



Міністерство освіти і науки України
Державна інспекція України з питань захисту
прав споживачів

Всеукраїнська громадська організація Асоціація
технологів-машинобудівників України
Академія технологічних наук України

ДП Український науково-дослідний і навчальний центр
проблем стандартизації, сертифікації та якості

ДП «Укрметртестстандарт»

Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України
Технічний центр НАН України

Національний університет «Одеська політехніка»

Союз інженерів-механіків НТУ України «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

Київський національний університет технологій та дизайну

Машинобудівний факультет Белградського університету, Сербія

ЯКІСТЬ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ, КОНТРОЛЬ: ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА



Матеріали 22-ї Міжнародної науково-практичної конференції

04–05 жовтня 2022 р.

Київ – 2022

Якість, стандартизація, контроль: теорія та практика: Матеріали 22-ї Міжнародної науково-практичної конференції, 04–05 жовтня 2022 р. – Київ: АТМ України, 2022.– 82 с.

Наукові напрямки конференції

- Побудова національних систем технічного регулювання в умовах членства в СОТ і ЄС: теорія і практика
- Процесно-орієнтовані інтегровані системи управління: теорія і практика
- Стандартизація, сертифікація, управління якістю в промисловості, електроенергетиці, сільському господарстві та сфері послуг
- Впровадження стандартів ISO 9001:2015 в промисловості, вищих навчальних закладах, медичних установах і органах державної служби
- Метрологічне забезпечення і контроль якості продукції в промисловості, електроенергетиці, сільському господарстві та сфері послуг
- Забезпечення якості та конкурентоспроможності продукції на внутрішньому і зовнішньому ринку
- Впровадження інформаційних технологій в процеси адаптації, сертифікації та управління якістю
- Проблеми гармонізації технічних, нормативних та правових актів.

Матеріали представлені в авторській редакції

© ВГО АТМ України,
2022 р.

ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКУ ЗВАРНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ПРОТЯГОМ ЇЇ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ

До проектування, виробництва, розміщення на ринку та експлуатації відповідальної зварної конструкції Технічними Регламентами, які є обов'язкові для виконання, ставляться ряд вимог. Однією з важливих вимог Технічних регламентів є визначення ризику конструкції. Особливості процедур розміщення конструкції зварних конструкцій різних типів на підставі аналізу законодавчих та нормативних вимог до них досліджено авторами в роботі [1].

В роботах [2, 3] детально розглядалось поняття ризику. Відзначено, що ризик конструкції на різних етапах життєвого циклу: проектування, виробництва, експлуатації містить ряд складових, які залежать від:

- фізичних дій на виріб і пов'язаного з цим вибору типу і розрахунку конструкції;
- зовнішніх впливів, пов'язаних з оточенням та внутрішніх невідповідностей процесів системи управління якістю підприємства, яке виконує проектування, виробництво, контроль.
- експлуатаційних факторів (безпосередньо фізичних дій на конструкції) та системи управління якістю організації, яка здійснює експлуатаційні роботи [2, 3].

Найбільш складним є оцінювання ризику експлуатації, оскільки включає в себе результуючий ризик проектування, виробництва, визначення пошкоджуваності конструкції від дій на конструкції (теплових, хімічних, механічних) та імовірності експлуатації конструкції поза межами призначення [3].

Для оцінювання ризику зварної конструкції важливо визначити такі вихідні дані: а) визначити характер дії на конструкції, згідно вибраного типу; б) провести вибір критеріїв (контрольних показників, за якими буде проходити оцінювання стану); в) визначити величину показників, які визначають граничний стан конструкції.

В роботах авторів [3] досліджувалось вплив невідповідностей елементів системи управління якістю підприємстві на ризик отримання невідповідної конструкції. Обстеження стану елементів системи управління підприємств зварювальних виробництв проводились групою ате-

стованих аудиторів і технічних експертів. Відзначалось, що складовою зварювального виробництва є спеціальний технологічний процес зварювання, якість якого не можна забезпечити результуючим контролем, а необхідно забезпечувати протягом циклу виробництва. Вимоги до елементів системи управління якістю щодо зварювання враховували вимоги стандартів серії ДСТУ ISO EN 3834, а цільові показники якості продукції – вимоги Технічних регламентів та технічних умов на продукцію. В ході обстежень згідно розроблених програм аудитів були виявлені ряд порушень системи управління, які були задокументовані і класифіковані як поодинокі, середні, суттєві.

З іншої сторони, за розробленими програмами випробувань (які враховували прийняті для оцінювання показники: геометричні розміри формування зварних з'єднань, внутрішні та зовнішні дефекти зварних з'єднань (класифіковані за стандартом ДСТУ ISO 5817), стан структури металу, фізичні властивості металу шва і навколошовної зони: тимчасовий опір розриву зварного з'єднання, кут згину, ударна в'язкість (за необхідністю), твердість (за необхідністю) проводились випробування елементів продукції та контрольних зварних з'єднань в акредитованій випробувальній лабораторії ІЕЗ ім. Є.О. Патона. Побудовані залежності ймовірності отримання дефектної продукції на підприємстві від стану елементів системи управління якістю зварювального виробництва. А також визначена кореляція виникнення ризику виробництва невідповідної конструкції від зміни конкретних факторів, таких як управління персоналом, контроль документації, управління обладнанням, стан системи вимірювань, інше.

