y^\vee(b) + \sin B \cdot y^\wedge(b) = 0, \quad (3)$$

де A, B - самоспряжені оператори в $H^n = H \oplus H \oplus \dots \oplus H$,

$$y^\wedge(x) = \text{col} \{ y(x), y'(x), \dots, y^{(n-1)}(x) \} \in H^n,$$

$$y^\vee(x) = \text{col} \{ y^{[2n-1]}, y^{[2n-2]}, \dots, y^{[n]} \} \in H^n,$$

$y^{[k]}(x)$ – квазіпохідні, що відповідають операції $l[y]$, оператори A, B у крайових умовах (2), (3) задовольняють умові

$$-\frac{\pi}{2} I_n \ll A, B \leq \frac{\pi}{2} I_n \quad (4)$$

Диференціальний вираз $l_w[y] = W^{-1}(x)l[y]$ з крайовими умовами (2), (3) породжує самоспряжений оператор L у гільбертовому просторі $H(a, b)$. Позначимо $N(\lambda)$ кількість власних значень $\lambda_k < \lambda$ для оператора L при $\lambda \leq \lambda_e$, де λ_e - нижня точка граничного спектру оператора L .

Розглянемо фундаментальний розв'язок задачі (1), (2) з операторними даними Коші

$$Y^\wedge(a, \lambda) = \cos A, \quad Y^\vee(a, \lambda) = \sin A. \quad (5)$$

Відомо, що рівняння (1) зводиться до канонічної системи першого порядку $J \frac{dy}{dx} = H(x, \lambda)y$, де при $r = 2n$ $y(x)$ - вектор-функція у гільбертовому просторі $H^n \oplus H^n$,

$$y(x) = \begin{pmatrix} y^\wedge(x) \\ y^\vee(x) \end{pmatrix}, \quad H(x, \lambda) = \lambda M(x) + N(x)$$

$$J = \begin{pmatrix} 0_n & -I_n \\ I_n & 0_n \end{pmatrix}, \quad M(x) = \begin{pmatrix} \overline{W}(x) & 0_n \\ 0_n & 0_n \end{pmatrix}.$$

Позначимо

$$Y[x, \lambda, B] := \cos B \cdot Y^\vee(x, \lambda) + \sin B \cdot Y^\wedge(x, \lambda). \quad (6)$$

Теорема. При $\lambda \leq \lambda_e (\leq \infty)$ для задачі (1), (2), (3)

$$\sum_{x \in (a, b)} \text{nul } Y[x, \lambda, B] = N(\lambda)$$

$$\forall \lambda \in \mathbb{R}, B = B^* : \text{nul } Y[x, \lambda, B] = \text{def } Y[x, \lambda, B],$$

якщо при $a \leq x \leq b$, $\cos B \neq 0$

$$H_{22}(x, \lambda, B) = \cos B \cdot (\lambda \cdot \overline{W}(x) + N_{11}(x)) \cdot \cos B + \sin B \cdot N_{22}(x) \cdot \sin B - \\ - \sin B \cdot N_{21}(x) \cdot \cos B - \cos B \cdot N_{12}(x) \cdot \sin B \gg 0,$$

та якщо, у доповненні до умови (4), оператор h_a - напівобмежений знизу та самоспряжений у замиканні своєї області визначення $D(h_a)$, де

$$h_a := -(\cos A \sin B + \sin A \cos B)^{-1} (\cos A \cos B - \sin A \sin B) \geq c I_{D(h_a)}, \quad c \in \mathbb{R}$$

СХЕМА СИМПЛЕКТИЧНОГО ІНТЕГРУВАННЯ ПРИ РУСІ ТОЧКОВИХ ВИХОРИВ

Г.Г. Буланчук, доц., канд. фіз.-мат. наук, ДВНЗ «ПДТУ»,

О.М. Буланчук, доц., канд. фіз.-мат. наук,

Нац. Центр «МАН України», м. Київ

Методи симплектичного інтегрування широко використовуються в гамільтонових системах для забезпечення збереження енергії, імпульсу та інших характеристик. Однак ці методи, як правило, обмежені системами з розділними гамільтоніанами, що робить їх незастосовними до системи точкових вихорів. Існуючі

симплектичні методи для точкових вихорів є або неявними, або порушують симетрію між різними вихорами.

У даній роботі був використаний метод явних симплектичних інтеграторів Тао, який може застосовуватись до будь-яких нероздільних гамільтоніанів за рахунок подвоєння розміру фазового простору. До даних вихорів вводяться їх двійники з тими ж самими координатами (субвихори) і розглядається вже система з подвоєною кількістю вихорів.

Система диференціальних рівнянь для руху вихорів (x_i, y_i) і субвихорів (X_i, Y_i) має вигляд (ω – параметр зв'язування):

$$\dot{x}_i = - \sum_{j \neq i} k_j \frac{y_i - y_j}{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} + \omega(y_i - Y_j)$$

$$\dot{y}_i = - \sum_{j \neq i} k_j \frac{x_i - x_j}{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} + \omega(x_i - X_j)$$

$$\dot{X}_i = - \sum_{j \neq i} k_j \frac{Y_i - Y_j}{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} + \omega(Y_i - y_i)$$

$$\dot{Y}_i = - \sum_{j \neq i} k_j \frac{x_i - x_j}{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} + \omega(X_i - x_i)$$

Схема симплектичного інтегрування порівнювалась із широко відомим методом другого порядку (RK2) і методом четвертого порядку (RK4) Рунге-Кутти. Було встановлено, що метод Тао має переваги з точки зору збереження енергії, однак є потенційні проблеми, пов'язані з цим методом, такі як відокремлення субвихорів один від одного на великих проміжках часу. Це можна пом'якшити, вибравши достатньо великий параметр зв'язування ω .

Подальші дослідження можуть стосуватись розширення методу до 4-го порядку та використання адаптивних часових кроків для пом'якшення нестабільності, пов'язаної з розділенням субвихорів.