Відзначено, що будівельна конструкція при експлуатації в основному зазнає механічних та хімічних (корозійних) впливів. Користуючись теоремою Монте-Карло для двох системної моделі на підставі емпіричних даних, отриманих за результатами випробувань можливо приблизно спрогнозувати імовірність досягнення конструкцією граничного стану [4]. При цьому, недоліком методу є необхідність отримання великого масиву даних для визначення умовних імовірностей комбінації корозійних і механічних дій.

Також цікавими є досліджень щодо розрахунку ресурсу експлуатації зварної конструкції. Ці теорії розглядають тенденції досягнення конструкцією граничного стану до пластичної деформації, а також через розвиток мікродефектів та несучільностей до руйнування. За тенденцію можливо прийняти функцію пошкоджуваності з врахуванням розсіяності її значень [5].

Література

1. Бондаренко, Ю.К. Аналіз сучасних законодавчих нормативних та законодавчих вимог до зварювальної продукції в розрізі імплементації національного законодавства у сфері технічного регулювання в міжнародне / Ю.К. Бондаренко, О.В. Ковальчук // Сварщик. – 2021. – № 4. – С. 22–39.
2. Бондаренко, Ю.К. Ідентифікація ризиків при виробництві зварних конструкцій на підставі ризик-менеджменту на підприємстві / Ю.К. Бондаренко, О.В. Ковальчук // Технічна діагностика та неруйнівний контроль. – 2018. – № 3 – С. 47–57.
3. Бондаренко, Ю.К. Оцінка ризику експлуатації зварних конструкцій на підставі моніторингу процесів управління якістю і проведення випробувань методами НК і ТД / Ю.К. Бондаренко, О.В. Ковальчук // Технічна діагностика та неруйнівний контроль. – 2017. – № 3.– С. 56–62.
4. Бондаренко, Ю.К. Дослідження впливу джерел ризиків на технічну безпеку зварних конструкцій при експлуатації з використанням неруйнівного контролю та технічної діагностики / Ю.К. Бондаренко, О.В. Ковальчук // Технічна діагностика та неруйнівний контроль. – 2020. – № 2. – С. 49–57.
5. Грабовський, А.П. Дослідження кінетики пошкоджуваності в конструкційних матеріалах при складному напруженому стані / А.П. Грабовський, О.В. Тимошенко, О.М. Масло, О.П. Халімон // Вестник НТУ України «КПИ». Серія «Машиностроение». – 2003. – № 44. – С. 43–47.

Бондаренко Ю.К., Логінова Ю.В. Інститут
електрозварювання ім. Є.О. Патона
НАН України, Київ, Україна

СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ ДЛЯ ПІДТРИМКИ НЕОБХІДНОЇ ЯКОСТІ ЗВАРЮВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Для отримання якісної продукції у зварювальному виробництві конструкцій необхідно знати реальну точність наявного обладнання, визначати відповідність точності обраного технологічного процесу заданої точності виробу, оцінювати стабільність технологічного процесу. Вирішення завдань зазначеного типу проводиться в основному шляхом

математичної обробки емпіричних даних, отриманих багаторазовими вимірами або дійсних розмірів виробів, або похибок обробки, або похибки вимірювання. Розглянуто сім нових інструментів контролю якості використовують для аналізу чисельних даних, що відповідає вимогам TQM (Total Quality Management) – спиратися при прийнятті рішень на операційний аналіз, теорію оптимізації та статистики [1].

Якість зварювальної продукції закладається у процесі наукових досліджень, конструкторських та технологічних розробок, забезпечується гарною організацією виробництва та, нарешті, воно підтримується у процесі експлуатації чи споживання. На всіх цих етапах важливо здійснювати своєчасний контроль та отримувати достовірну оцінку якості продукції. Сучасні виробники намагаються запобігти появі дефектів, ніж усувати їх у готовій продукції. Для того, щоб прийняти правильне рішення, тобто рішення, засноване на фактах, необхідно звернутися до статистичних інструментів, що дозволяють організувати процес пошуку фактів, а саме — статистичного матеріалу. Метод семи інструментів контролю якості застосовують як у виробництві, і на різних стадіях життєвого циклу продукції. Метою методу є виявлення проблем, що підлягають першочерговому рішенню, на основі контролю чинного процесу, збору, обробки та аналізу отриманого статистичного матеріалу для подальшого покращення якості процесу. Суть методу полягає в тому, що контроль якості – це одна з основних функцій у процесі управління якістю, а збір, обробка та аналіз фактів – найважливіший етап цього процесу. Науковою основою сучасного технічного контролю є математико-статистичні методи. З безлічі статистичних методів для широкого застосування вибрано лише сім, які зрозумілі і можуть легко застосовуватися фахівцями різного профілю. Вони дозволяють вчасно виявити та відобразити проблеми, встановити основні фактори, з яких треба починати діяти, та розподілити зусилля з метою ефективного вирішення цих проблем. Впровадження семи методів має починатися з навчання цим методам всіх учасників процесу. Послідовність застосування методів може бути різною залежно від поставленої мети. Ці методи можна розглядати як окремі інструменти і як систему методів. Кожен метод може знаходити своє самостійне застосування залежно від того до якого класу належить завдання. Сім основних інструментів контролю якості - набір інструментів, що дозволяють полегшити завдання контролю процесів, що протікають, і надати різного роду факти для аналізу, коригування та поліпшення якості процесів [2].

Мета роботи – аналіз значення статистичних методів в управлінні якістю в зварювальному виробництві, семи нових інструментів контролю якості та інших нових методів аналізу, вдосконалення якості шляхом покращення процесу виготовлення продукції або послуг у зварювальному виробництві конструкцій із використанням неруйнівного контролю та технічної діагностики.

Статистичні методи відіграють важливу роль в об'єктивній оцінці кількісних і якісних характеристик процесу, є одним з найважливіших елементів системи забезпечення якості продукції та всього процесу управління якістю у зварювальному виробництві конструкцій із застосуванням НК і ТД [3].

Існують дві категорії похибок – систематичні та випадкові. У результаті безпосередніх спостережень, вимірювань або реєстрації фактів виходить безліч даних, які утворюють статистичну сукупність і потребують обробки, що включає систематизацію та класифікацію, розрахунок параметрів, що характеризують цю сукупність, складання таблиць, графіків, які ілюструють процес [4]. На практиці використовують обмежену кількість числових показників, званих параметрами розподілу.

Сучасні статистичні методи є досить складними для сприйняття та широкого практичного використання без поглибленої математичної підготовки всіх учасників процесу. До 1979 р. UJSE зібрав разом 7 досить простих у використанні наочних методів аналізу процесів. При всій своїй простоті вони зберігають зв'язок зі статистикою та дають професіоналам у зварювальному виробництві конструкцій можливість користуватися їхніми результатами, а за необхідності – вдосконалювати їх [5].

Сім основних інструментів контролю якості використовують для аналітичного вирішення проблем, тобто у ситуації, коли дані доступні, і щоб вирішити проблему, їх потрібно проаналізувати.

Метою створення семи інструментів контролю якості було отримання можливості застосування методів контролю якості всім персоналом виробництва на будь-якій ділянці роботи. Проблеми, що залишилися, повинні були вирішуватися за допомогою інших методів. Цими методами стали сім нових інструментів контролю якості (або сім інструментів управління процесом удосконалення):

- діаграма родинних зв'язків;
- діаграма взаємин;
- деревоподібна діаграма;
- лінійна діаграма;
- матрична діаграма;

- аналіз матричних даних;
- схема програми процесу вирішення [6].

Сім нових інструментів контролю якості відносяться до методів обробки головним чином словесних (описових) даних. Застосування цих інструментів є особливо ефективним, коли їх використовують як методи найбільш повної реалізації планів на основі системного підходу в умовах співпраці всього колективу підприємства [7].

Висновки

- Існує сім інструментів управління якістю.
- Діаграма зв'язку виділяє центральну проблему і визначає її зв'язки з факторами, які на неї впливають.
- Деревоподібна діаграма розбиває завдання на базові елементи та показує логіку і послідовність зв'язків між ними.
- Матриця пріоритетів або матричний аналіз даних перегрупує інформацію, представлену в матричній діаграмі, таким чином, щоб підкреслити силу кореляційного зв'язку між змінними.
- Діаграма процесу виконання програми показує події та можливі варіанти на шляху від постановки задачі до її вирішення.

Література

1. Аскарров, Е.С. Управление качеством: уч. пособие / Е.С. Аскарров.. – Алматы : Pro servise, 2007.
2. Имаи, М. Кайдзен. Ключ к успеху японских компаний / М. Клайден Имаи. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2004.
3. Пономарев, С.В. Управление качеством продукции. Инструменты и методы менеджмента качества / С.В. Пономарев, В.Я. Мищенко. – М. : Стандарты и качество, 2005..
4. Уилер, Д. Статистическое управление процессами / Д. Уилер, Д. Чамберс. – М. : Альпина Паблишер, 2021.
5. Потап'євський, А.Г. Аналіз ризиків на технічну безпеку джерел живлення та зварних конструкцій з використанням НК і ТД для виробництва / А.Г. Потап'євський, Ю.К. Бондаренко, Ю.В. Логінова, К.О. Артюх // Технічна діагностика та неруйнівний контроль. – 2019. – № 4. – С. 58–66.
6. Бондаренко, Ю.К. Дослідження впливу джерел ризиків на технічну безпеку зварних конструкцій при експлуатації при впровадженні стандарту ДСТУ ISO 9001:2015 / Ю.К. Бондаренко, О.В. Ковальчук, Ю.В. Логінова Ю.В. //Мат. 20-ї Міжнарод. наук.-практ. конф. з діючи-

ми семінарами «Якість, стандартизація, контроль: теорія і практика», м. Одеса, 2020 р. – К. : АТМ України, 2020.

7. Бондаренко, Ю.К. Вдосконалення якості шляхом покращення процесу виготовлення продукції або послуг в зварювальному виробництві конструкцій з легких сплавів / Ю.К. Бондаренко, Ю.В. Логинова // Сварщик. – 2022. – № 1. – С. 34–45.