ПРО ОСОБЛИВОСТІ ЧИСЕЛЬНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ДЛЯ УЗАГАЛЬНЕНЬ МЕТОДУ НАЙМЕНШИХ КВАДРАТІВ В СИСТЕМІ WOLFRAM MATHEMATICA

С.П. Десятський, доц., канд. фіз.-мат. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

В задачах апроксимації експериментальних даних $\{(x_i, y_i)\}_{i=1}^n$ функціями $y = f(x; b_0, b_1, \dots)$, де b_0, b_1, \dots - невідомі параметри, широко використовується метод найменших квадратів, сутність якого полягає в побудові оцінок невідомих параметрів моделі як координат точки мінімуму деякої функції, що вимірює відстань між експериментальними $\{y_i\}_{i=1}^n$ та теоретичними даними

$$\{\tilde{y}_i\}_{i=1}^n = \{f(x_i; b_0, b_1, \dots)\}_{i=1}^n$$

Найчастіше використовується квадратична функція

$$L(b_0, b_1, \dots) = \sum_{i=1}^n (y_i - \tilde{y}_i)^2. \quad (1)$$

Для лінійної моделі

$$f(x; b_0, b_1) = b_0 + b_1 x \quad (2)$$

та квазілінійних моделей

$$f(x; b_0, b_1, \dots, b_p) = b_0 \varphi_0(x) + b_1 \varphi_1(x) + \dots + b_p \varphi_p(x) \quad (3)$$

задача знаходження точки мінімуму зводиться до точного або наближеного розв'язання деякої системи лінійних відносно b_0, b_1, \dots рівнянь.

Для нелінійних відносно параметрів моделей пошук точки мінімуму функції $L(b_0, b_1, \dots)$ може проводитись за допомогою алгоритмів чисельного знаходження розв'язку деякої системи нелінійних рівнянь або безпосереднього чисельного пошуку точки мінімуму.

Розглянуті особливості використання програми Wolfram Mathematica для оптимізації узагальнених функцій відстані вигляду

$$L(b_0, b_1, \dots) = \sum_{i=1}^n h(y_i - \tilde{y}_i), \quad (4)$$

де $h(x)$ - неперервна (можливо - недиференційована) , опукла вниз функція, така, що $\min h(x) = h(0) = 0$.

РЕЗОНАНСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ХВИЛЬОВОГО ПОЛЯ В ТОЧЦІ СТИКУ ТРЬОХ ПРУЖНИХ СЕРЕДОВИЩ

О.В. Лупаренко, доц., канд. техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

Розглянемо задачу про гармонійні коливання нескінченної в напрямку вісі Oz кусочно-неоднорідної пружної призми, переріз якої в безрозмірних координатах описується нерівностями:

$$D = G^{(1)} \cup G^{(2)} \cup G^{(3)}$$

$$G^{(1)} = \{(\alpha_1, \alpha_2) : |\alpha_1| \leq c; \alpha_2 \in [-b, -d] \cup [d, b]\};$$

$$G^{(2)} = \{(\alpha_1, \alpha_2) : \alpha_1 \in [-a, -c] \cup [c, a]; |\alpha_2| \leq d\};$$

$$G^{(3)} = \{(\alpha_1, \alpha_2) : \alpha_1 \in [-a, -c] \cup [c, a]; \alpha_2 \in [-b, -d] \cup [d, b]\},$$

де області $G^{(m)}$ ($m = 1, 2, 3$) склеєні одна з одною, та матеріал областей $G^{(m)}$ визначається пружними параметрами $\mu^{(m)}$, $\nu^{(m)}$ та $\rho^{(m)}$.

Нехай на зовнішніх сторонах перерізу $\alpha_1 = \pm a$, $\alpha_2 = \pm b$ задано вібронавантаження, що гармонійно змінюється в часі з частотою ω змінної інтенсивності $q_1(\alpha_2)$, $q_2(\alpha_1)$ відповідно, а внутрішня границя перерізу вільна від навантажень. З огляду на симетрію області D , можливо розглядати хвильове поле частини області, розташованої у першій чверті у безрозмірних координатах $x = \alpha_1 / a$, $y = \alpha_2 / a$.

За допомогою модифікації методу суперпозиції, яка полягає у заміні вихідних граничних умов більш простими, побудовано аналітичний загальний розв'язок допоміжної задачі. Всі характеристики хвильового поля, які визначаються безрозмірним частотним параметром $\Omega^{(m)} = \omega a \sqrt{\rho^{(m)} / \mu^{(m)}} \quad (m = \overline{1,3})$, виражаються через спеціально введені допоміжні функції, що визначають переміщення та дотичні напруги на границях розділу областей $G^{(m)}$ ($m = \overline{1,3}$) та на зовнішній границі складної області D .

Повернення від допоміжної задачі до початкової, призводить до системи інтегральних рівнянь, для розв'язування якої застосовується метод Бубнова – Гальоркіна. Координатні функції підбираються з урахуванням особливостей хвильового поля в околі зовнішніх кутових точок області та точок границі розділу областей $G^{(m)}$ ($m = 1, 2, 3$). Це дозволяє оптимізувати процес розв'язування та дослідити спектр резонансних частот та власні форми коливань області.

В роботі проведено чисельний аналіз спектру резонансних частот перерізу D залежно від геометричних характеристик для різних типів поєднань пружних параметрів областей перерізу $G^{(m)}$ ($m = \overline{1,3}$) та вплив на спектр резонансних частот значень параметра локальної особливості у сингулярних точках перерізу. Відзначено, що картина спектра залежить не тільки від значень параметра локальної особливості, а й від порядку сполучення матеріалів областей, що стикаються. Зокрема, для області вказаної геометрії, можна відзначити ознаки крайового резонансу на спектрі резонансних частот, які виявляються при однакових матеріалах сусідніх областей з досить близькими пружними характеристиками. Проаналізовано закономірності зміни спектра резонансних частот не лише від зовнішніх розмірів області, а й від параметрів, що характеризують розміри внутрішньої неоднорідності. Відзначено деякі особливості спектру резонансних частот, пов'язані з

можливістю прояву тонких динамічних ефектів при віброексплуатації деталей на резонансних режимах. Достовірність одержаних результатів підтверджується порівнянням отриманих значень резонансних частот зі значеннями, розрахованими за МКЕ.

Отримані результати дозволяють проектувати елементи конструкцій із ускладненою кусочно-однорідною внутрішньою структурою. Запропонований метод дає можливість розв'язувати задачі дослідження хвильових процесів у деталях, неоднорідність перерізу яких представляє окремі випадки розглянутою геометрії області D . Зазначені закономірності поведінки характеристик хвильового поля дозволяють дати практичні рекомендації щодо підбору пружних характеристик областей, що стикаються, з метою мінімізації локальної концентрації напружень в особливих точках перетину і зменшення зони прояву крайових і граничних динамічних ефектів.

МОДЕЛЮВАННЯ ЛІНІЇ ПЕРЕТИНУ ЦИЛІНДРИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ

В.В. Графов, ст. викладач, ДВНЗ «ПДТУ»

Робота присвячена дослідженню можливості підвищення ресурсу поверхневого шару великогабаритних циліндричних деталей, що експлуатується в умовах тертя при знаковмінних навантаженнях. Досягнення мети здійснюється на основі прогнозування формування виду регулярного мікрорельєфу, що необхідно для ефективної обробки поверхонь вібраційним вигладжуванням. (рис. 1).