8. Бондаренко, Ю.К. Исследование влияния источников рисков на техническую безопасность сварных конструкций при эксплуатации и внедрении стандарта ДСТУ ISO 9001:2015 / Ю.К. Бондаренко, О.В. Ковальчук, Ю.О. Логинова // Сварщик. – 2020. – № 5. – С. 41–48.

Бурикін В.В., Клименко С.Ан. Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України, Київ, Україна

СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТУ ЯКОСТІ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

Якщо говорити про механічну обробку, то необхідно зазначити, що її технологія багато в чому визначається інструментальними рішеннями. Звичайно, свою роль відіграє і технічне оснащення підприємства та загальна організація виробництва. Однак застосування відповідних інструментальних рішень навіть на застарілому устаткуванні дозволяє досягати цілком прийняттого результату. Фактично йдеться про те, що на підприємстві необхідно створити, впровадити та підтримувати технологію, яка б забезпечила конкурентоспроможне виробництво, оскільки в сучасних умовах саме цей показник є єдиним критерієм успішності підприємства.

Головним завданням діяльності підприємства є забезпечення та постійне покращення рівня якості металорізального інструменту, що повністю відповідає вимогам замовника та чинних законодавчих актів.

Метою роботи є підвищення якості виготовлення різального інструменту в умовах сучасного виробництва за рахунок інтеграції комплексу принципів, що дозволяють конкретній організації підвищувати ефективність контролю та керування системними технологічними процесами у діючу систему якості.

Для досягнення цієї мети та більш повного задоволення запитів споживачів необхідно використовувати систему менеджменту якості (СМЯ), стосовно проектування, розробки та виготовлення продукції в

інструментальному виробництві згідно з ISO 9001:2015 [1–3]. Міжнародний стандарт СМЯ є обов'язковим у всіх європейських країнах, і актуальним для вітчизняних організацій.

Усі вимоги стандарту універсальні, що дозволяє застосовувати їх суб'єктам, незалежно від масштабу діяльності, форми власності та виду продукції, що реалізується. Вони можуть бути використані в машинобудівному секторі, для розвитку технічного рівня інструментального виробництва.

Вимоги до інструменту постійно зростають, оскільки розвиток техніки призводить до появи нових матеріалів з вищими значеннями твердості і міцності. Умовою виробництва високоякісного та довговічного інструменту є вибір типу інструментального матеріалу, що відповідає призначенню та навантаженням, які виникають при його роботі. При цьому слід враховувати структурні та технологічні фактори, що визначають поведінку матеріалу у процесі експлуатації. Матеріал інструменту доцільно розглядати як інтегральне поняття, що поєднує в собі речовину, технологію її одержання, конструкцію, технологію її виготовлення та обробки. Якість, надійність і довговічність інструменту істотно залежить від ступеня досконалості технологій фінішної обробки, що застосовуються при їх виробництві, що формують якість поверхні.

Одним із перспективних шляхів підвищення міцності, зносостійкості та надійності лезового інструменту є застосування алмазно-абразивної обробки. Маючи ефективний механізм впливу на пластини інструменту і широкі технологічні можливості, оздоблювальна операція може забезпечити необхідний ступінь якості ріжучих поверхонь, що обумовлює її перспективність для чистового інструменту, оснащеного надтвердими полікристалічними матеріалами.

Принципи СМЯ сумісні з іншими стандартами якості, що дозволяє організаціям створювати інтегровані системи менеджменту, що охоплюють сфери виготовлення обладнання та оснащення, матеріалознавства та екології, безпеки інформації та охорони інтелектуальної власності тощо.

Головна причина, через яку виробнику варто використати сертифікат ISO 9001:2015 – це демонстрація стабільності якості, створення своєрідної візитної картки підприємства на ринках збуту. Застосування такого інструменту управління бізнесом гарантує його успішність.

Для забезпечення якості різального інструменту потрібна сучасна організація виробництва та висококваліфіковані кадри, які враховують головну особливість його виробництва – дрібносерійність та багатокласовість. Розробку та впровадження СМЯ у процес виробництва

ріжучого інструменту можна класифікувати як вирішення важливої проблеми – підвищення його конкурентоспроможності, що робить значний внесок у розвиток високотехнологічних галузей машинобудування, забезпечуючи становлення бізнесу в країні.

Література

1. Левшина, В.В. Организационно-управленческие инновации как инструмент обеспечения качества на предприятиях высокотехнологичных отраслей / В.В. Левшина, Е.Н. Савчик, И.А. Манакова // Вестник СибГАУ. – 2015. – Т. 17, № 4. – С. 1124–1128.

2. Качалов, В.А. Системы менеджмента на основе ISO 9001:2015 и ISO 14001:2015. Комментарии, рекомендации, практика внедрения / В. А. Качалов. В 4-х т. – М. : ИздАТ, 2017.

3. Антипова, О.И. Управление качеством процессов изготовления режущего инструмента на основе интеграции принципов бережливого производства в действующие системы качества : автореф. дис...к.т.н. / О.И. Антипова. – Тольятти : 2008.– 16 с.

Волошина Л.В., Строїн С.І. Український державний університет залізничного транспорту, Харків, Україна

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ НА ПІДПРИЄМСТВАХ УКРЗАЛІЗНИЦІ

Залізничний транспорт має стратегічне значення для України. Безпека вантажних та пасажирських перевезень на залізниці великою мірою залежить від якості продукції залізничного призначення. Крім того, сьогодні відповідність продукції для залізничної галузі європейським стандартам стає основою всіх виробничих відносин.

Сьогодні питаннями управління якості продукції на залізничному транспорті займається Департамент менеджменту якості продукції та послуг, який є структурним підрозділом апарату АТ «Українська залізниця», який було створено в 2017 році внаслідок реорганізації Інспекції з якості продукції та послуг. Стратегічним завданням Департаменту є реорганізація системи контролю якості продукції та послуг шляхом створення корпоративної системи оцінки виробника, якості та безпеки

продукції і послуг з врахуванням підходів до функціонування подібних систем в залізничних галузях країн колії 1520 та ЄС.

Незважаючи на наявність створеного в структурі АТ «Укрзалізниця» Департаменту менеджменту якості продукції та послуг, здійснення різних видів контролю матеріальних ресурсів (запасні частини, комплектуючі та ін.) відбувається не належним чином, і часто за непрозорим алгоритмом. Це пов'язано як з обмеженістю фінансових коштів АТ «Укрзалізниця», так і відсутністю дієвих механізмів та процедур забезпечення і контролю якості продукції. Що ще раз доводить необхідність запровадження прогресивних стандартів якості продукції та методів контролю якості. Для забезпечення випереджаючого розвитку залізниць необхідні технічні засоби і системи, що дозволяють знижувати витрати залізничного транспорту і збільшувати ефективність процесів.

Міжнародний стандарт залізничної промисловості ISO / TS 22163 (International Railway Industry Standard (IRIS)) є потужним інструментом підвищення ефективності бізнесу і контролю якості залізничної техніки. У стандарті вказані вимоги до системи управління якістю організації по всьому ланцюжку поставки продукції: при здійсненні розробки, проектування, виробництва, постачання та обслуговування вузлів рухомого складу. Його впровадження дозволить знизити витрати на протязі всього життєвого циклу продукції і підвищити конкурентоспроможність вітчизняних товаровиробників. Сфера застосування стандарту — виробництво рухомого складу й комплектуючих. Стандарт задовольняє сучасні вимоги якості обслуговування та ремонту продукції залізничної промисловості.

Впровадження IRIS дозволить підвищити ефективність бізнесу, поліпшити якість і надійність залізничної продукції, змінити існуючу систему інспекційного і приймального контролю, багаторівневих аудитів, підвищити результативність процесів створення продукції. Сертифікат IRIS сьогодні визнаний в усьому світі, як знак якості.

Новий стандарт ISO/TS 22163:2017 замінив діючий стандарт IRIS версії 02.1. Всі організації, сертифіковані на поточний момент на відповідність вимогам стандарту IRIS версії 02.1, повинні були здійснити перехід на версію ISO/TS 22163:2017 до 14 вересня 2018 року.

За оцінками експертів, впровадження стандарту IRIS на підприємствах залізничного транспорту дозволить: покращити контроль якості залізничної техніки; в 5–10 разів знизити виробництво неякісної продукції; на 40% підвищити бюджет робочого часу; в 2–3 рази скоротити витрати від експлуатації неякісного обладнання.

*Волошин Д.І. Український державний
університет залізничного транспорту
Волошин О.Д. Харківський державний
автотранспортний коледж, Харків, Україна*

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ ЗНОШУВАНИХ ПОВЕРХОНЬ ФРИКЦІЙНИХ КЛИНІВ ВІЗКІВ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ

На відновлення та ремонт деталей рухомого складу залізничний транспорт України витрачає щорічно величезні суми державних коштів, тому підвищення їх працездатності та зносостійкості є важливим завданням. Залізничний транспорт є однією з провідних галузей промисловості України, він відіграє найважливішу роль у вантажних та пасажирських перевезеннях.

Загальною тенденцією розвитку залізничного транспорту є підвищення вимог технічного рівня, якості рухомого складу та його складових. Однією з цих вимог є безпека пасажирських та вантажних перевезень, які значно залежать від надійності рухомого складу в умовах інтенсивної експлуатації.

Для вантажного рухомого складу відповідальними деталями є чавунні фрикційні клини візки вантажного вагона, так як при проведенні планових і непланових ремонтах чавунні клини з сумарним зносом похилої та вертикальної площин більше 3 мм підлягають вибракуванню або заміні, що підвищує простій в очікуванні ремонту через несвоєчасність доставки запасних частин.

У процесі експлуатації та ремонту виявляються дефекти, розташовані на поверхнях різного експлуатаційного призначення. При відновленні чавунних деталей усунення дефектів проводиться головним чином наплавкою (зварюванням), іноді пайкою-зварюванням та замазкою. Зварюваність залежить не тільки від властивостей чавуну (хімічний склад, структура і т.д.), а й від способу та режимів наплавлення, складу наплавних матеріалів та інших параметрів.

Чавун є важко зварюваним матеріалом внаслідок утворення у шві крихких і важкооброблюваних структур відбілу та загартування, обумовлених високим вмістом вуглецю, сірки та фосфору в основному металі; схильність чавуну до утворення нерівноважних фаз при кристалі-

зації, а низька пластичність основного металу та зони оплавлення призводять до утворення тріщин і пор. Складність зварювальних робіт підвищується при змінах структури чавуну, викликаних тривалим впливом високих температур, а також проникненням в нього мастила та продуктів згоряння пального.