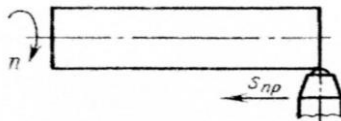


Рис. 1 – Схема вібраційного вигладжування, n – частота обертання, S_{np} – поздовжня подача.

З математичної точки зору малюнок на поверхні циліндра є лінія перетину двох циліндричних поверхонь із взаємно перпендикулярними утворюючими, тому вигладжування може бути виконано на базі формального опису траєкторії переміщення точки M (плями контакту деформуючого інструменту – вигладжувача) по поверхні циліндричної заготовки. В даному випадку точка виконує уздовж твірної рух по гвинтовій лінії крок якої дорівнює величині подачі S_{np} і одночасно здійснює вимушені коливання за довільним законом.

Циліндрична поверхня деталі описується рівнянням $z^2 + y^2 = r$.

Траєкторія руху точки М описується параметричним рівнянням

$$\begin{cases} x = x(t), \\ z = z(t). \end{cases}$$

Можливий малюнок сліду точки М на поверхні циліндра показано на рис. 2.

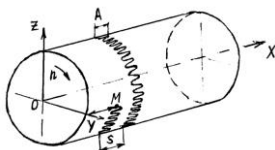


Рис. 2 – Схема процесу обробки.

Дана математична модель послужила базою для вирішення практичної задачі прогнозування графічного представлення різновидів мікрорельєфів, на підставі комп'ютерного 3D моделювання процесу обробки та обраховані числові характеристики – довжина лінії та її фрактальна щільність.

НЕЧІТКІ МНОЖИНИ У РОБОТІ ПРИПОРТОВОЇ СТАНЦІЇ

Т.Ю. Кіркiна, ст. викладач, ДВНЗ «ПДТУ»

Робота припортової станції відбувається в умовах безперервного пошуку оптимальних та оперативних рішень щодо регулювання транспортних потоків щодо заздалегідь складеного добового плану графіку та виконання умов єдиного технологічного процесу роботи станції та порту складеного за вузловою угодою та іншими технологічними документами.

При цьому сама діяльність станції з переміщення залізничних вагонів та поїздів пов'язана з технологічними операціями підвищеного ризику для життя та здоров'я людини, а також з високим рівнем залежності від людського фактору.

Таким чином, робота припортової станції пов'язана з прийняттям рішень в умовах невизначеності та високого фактору ризику для людини при проведенні технологічних операцій, але також ґрунтується і на централізовано-плановому управлінні, з високим рівнем обмежень та умов.

Згідно з літературними джерелами, найефективнішими методами вирішення подібних завдань є експертні системи, що ґрунтуються на нечіткій логіці.

Тоді оптимізація та вдосконалення роботи припортових станцій на основі методів нечіткої логіки є завданням актуальним і потребує якнайшвидшого наукового практичного та теоретичного рішення.

При цьому сам метод нечіткої логіки є новим науковим підходом, з можливістю накопичення баз знань та досвіду робіт, але зі слабким математичним опрацюванням для транспортної галузі, оскільки потрібен комплексний підхід при постановці та реалізації транспортних завдань фахівців інформаційного, математичного та транспортного напрямів. Ця взаємодія має бути забезпечена системотехнічним підходом при вирішенні транспортних завдань та буде розглянута у подальших роботах.

Окремим питанням є сфера використання нечіткої логіки в роботі припортової станції та при складанні добових планів графіків, а також рівень нечіткості для використання в математичних моделях, оскільки завдання нечіткої логіки можуть бути n -го рівня.

Пропонується використовувати нечітку логіку лише для експертної оцінки оперативних ситуацій, вибору альтернатив при побудові довгострокових технологічних графіків та імітаційного моделювання роботи станції для пошуку вузьких місць.

РОЛЬ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ У ФОРМУВАННІ МОТВАЦІЙНО-ЦІННІСНОГО СТАВЛЕННЯ СТУДЕНТІВ ДО КУРСУ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ

С.Є. Носовська, ст. викладач, ДВНЗ «ПДТУ»

Сучасна парадигма вищої освіти спрямована на підготовку кваліфікованих фахівців, здатних ефективно працювати в умовах економічного та технологічного середовища, що швидко міняється.

В межах цієї концепції треба враховувати кілька факторів, які впливають на ціннісне ставлення студентів до курсу вищої математики:

1. Низька релевантність математичних знань для професійної діяльності студентів. Багато студентів не бачать прямого зв'язку між вивченням вищої математики та майбутньою роботою, що знижує їх мотивацію.

2. Відсутність практичної спрямованості у навчанні. Якщо дисципліна вивчається лише теоретично, то студенти можуть не бачити її практичного застосування і, як наслідок, не бачити сенсу у вивченні цього предмета.

3. Низьким рівнем математичної підготовки у студентів. Якщо студенти приходять на заняття з недостатніми знаннями з математики,

то вони можуть відчувати труднощі у розумінні нового матеріалу та втрачати мотивацію до вивчення предмету.

4. Культурні відмінності. У деяких культурах вища математика не має високої цінності, що може відбиватися на мотивації студентів із цих культурних середовищ.

Прикладні задачі мають велике значення у формуванні мотиваційно-ціннісного ставлення студентів до вищої математики.

По-перше, вони допомагають студентам зрозуміти, як математичні концепції та методи можуть бути застосовані на практиці для розв'язання реальних проблем. Це може збільшити інтерес студентів та мотивувати їх на вивчення цієї дисципліни.

По-друге, прикладні завдання можуть допомогти студентам усвідомити цінність математичних знань та умінь у їхній майбутній професійній діяльності. Наприклад, здобувачі, які вивчають економіку або інженерну справу, можуть бачити, як вища математика може бути корисною для розв'язання складних завдань у цих галузях.

Нарешті, прикладні задачі можуть допомогти студентам розвинути навички критичного мислення та аналітичного мислення, що також може бути мотивуючим фактором вивчення математики.

СЕКЦІЯ: БІОМЕДИЧНА ІНЖЕНЕРІЯ

БІОРОЗЧИННІ МЕТАЛЕВІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ІМПЛАНТІВ

О.А. Боруш, студент, В.Г. Єфременко, проф., д-р техн. наук,
ДВНЗ «ПДТУ»

В доповіді наведено сучасні напрямки розвитку деяких груп металевих біоматеріалів, що застосовуються в імплантології для виготовлення біорозчинних (тимчасових) імплантів. До таких матеріалів висувають вимоги з біосумісності, міцності та швидкості біодеградації (розчинення) в фізіологічному середовищі. Показано, що біорозчинні металеві матеріали поділяються на сплави на основі магнію, сплави на основі заліза та сплави на основі цинку. Вважається, що оскільки магній, залізо і цинк входять до числа елементів, життєво важливих для діяльності організму людини, їх розчинення в тілі пацієнта є потенційно безпечним для здоров'я при виведенні надлишку з організму (хоча існують і протилежні думки й сумніви щодо дійсної безпечності біорозчинних сплавів).

Кожен з перерахованих металів має власні недоліки, пов'язані із певними фізико-хімічними властивостями; усунення цих недоліків ставлять на меті при розробці відповідних сплавів з поліпшеними

характеристиками. Магній має занадто високу швидкість розчинення та нестабільність механічних властивостей, які покращують за рахунок легування (розробкою сплавів Mg–Al–Zn, Mg–Y–PЗМ–Zr, Mg–Li–Al–PЗМ–Mn, Mg–Al–Zn–Mn, тощо) та нанесення різноманітних захисних покриттів (гідроксиапатит, біополімери, тощо). Наразі розроблено та апробовано перші торгові марки імплантів, виготовлених з магнієвих сплавів.

Для заліза характерним є занадто низька швидкість біодеградації. Підвищена корозійна стійкість заліза спричиняє його накопичення в організмі із віддаленим негативним ефектом. Швидкість біодеградації заліза підвищують легуванням, наприклад, введенням паладію (утворює інтерметаліди), або марганцю (викликає деформаційне утворення епсілон-мартенситу). Встановлено, що цинк має прийнятну швидкість біодеградації, але відрізняється низькими механічними властивостями. Для їх підвищення до цинку вводять легуючі елементи (Zn-Mg, Zn-Fe, Zn-Ca, Zn-Sr, Zn-Al, Zn-Cu, Zn–Al–Mg–Bi, Zn-Li, Zn-Ag) та застосовують термічну обробку і холодну пластичну деформацію. В доповіді представлено основні технологічні підходи до підвищення комплексу властивостей металевих матеріалів для біорозчинних імплантів.

MICROSTRUCTURE-PROPERTIES CHARACTERIZATION OF SELECTIVE LASER MELTED BIOMEDICAL Co-28Cr-6Mo ALLOY

B.V. Efremenko, Y.G. Chabak, V.G. Efremenko, I.M. Oleinik,
SHEI «PSTU»

Co-28Cr-6Mo alloy (ASTM F75) is widely used in different biomedical applications (dental devices, orthopedic implants, etc.). Casting and metal forming are the two conventional technologies for the fabrication of this alloy. Recently, additive manufacturing has also been adopted. Due to the peculiarities of this technological process, 3D-printed alloys differ from traditionally manufactured alloys in their structure and properties. In the present work, the features of selective laser melted Co-28Cr-6Mo alloy were studied in comparison with its wrought analogue. The nominal chemical composition of 3D-printed alloy was as follows (wt.%): Cr 28.02; Mo 5.33; Ni 0.10; Si 0.45; Mn 0.35; C 0.044; P 0.02; S 0.0035; Fe 0.48; N 0.20; O 0.042, Co – remaining. 3D-printed alloy was compared with the wrought Co–Cr–Mo alloy supplied as a 100 mm diameter/10 mm thick disc with a chemical composition of (wt.%): Cr 29.70; Mo 5.85; Ni 0.15; C 0.20; Si≤0.10; Fe 0.025; Co – remaining. The study included microstructural

characterization (optical (GX71”, Olympus) and electron scanning microscopy (EVO-MA15, Carl Zeiss)), nanoindentation (“G200 Nano Indenter” (Agilent Technologies)), XRD (X’Pert PRO, PANalytical, Cu-K α) and tribological testing (Micron-Tribo, Micron-System) in dry conditions and in simulated body fluid (SBF) containing (mM/liter): 145.0 Na⁺, 4.0 K⁺, 1.0 Mg²⁺, 2.5 Ca²⁺, 127.0 Cl⁻, 24.0 HCO₃⁻.

It was shown that the SLM alloy featured the “Fish-scale” structure, characteristic of additively fabricated alloys. This structure was composed of fine columnar dendrites. According to the XRD study, the SLM alloy featured a mixed (ϵ + α) structure with a higher amount of the low-temperature ϵ -phase. The micromechanical properties reveal a higher strength, a higher elastic modulus and a higher hardness for the SLM alloy comparatively to the wrought counterpart. The differences in the micromechanical responses of the two counterparts are small but noticeable and consistent. The SLM specimen showed a dry wear rate of by 21 % lower than that of the wrought specimen. Under SBF sliding conditions the SLM-alloy retained its advantage in wear resistance (by 38 %). Concluding, SLM-fabricated Co-28Cr-6Mo was found equivalent or superior to the wrought alloy in terms of properties, such as hardness, elastic modulus and tribological behavior that makes SLM Co-28Cr-6Mo a promising candidate for implant applications.

ПРОГНОЗУВАННЯ РИЗИКІВ В СИСТЕМАХ ПРОЕКТ-МЕНЕДЖМЕНТУ

В.С. Волошин, проф., д-р техн. наук,
О.Ю. Азархов, доц., д-р мед. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

В якості альтернативи імовірно-статистичному постфактуальному методу оцінки ризику пропонується оцінка ризику події за допомогою нейронних мереж прямого поширення. Нейронна мережа запрограмованої конфігурації дозволяє використовувати образний бінарний механізм відображення, здатний відповісти на питання про реальність ризику в певному часовому проміжку і в залежності від зовнішніх і внутрішніх умов стану аналізованої системи. Покажемо це на прикладі ідентифікації ризиків в сучасному проектному менеджменті. Дана сфера менеджменту характерна для широких кіл людської діяльності, як при проектуванні об'єктів, так і при створенні і веденні нового бізнесу, у фінансових проектах та ін.

Початковими даними для моделі нейронної мережі оцінки ризиків є система вхідних значень (сигналів), які впливають на об'єкт оцінки. У нашому випадку можна нарахувати до 11 таких узагальнюючих сигналів (табл. 1), кожному з яких відповідає свій

ваговий коефіцієнт, який є своєрідною пам'яттю для такого нейрона. При цьому кожен такий сигнал розгортається в кілька уточнюючих або доданих. Архітектура чотирьохсинапсної моделі нейронної мережі, що відповідає такому входу, представлена на рис. 1.