Існує багато способів відновлення чавунних деталей, які включають нанесення шару покриття, однак жоден з відомих не задовольняє в повній мірі вимоги до підвищення працездатності та зносостійкості чавунних фрикційних клинів візків вантажних вагонів в процесі експлуатації.

Основна ідея полягає в розробці способу відновлення чавунних фрикційних клинів візка вантажного вагона, який забезпечить їх працездатність і зносостійкість за рахунок покриття, що захищає основний метал від утворення знеуглецьованого шару з подальшим наплавленням (напиленням) при відновленні геометричних розмірів деталей за рахунок утворення перехідного шару.

Основним вузлом вантажного вагона, призначеним для зниження коливань кузова вагона та рівня динамічних сил у вертикальній та горизонтальній площинах, є ресорне підвішування з клиновими фрикційними гасниками коливань. Низька експлуатаційна стійкість фрикційних клинів, фрикційних планок та пружин ресорного підвішування обумовлена насамперед низьким рівнем їх фізико-механічних властивостей та якості виготовлення.

При проведенні планових та непланових ремонтів вантажних вагонів чавунні клини з сумарним зносом похилої та вертикальної площин клинів більше 3 мм, за умови, що це зношування буде не більше 2 мм з однієї зі сторін, підлягають вибракуванню та заміні, а це, як правило, 100% вибракування чавунних клинів при планових видах ремонту.

З урахуванням того, що на одному вагоні встановлено вісім фрикційних клинів, а на рік по УЗ проводиться плановий ремонт близько 30000 вагонів, то річна потреба у чавунних клинах становить 240 тис. шт. (близько 4080 т чавуну) або, з урахуванням вартості нового клина, близько 121 млн. грн. Проблема дефіциту чавунних фрикційних клинів при проведенні планових ремонтів вагонів на сьогоднішній день вирішується в основному за рахунок порушення технології їх ремонту (приварювання пластин металу до зношених робочих поверхонь клина або звичайна дугова наплавка зношених поверхонь, часто з примітивною обробкою на-

плавленого шару пневмошліфувальною машинкою). При цьому приварена пластина або шар наплавленого металу незабаром відпадає в процесі експлуатації вагона, створюючи загрозу безпеці руху і викликаючи підвищене зношування суміжних з клином поверхонь тертя, а одна з них – це похила поверхня надресорної балки, яку при наступному плановому ремонті доведеться відновлювати, витрачаючи на це додаткові кошти, хоча цього можна було б уникнути за відсутності зношування понад 3 мм як мінімум в одному-двох міжремонтних періодах.

Дослідження проводилися на зношених поверхнях фрикційних клинів візка вантажного вагона моделі 18–100, виготовлених із сірого чавуну марки СЧ-35. В результаті проведених досліджень запропоновано новий спосіб відновлення чавунних деталей, який полягає у формуванні захисного шару, що забезпечує міцність зчеплення покриття основи за рахунок перехідного шару між металом – покриттям та наплавленим шаром.

Деталі нагрівають при температурі 450 ± 5 °С витримують у розчині солей міді, де утворюється поверхневий шар з шаруватою структурою; завдяки наявності міцних зв'язків між атомами шару в горизонтальній площині і більш слабких – у вертикальній забезпечуватиме легке ковзання тонких шарів один по одному. Під дією механічних сил протікатимуть хімічні реакції між твердими тілами, що беруть участь у терті, або реакції обміну одного або іншого тіла, що бере участь у терті з компонентами навколишнього середовища.

Матеріал поверхневого шару буде своєрідним каталізатором, що викликає або прискорює процеси обміну між компонентами покриття та навколишнього середовища. Наявність у шарі міді забезпечує необхідну зносостійкість відновленої поверхні. Після чого геометричні розміри можуть бути відновлені будь-яким методом наплавлення.

Розробка технології відновлення зношуваних поверхонь чавунних клинів, виготовлених з сірого чавуну марки СЧ-35, дасть можливість не тільки колосальної економії фінансових коштів, що витрачаються на придбання нових клинів замість вибракуваних, але й дозволить значно підвищити ритмічність ремонту вагонів за рахунок зниження їх простою в очікуванні ремонту через несвоєчасне постачання запасних частин.

ПІДГРУНТЯ ЯКОСТІ

Слово *якість* походить від латинського «*guarantes*», що означає властивість. Перші згадки про якість були сформовані Аристотелем, Локком, Гегелем, Тагуті та іншими. Згідно ДСТУ 2925-94 та ISO 9000:2015 *якість* – це сукупність властивостей та характеристик об'єкту. Всеохоплюючий менеджмент *якості* (ТКМ) розглядає значну кількість методів, як частини єдиної методології управління якістю.

Можна вважати, що *якість* – це душа продукції (виробів, процесів, послуг тощо), яка народжується під час розроблення, формується при виготовленні, залежить від кваліфікації, методів, способів виготовлення, вхідних матеріалів, зберігається при використанні продукції [1]. Разом з витратами на виготовлення та використання продукції, обґрунтованою ціною формується її конкурентоспроможність, яка створюється науковцями, інженерами і робітниками. Під час забезпечення якості діє багато чинників, які створюють *підґрунття* якості.