Таблиця 1 – Систематизація факторів, що впливають на формування ризиків при плануванні та реалізації проєктів

№№ п/п	Початковий ваговий коэф.. m_i	Найменування висловлення	Вхідний сигнал, (предикат) x_i
1. Фактори внутрішнього ризику			
1	45,1	Непередбачуване збільшення обсягів робіт над проєктом	x_{11}
2	9,7	Низька продуктивність	x_{12}
3	64,5	Високі витрати на реалізацію проєкту	x_{13}
4	12,4	Часовий дефіцит при створенні проєкту	x_{14}
5	1,73	Брак ресурсів для реалізації проєкту	x_{15}
6	0,45	Необґрунтовано відхилення щодо плану створення проєкту	x_{16}
7	23,6	Зміни робочих циклів під час створення проєкту	x_{17}
8	5,4	Відсутність чи недолік конкретних умов для реалізації проєкту	x_{18}
2Зовнішні фактори ризику			
9	54,1	Результат довільного впливу замовника проєкту	x_{21}
10	16,1	Змінення вимог до проєкту	x_{22}
11	0,33	Відсутність зовнішніх умов для роботи колективу	x_{23}

В якості вихідних сигналів системи ми прийемо наступні відображення (коди ризику):

- u_1 - «ризик відсутності готового проєкту»;
- u_2 - «ризик відстрочки підготовки проєкту»;
- u_3 - "ризик невиконання вимог замовника".

які відображають послідовність подій, що призводять до провалу проекту в цілому; реалізація проекту не в зазначені терміни; відмова замовника від прийняття готового проекту.

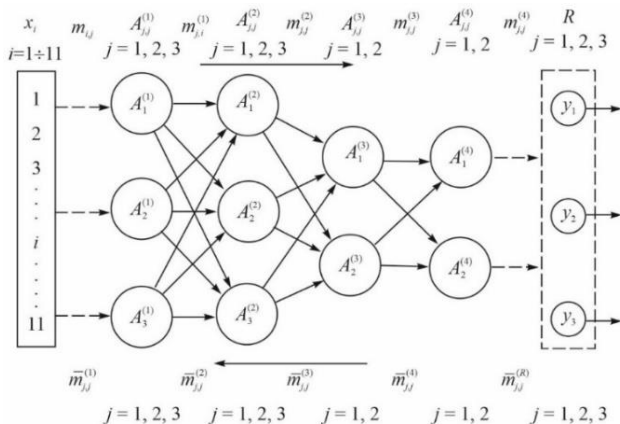


Рис. 1 – Архітектура нейронної мережі прямого поширення для прогнозування ризиків в узагальненій системі управління проектами

1. Найбільш актуальним в проект-менеджменті є ризик, пов'язаний із затримками в підготовці проекту - y_2 . Основними причинами, що призводять до такого результату, є: зміна пріоритетів та концепції проекту, кількості завдань, вимушені переробки окремих об'єктів в проекті (коефіцієнт участі $\alpha = 0,43$).

2. В результаті нестачі ресурсів для реалізації проекту існує ризик невиконання завдання проекту в повному обсязі, недотримання термінів і низької якості проекту ($\alpha = 0,35$).

3. З виникаючих причин відхилення від планових показників існує реальний ризик невиконання вимог замовника ($\alpha = 0,54$).

4. Якщо не створені умови для виконання робіт, це в рівній мірі тягне за собою виникнення ризиків, пов'язаних з:

- відсутністю готового проекту в строк (низька вартість ризику);
- тимчасовою затримкою завершення проекту (висока вартість ризику);
- невиконанням вимог замовника (висока вартість ризику).

5. Такі фактори, як непередбачуване збільшення обсягів робіт над проектом; розумне відхилення від плану створення проекту; відсутність і відсутність конкретних умов для реалізації проекту; результат стихійного впливу замовника проекту; зміни вимог до проекту, як

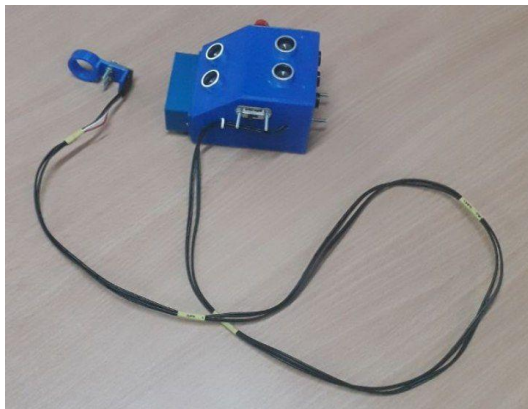
правило, не передбачувані за допомогою нейронних мереж і вимагають інших механізмів аналізу.

ЕХОЛОКАЦІЙНИЙ ПРИЛАД ДЛЯ ЛЮДЕЙ З ОБМЕЖЕНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ

І.І. Сілі, доц., канд. тех. наук, Д.В. Зайцев, ст. гр. БМІ-19,
ДВНЗ «ПДТУ»

Сліпота є однією з основних проблем здоров'я через наявність близько 100 млн сліпих людей у світі, при цьому ця кількість постійно зростає. Це зумовлено недостатнім застосуванням техніки безпеки в побуті та на виробництві, воєнними конфліктами, використанням токсичних речовин у сільському господарстві та погіршенням екології. Катаракта є основною причиною сліпоти на сучасному етапі розвитку медицини (до 40% випадків у світі). Україна має близько 65 тис. незрячих людей. Лікування сліпоти включає симптоматичну терапію, нейрохірургічні втручання, протезування або введення гену RPE65 для лікування вродженого дефекту сітківки. Якщо лікування неможливе, застосовують тифлотехніку.

Тифлотехніка – це галузь технології, яка спеціально розробляється для полегшення життя людей з візуальними порушеннями, забезпечуючи їм доступ до інформації та можливостей, що інакше були б недоступні.



а)

б)



Рис. 1 – Пристрій просторової навігації: а) Зовнішній вигляд;
б) Тестування роботи прототипу

Тифлотехніка охоплює широкий спектр різних технологій, таких як спеціальні програми для комп'ютерів та мобільних пристроїв, які дозволяють сліпим або слабозорим користувачам зчитувати текст за допомогою голосових пристроїв або шрифтів з підвищеною контрастністю. До тифлотехніки також входять різноманітні пристрої та допоміжні засоби, які полегшують повсякденне життя людей з візуальними порушеннями, такі як електронні читачі, спеціальні кольорові фільтри для покращення видимості та інші.

Тифлотехніка допомагає людям з візуальними порушеннями зберегти самостійність та незалежність, дозволяючи їм бути активними учасниками суспільства і мати доступ до тих же можливостей, що й усі інші.