До етапів *підґрунття* якості можна віднести: маркетинг і вивчення ринку, проектування та розробку продукції, планування процесів, заготовлю, виробництво, перевірку, пакування та складування, збут і продаж, монтаж і впровадження в експлуатацію, технічну допомогу та обслуговування, експлуатацію, утилізацію, коригування та запобіжні дії, оперативне управління в системі якості, стратегічне управління з підвищення якості тощо [2]. При цьому здійснюється управління якістю за стандартами ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 9004:2018, управління ресурсами, організація випуску продукції, вимірювання, планування та підвищення якості, сертифікація, акредитація, міжнародне співробітництво, штрихове кодування.

Кадри разом з матеріально-технічною базою є основними етапами *підґрунття* якості. В Україні в результаті понад 30 років так званої «*діяльності*» всіх, починаючи від президентів, урядів, Верховної Ради, МОН і закінчуючи викладачами і студентами, ці «*досягнення*» очевидні, що підтверджують світові рейтинги, визначаючи систему вищої освіти поганою з низькою кваліфікацією випускників вузів. Цілком очевидно, що країна в своєму технічному та соціальному розвитку попала в глухий кут.

Впровадження системи *on-line*, яка тепер є вимушеною у зв'язку з ситуацією ще більше погіршало джерело направлення спеціалістів в усі галузі народного господарства. Якщо ця система з великою натяжкою підходить для шкіл, особливо початкових, то для вищої освіти вона просто непридатна.

Джерелом підготовки кадрів є ліцеї, коледжі, вузи інші навчальні заклади. При цьому може застосовуватись дистанційна форма навчання з використанням різних технологій. Для функціонування *on-line* звісно потрібні комп'ютери, підготовлені інструктори-викладачі, організація навчання, заохочення студентів, чого зараз немає. Особливе місце має виробнича практика, як чинник високої якості спеціалістів, які випускаються закладами, якої також немає.

Тепер, як і раніше, великою проблемою є недостатнє *фінансування* всіх етапів підґрунтя якості, особливо підготовки кадрів. Їх чітка та правильна робота залежить від їх фінансування, з чим завжди були проблеми. З одного боку грошей на такі заходи завжди не вистарчало, а з другого – статистика показувала зростання доларових мільонерів (тепер в Україні є 8,5 тис. мільонерів, 6 мільардерів). Ця кількість постійно зростає і це при мізерному фінансуванні навіть вузів. Так, наприклад, у Гарвардському університеті річний бюджет 2021 становить 42 млрд доларів, що більше фінансування цілого МОН. У 2021 році КПІ отримав від бюджету 746,7 млн грн, витративши на науково-дослідну роботу – 125,72 млн грн. Загалом фінансування наукових досліджень КПІ у 2021 р. склало: із загального фонду Державного бюджету України – 40,37 млн грн, зі спеціального фонду – 85,35 млн грн. В цілому бюджет МОН в 2021 році складав 140 млрд грн. Так що, про яке підвищення якості освіти можна говорити.

Наступним етапом підґрунтя якості є *законодавчий супровід* вищої освіти, який також не сприяє її якості. Потрібні нові закони, які б чітко та правильно забезпечували якість освіти, структуру, зміст, науково-методичне та матеріально-технічне забезпечення, формалізовані УМКД, напрямки і спеціальності освіти, джерела фінансування тощо. Наприклад, ні на одному підприємстві спеціальності бакалавр і магістр не передбачені. Через 3,5 років країна отримає цілу армію «спеціалістів» типу бакалаврів, професійно не потрібних виробництву.

До переваг *он-лайн* освіти відноситься можливість застосування інтерактивних засобів представлення інформації, використовувати інформацію і відео розміщені у відкритому доступі в Інтернет для навчальних цілей, охоплення значної кількості слухачів, можливість запису відеолек-

цій, економія засобів. Недоліками *он-лайн* навчання є відсутність живого контакту викладача з слухачами і неможливість за їхньою реакцією оцінити рівень розуміння матеріалу, що викладається, неможливість забезпечення контролю за освоєнням матеріалу, за самостійним проходженням здобувачами освіти навчальних тестів, суттєво нижчий рівень засвоєння знань і набуття професійних навичок. Значна частина слухачів відеолекції паралельно займається іншими справами.

Висновок. Низька якість продукції є наслідком поганого підґрунтя якості, при якій підвищення якості є марною справою. Підвищити якість продукції можна лише за рахунок покращення та вдосконалення окремих етапів підґрунтя якості, в першу чергу таких як фінансування, планування випуску продукції, організації, кадрів (від робітників, інженерів, керівництва), розробки обладнання та оснащення, технологічних процесів, управління якістю, супроводу виробництва тощо.

Література

1. Шабайкович, В.А. Внутрішнє бачення якості продукції / В.А. Шабайкович // Стандартизація, сертифікація, якість. - 2015. – № 5. – С. 41–51.
2. Григорьева, Н.С. Развертывание функции качества при сборке / Н.С. Григорьева // Известия ВолГТУ». Серия «Прогрессивные технологии в машиностроении». – Волгоград. – 2017. – № 9 (204) – С. 112–116.