Дана науково-дослідницька робота має на меті створення портативного біомедичного пристрою просторової навігації (рис. 1, а) для людей з повною сліпотою за допомогою використання готових модулів, що дозволяє зменшити кінцеву вартість та виключити певні операції зі створення плат.

Розробка та програмування тифлотехнічного апарату просторової навігації є інженерним завданням, яке вимагає знань з різних галузей, таких як інженерія, електроніка, програмування та ергономіка, так як пристрій повинен бути зручний, компактний, простий у використанні людям з обмеженими можливостями. При створенні концепту були виділені основні функції, які повинні бути реалізовані в пристрої, а саме сповіщення про перешкоди на шляху та визначення кольору, що у повсякденному житті є необхідністю при ідентифікації об'єктів.

Готовий прототип було створено на базі мікроконтролера Arduino UNO, двох ультразвукових датчиків HC-SR04 та одного APDS-9960 – датчика кольору та руху. Користувач отримує інформацію з приладу за допомогою трьох активних п'єзодинаміків. Корпус був створений за допомогою 3-D моделювання, після чого виготовлений технологією пошарового FDM друку. Проведені тести (рис. 1, б) підтвердили високу ефективність та функціональність, що дає можливість продовжити досліди та розробки у цьому напрямі.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ РОБОТИЗОВАНИХ РУКАВИЦЬ ДЛЯ ЛЮДЕЙ З ПОРУШЕННЯМ МОВЛЕННЯ

О.Ю. Азархов, доц., д-р мед. наук, І.І. Сілі, доц., канд. тех. наук,
ДВНЗ «ПДТУ»

Штучні рукавички є важливим пристроєм в області біомедичної інженерії, оскільки вони можуть бути використані для багатьох різних

медичних та промислових застосувань. Дослідження штучних рукавичок важливі з декількох причин:

1. Покращення ефективності: дослідження штучних рукавичок можуть допомогти вдосконалити їх дизайн та функціональність, що дозволить покращити їх ефективність в різних сферах застосування.

2. Розвиток нових застосувань: дослідження можуть сприяти розвитку нових застосувань для штучних рукавичок, таких як використання їх у реабілітації після травми, допомога при здійсненні роботи в промислових умовах, або допомога людям з інвалідністю.

3. Поліпшення якості життя: використання штучних рукавичок може покращити якість життя людей, які мають проблеми зі здоров'ям. Дослідження можуть допомогти зрозуміти, як краще використовувати рукавички для максимальної користі для таких людей.

Дослідження штучних рукавичок на базі платформи Arduino широко проводяться в контексті розробки систем керування та зв'язку між рукавичкою та комп'ютером, роботом або іншими пристроями. Основними напрямками досліджень на сьогодні можна вважати дослідження сенсорів: вивчення можливостей застосування різноманітних сенсорів для збору даних про стан рукавички, рухів та положення пальців; розробка програмного забезпечення: створення програмного забезпечення для збору, обробки та передачі даних з рукавички на комп'ютер або інший пристрій; дослідження взаємодії з роботами: вивчення можливостей використання рукавичок у сфері робототехніки; дослідження можливостей керування рухом роботів за допомогою рукавичок; розробка інтерфейсів: розробка інтерфейсів для взаємодії з рукавичкою, що можуть включати графічний інтерфейс користувача або голосові команди; дослідження застосування у медицині: вивчення можливостей застосування рукавичок для медичних досліджень та лікування різних захворювань. Таким чином, дослідження штучних рукавичок мають великий потенціал у покращенні здоров'я та якості життя людей, що робить їх важливою темою для досліджень в галузі біомедичної інженерії.

Люди з обмеженим мовленням можуть стикатись з різними проблемами, залежно від причини обмеження. Наприклад, люди з артикуляційними порушеннями можуть мати проблеми з правильним вимовлянням звуків, а люди з порушеннями слуху можуть мати проблеми з розумінням мови. Люди з порушеннями автістичного спектру можуть мати труднощі з комунікацією та соціальними взаємодіями. Нездатність висловлювати свої думки та потреби може призвести до незрозуміння, невірного тлумачення або недостатнього

отримання допомоги. Крім того, люди з обмеженим мовленням можуть відчувати стигму та дискримінацію у суспільстві, де мова вважається основним засобом комунікації. Вони також можуть мати труднощі з отриманням доступу до освіти, здоров'я та інших соціальних послуг через обмежені можливості комунікації.

Тому розробка технологій, які допомагають людям з обмеженим мовленням взаємодіяти зі світом, є важливим кроком до створення більш інклюзивного суспільства. Штучні рукавички на базі Ардуіно можуть бути одним з таких інструментів, що дозволяють людям з обмеженим мовленням взаємодіяти з комп'ютерами та іншими електронними пристроями, а також комунікувати з оточуючими.

Основними компонентами розробленої штучної рукавички є сама рукавичка, плата Arduino, резистори на 80 кОм, тензометричний датчик та LCD дисплей. Рукавичка оснащена п'ятьма тензометричними датчиками для кожного пальця однієї руки: фактично це змінні резистори, які змінюють своє значення при згині. Вони приєднані до одного боку дільника напруги з резисторами постійного значення, змонтованими з іншого боку. Arduino зчитує зміну напруги, коли датчики зігнуті, і виводить відповідний текст на LCD дисплеї.

Застосування штучної рукавиці на Arduino має потенціал для вирішення багатьох проблем у різних галузях. Зокрема, вона може бути використана для контролю роботів, віртуальної реальності, медичних досліджень і терапії, а також для допомоги людям з інвалідністю. Штучні рукавички на Arduino можуть бути виготовлені з різних матеріалів і датчиків, включаючи тензометричні датчики, акселерометри, гіроскопи та інші. Це дозволяє збирати різноманітні дані про рухи рук та пальців. Однак, існують деякі виклики, пов'язані з розробкою штучної рукавиці на Arduino, такі як обмежені можливості датчиків, складність програмування та обробки даних.

СЕКЦІЯ: ФІЗИКА

THERMODYNAMIC MODELING OF THE CRYSTALLIZATION PROCESS OF MULTICOMPONENT CAST IRONS

V.G. Efremenko, Dr. of Science, Prof.,

Yu.G. Chabak, PhD, Ass. Prof., V.I. Zurnadzhly, PhD, Ass. Prof.,

O.V. Tsvetkova, PhD, Ass. Prof., SHEI «PSTU»

This work continues a novel hybrid concept for the development of a cast iron with high performance for abrasive wear applications, proposed by Chabak et al. This concept combines three different approaches to design a

wear-resistant alloy namely: (a) multi-component alloying (W, Mo, V, Cr), (b) partially replacing carbon by boron, and (c) forming a composite structure reinforced with Ti-based carbide/boride particles.

The Thermo-Calc software was applied to simulate the solidification path of the alloys. The equilibrium solidification paths of the alloys studied herein were analysed with the aid of the Thermo-Calc software using the database “TCFE12: TCS Steel and Fe-alloys (2022)”. In solid state, several phase transformations take place with variations in the combinations of the formed phases and their volume fraction ratios.

Hence, thermodynamic modelling predicts that the three hybrid alloys contain the same set of boride and carbide particles (TiC, WB, MoB, M7C3, Fe2B, Cr4B, Mn4B) within a ferrite matrix. The total amount of hard phases increases with boron content increasing from 34.8 vol% (at 1.5 wt% B) to 45.4 wt% (at 2.5 wt% B) and 57.5 vol% (at 3.5 wt% B). In all alloys, primary WB crystallizes before the onset of eutectic reactions, therefore all of them can be considered as hyper-eutectic cast alloys. Based on the temperature interval of primary WB crystallization (1.5B: 1381–1207 °C, 2.5B: 1470–1109 °C, 3.5B: 1536–1044 °C), one can conclude that 1.5B alloy would contain the smallest amount of primary precipitates, therefore it would be the closest one to the eutectic structure. Thermodynamic modelling of phase formation and sequence in the multi-component high-boron alloys using the Thermo-Calc software has given a satisfactory convergence with the XRD and microscopy (optical and SEM/EDX) qualitative and quantitative results.

ЯКІСНІ ЗМІНИ В ІНТЕРФЕЙСІ ВІРТУАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ ПО ФІЗИЦІ

О.В. Цветкова, канд. фіз.-мат. наук, доцент,
А.В. Джеренова, ст. викладач, ДВНЗ «ПДТУ»

Про актуальність віртуальних лабораторних робіт (ВЛР) вже питання на стоїть, саме життя диктує необхідність їх використання. Але якість ВЛР та відношення до їх виконання у студентів – ці питання завжди будуть актуальними. На кафедрі фізики на протязі останніх років створюють такі роботи, що не є макетами, мультиплікаційними симуляціями, або мають робочий простір у вигляді схеми експерименту. За думкою авторів ВЛР повинна зберегти дух лабораторії та всі умови й правила роботи в ній.

Останні розробки авторів повністю відображають реальну лабораторну установку та хід виконання роботи. ВЛР прив'язані до методичних вказівок за установками знищених лабораторій кафедри. Розробки ведуться у двох напрямках. Перший – ВЛР повністю

забезпечена програмуванням, заснованим на взаємозв'язку параметрів, що задаються та вихідної величини, мають реальні зображення вимірювань, або спостережень. Наприклад, при виконанні роботи по вивченню інтерференції (рис.1) студент бачить установку, має можливість змінювати її параметри (положення біпризми, світлофільтри) та спостерігати відповідну інтерференційну картину, а далі за спостереженнями самостійно проводити вимірювання.

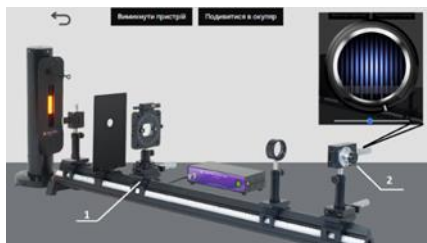


Рис. 1 – Макет лабораторної роботи з відкритим вікном спостережень

У другому напрямку при розробці ВЛР застосовуються можливості сучасних середовищ програмування додавати відео та фото фрагменти. Наприклад, стенд, що показаний на рис.2, відображає всі послідовні дії роботи: зміну параметрів та відповідні показники приборів, які отримані в реальному часі. До такого варіанту ВЛР можна віднести також відтворення лабораторних робіт на платформі Power Point у вигляді вказівок по пунктах виконання та відео фрагментів вимірювань до них. Таким чином були відтворені роботи по механіці й примітним в них є те, що студент при спостереженнях руху об'єкту заміри часу робить власним секундоміром.

ТЕСТУВАННЯ, ЯК ЗАСІБ КОНТРОЛЮ ОПРАЦЮВАННЯ ЛЕКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ ПРИ ДИСТАНЦІЙНІЙ ФОРМІ НАВЧАННЯ

О. В. Цветкова канд. фіз.-мат. наук, доцент, ДВНЗ «ПДТУ»

Реалії дистанційної форми навчання в воєнних умовах потребують застосування нових методів викладання і тим паче контролю за засвоєнням матеріалу. Тестовий контроль в системі Moodle, був повноцінним і зручним, але так сталося, що для ПДТУ цей вид роботи поки що втрачений.

Курс фізики повністю забезпечений електронними конспектами, викладами практичних занять, наочним демонстраційним матеріалом.

Але виникло питання контролю опрацювання лекційного матеріалу, бо присутність студента (яка залежить не тільки від суб'єктивних, а й від об'єктивних факторів) на лекціях з обговорюванням матеріалу визначає якість результатів навчання. Якщо контроль за засвоєнням матеріалу не має бути з великою кількістю питань (це класичні методичні поради, щодо конструкції білетів до контрольних робіт та екзаменів), то тут пропонується збільшити кількість питань до максимального (в рамках часу на СРС), відповідаючи на які студент мимоволі буде користуватися конспектом, засвоюючи матеріал.

Конструкція тестів подібна до системи Moodle, окрім питань на множинний вибір, є питання на відповідність, невеликі розрахунки. Мають дубльовані питання (наприклад при однаковому наборі відповідей одне питання «в яких умовах проявляються хвильові властивості електрона» інше «...не проявляються...»). Тому кількість 50 - 70 питань, залежно від теми і кількості лекцій, по яким йдеться опитування - це насправді 15-20 контрольних точок теми. Стимулом до якісної роботи над тестами у студента була заява лектора, що екзаменаційні тести будуть створені з тих самих питань.

Цікавими виявляються результати тестів: очікувалось, що відповіді на питання, які прив'язані до конспекта та на які студенти відповідають по конспекту, мають бути максимально вірними, а виявилось, що статистичний розподіл балів по тестам повністю співпадає з гаусовим розподілом оцінки по контрольним заходам. Тільки 10% студентів потоку ФІТ, з якими проводився такий контроль, відповідали на 95% питань; також були студенти, які показали результат менше 20%. Тому до питань, відповіді на які були найчастіше не вірними, поверталися на додаткових обговореннях. Але, як показує практика, на цих обговореннях студенти з поганими результатами частіше знов були відсутніми за об'єктивними причинами.



Рис. 2 – Макет лабораторної роботи з відео-фрагментами

З 27-ми ВЛР, що використовуються на кафедрі в умовах дистанційної форми навчання, 23 відповідають вищезначеному та якщо врахувати, що згідно програм курсів різних спеціальностей планується не більше 12 лабораторних робіт, то можна стверджувати, що в умовах відсутності лабораторій практикум по фізиці в ПДТУ забезпечує повноцінний навчальний процес.

ТЕМПЕРАТУРНІ ЗАЛЕЖНОСТІ ВІЛЬНОЇ ЕНЕРГІЇ ГІБСА УТВОРЕННЯ ФАЗ У ВИСОКОБОРИСТИХ ЧАВУНАХ

В.Г. Єфременко, д-р техн. наук, професор,

В.І. Журнаджи, канд. техн. наук, доцент;

Ю.Г. Чабак, канд. техн. наук, доцент;

Б.В. Єфременко, канд. техн. наук, доцент, ДВНЗ «ПДТУ»

В роботі використали термодинамічне моделювання для визначення послідовності утворення фазово-структурних компонентів під час кристалізації високобористого чавуна в рівноважних умовах за допомогою програмного забезпечення «Thermo-Calc».

Методом термодинамічного моделювання з використанням комп'ютерна програма «Thermo-Calc Software» встановлено, що кристалізація в сплаві починається при 1472°C з утворенням первинного бориду WB і карбиду TiC і продовжується серією послідовних реакцій з утворенням подвійної евтектики «ферит + В» (де В – один з MoB, TiB₂, Fe₂B) і евтектики «ферит + карбід M₇C₃». У твердому стані утворюються бориди хрому (Cr₂B, Cr₄B) і марганцю (Mn₄B). Загальна об'ємна частка боридів і карбідів становить 45,05 об. %.

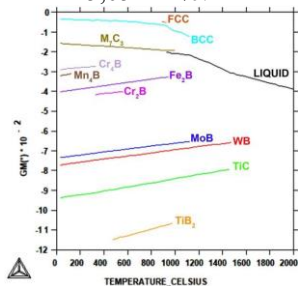


Рис. 1 – Температурні залежності вільної енергії Гібса утворення фаз у високобористому чавуні

Результати моделювання здебільшого збігаються з реальним структурним станом сплаву. Винятком є те, що при нерівноважній кристалізації замість окремих боридів утворюється складний

карбоборид $(W, Mo, Ti, Fe)_2(B, C)_5$, а карбобориди $Ti(C, B)$ і $(Fe, Cr, Mo, W, Mn)_7(B, C)_3$ з'являються замість карбідів TiC і $(Cr, Mn)_7C_3$ відповідно. Були визначені температурні залежності вільної енергії Гібса утворення фаз у високобористому чавуні, які представлені на рис. 1.

ВИКОРИСТАННЯ ПОВНОГО ФАКТОРНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ВУГЛЕЦЮ ТА БОРУ НА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ МУЛЬТИКОМПОНЕНТНИХ ЧАВУНІВ

Ю.Г. Чабак, канд. техн. наук, доцент,

В.Г. Єфременко, д-р техн. наук, професор,

В.І. Журнаджи, канд. техн. наук, доцент, А.В. Джеренова, ст. викладач, ДВНЗ «ПДТУ»

У цій роботі було досліджено дев'ять «гібридних» багатокомпонентних сплавів з високим вмістом бору. Всі сплави повинні були мати однаковий базовий вміст легуючих елементів (5 % W, 5 % Mo, 5 % V, 10 % Cr, 2,5 % Ti, 1 % Mn, 1 % Si) і різні концентрації C і B. Ці концентрації були встановлені відповідно до трирівневого повного факторного плану експериментів 3^2 , що означає дев'ять експериментальних сплавів. Дві змінні — вміст вуглецю (фактор F1) і вміст бору (фактор F2) — змінювали на трьох рівновіддалених рівнях, які називаються «нижнім рівнем», «середнім рівнем» і «верхнім рівнем». Номінальні значення вмісту C становили 0,3 %, 0,7 % та 1,1 %. На кожному з цих рівнів вміст B становив 1,5 %, 2,5 % і 3,5 %. Вплив C і B на зносостійкість сплавів за схемою зносу «three-body-abrasion» вивчали з використанням підходу повного факторного дизайну 3^2 . Було отримано та проаналізовано відповідне рівняння регресії (з квадратичного, третього та четвертого ступеня) для швидкості зносу. Показано, що математична модель має нелінійний профіль відгуку, при цьому осьова лінія максимального зношування відповідає 2,5–2,7 % B. За такого вмісту бору в структурі з'являється первинний борокарбід $M_2(B, C)_5$.

РЕАЛІЗАЦІЯ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ, ПРОЕКТУВАННЯ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ, СТВОРЕННЯ МЕТОДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ ЗНАТЬ

А.В. Джеренова, ст. викладач, ДВНЗ «ПДТУ»

Дистанційне навчання розширює можливості здобуття освіти студентами, які не можуть відвідувати заклади освіти з різних причин

(стан здоров'я, систематичне заняття спортом, проживання на неконтрольованій території, перебування за кордоном тощо), та забезпечує неперервність освітнього процесу у випадках надзвичайних обставин. Система освіти завжди реагувала на зміни, що відбуваються в суспільстві, задовольняючи його потреби щодо якості підготовки фахівців.

Студенти та викладачі ДВНЗ «ПДТУ» опинилися у скрутному стані. Система дистанційного навчання в нашому закладі реалізована вже давно, але в сучасних умовах потребує створення нового методичного забезпечення.

Навчальний процес при вивченні курсу загальної фізики передбачає лекційний курс, лабораторний практикум і практичні заняття. Студенти самостійно вивчають матеріал дистанційного курсу, який потребує систематичної перевірки знань. Для цього планується проведення самостійних робіт, для контролю засвоєння матеріалу. Завдання для проведення самостійної роботи складається із двох частин. Перша частина передбачає перевірку теоретичних знань (5-10 питань), а в другій частині студентам необхідно розв'язати 2-3 задачі (кожний студент отримує індивідуальні завдання). Для виконання самостійної роботи взагалі надається 20-30 хвилин, а зараз термін виконання складає 2-3 години, а іноді і більше. Така необхідність виникла в умовах правового режиму воєнного стану та у зв'язку з частими періодами повітряних загроз, запровадженням по всій території України віялових стабілізаційних відключень електроенергії. Відповіді надсилаються в Google Клас.

Згідно з навчальним планом студенти факультету транспортних технологій не виконують лабораторні роботи, де передбачаються відповіді на теоретичні питання, і тому для них створене методичне забезпечення для проведення самостійних робіт протягом семестру по курсу загальної фізики.