Даниленко Ю.А. Інститут сцинтиляційних матеріалів НАН України, Харків
Ромашко А.С., Юрчишин О.Я. НТУ України
«КПІ ім. Ігоря Сікорського», Київ, Україна

СТВОРЕННЯ ТК У 201 «УПРАВЛІННЯ ІННОВАЦІЯМИ» ЯК ДЗЕРКАЛЬНОГО КОМІТЕТУ ISO/ТС 279 «INNOVATION PROCESS»

У рамках Міжнародної організації по стандартизації (ISO) у 2013 році за ініціативою Франції (AFNOR) було засновано Технічний комітет ISO/ТС 279 «Innovation Process» (<https://committee.iso.org/sites/tc279>), який займається стандартизацією термінологічних інструментів та методів взаємодії між відповідними сторонами для забезпечення інновацій.

Опубліковані стандарти серії ISO 56000 дозволять організаціям перейняти передовий досвід в управлінні інноваціями, що буде сприяти співпраці, а також розвине здатність до інновацій та успішного виведення інновацій на ринок. Зазначені стандарти вміщують набір найкращих практик, починаючи з вищого керівництва з підтвердженням стратегії організації та підтримання інновацій в організаціях незалежно від походження, типу, розміру тощо, допоможуть розвивати відкритість для прийняття нових бізнес-моделей і методів, дозволять заощаджувати кошти та зменшувати ризики під час впровадження інновацій, сприяти співпраці завдяки розробці стандартних інструментів, скоротити час виходу на ринок продукції, визначати передовий досвід управління інноваціями та ділитись ним тощо.

На цей час вже діють наступні стандарти цієї серії, а саме:

- ISO 56002: 2019 Innovation management – Innovation management system – Guidance (*Управління інноваціями – Система управління інноваціями – Керівництво*). Цей документ містить інструкції щодо створення, впровадження, підтримки та постійного вдосконалення системи управління інноваціями для використання в усіх організаціях.
- ISO 56003:2019 Innovation management – Tools and methods for innovation partnership – Guidance (*Управління інноваціями – Інструменти та методи для інноваційного партнерства — Керівництво*). Цей стандарт описує структуру інноваційного партнерства і зразки відповідних інструментів для вибору та оцінки партнерів та керування партнерськими взаємодіями.
- ISO 56004: 2019 Innovation management – Assessment – Guidance (*Управління інноваціями – Оцінка – Керівництво*). Цей документ допоможе користувачеві зрозуміти, чому корисно проводити оцінку управління інноваціями, що оцінювати, як її проводити, щоб отримати максимальні переваги.
- ISO 56005:2020 Innovation management – Tools and methods for intellectual property management – Guidance (*Управління інноваціями – Інструменти та методи управління інтелектуальною власністю – Керівництво*), який пропонує стратегії для підтримки інновацій в організації, налагодження системного управління інтелектуальною власністю (ІВ) в інноваційних процесах, застосування узгоджених інструментів і методів ІВ для підтримки ефективного управління ІВ.
- ISO 56006:2021 Innovation management – Tools and methods for strategic intelligence management – Guidance (*Управління інноваціями – Інструменти та методи управління стратегічною розвідкою – Керівництво*).

тво). Цей документ застосовується для підтримки інновацій в організації; для підтримки інноваційної діяльності та ініціатив у системі управління інноваціями та пов'язаних з нею інноваційних процесів; для підтримки інноваційної діяльності та ініціатив у системі управління інноваціями та відповідних інноваційних процесів.

Наразі в розробці на різних стадіях знаходяться наступні стандарти (<https://www.iso.org/committee/4587737/x/catalogue/p/0/u/1/w/0/d/0>):

- ISO/AWI 56000 (Інноваційний менеджмент – Основи та словник) – знаходиться на перегляді, тільки розпочато розробку другої редакції міжнародного стандарту. Україна може прийняти активну участь у цьому перегляді на всіх його стадіях.
- ISO/DIS 56007 Управління інноваціями – Інструменти та методи управління ідеями – Керівництво. Цей документ знаходиться на стадії підготовки остаточного тексту міжнародного стандарту. Можливість надати свої коментарі відсутня.
- ISO/CD 56008 Управління інноваціями – Інструменти та методи вимірювання функціонування інновацій – Керівництво та ISO/DTS 56010 (Управління інноваціями – Ілюстративні приклади ISO 56000) знаходяться тільки на першому етапі розробки, проходять стадію комітету. За цими проектами національні комітети вже надали свої коментарі та зауваження щодо цього проекту, але ще існує можливість прийняти участь у розробці цього проекту, а саме надавати свої зауваження та коментарі на наступних стадіях розробки.
- ISO/AWI 56001 Управління інноваціями – Система управління інноваціями – Вимоги. Цей проєкт викликає особливий інтерес, він дуже потрібен для цілей сертифікації. Наразі цей стандарт знаходиться тільки на підготовчій стадії, що означає, що Україна безпосередньо може прийняти участь у розробці цього документу та надати свої коментарі та зауваження при розробці цього документа, які будуть розглянути та враховані робочою групою та винесені рішення щодо внесення їх до проекту міжнародного стандарту.

Підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр стандартизації, сертифікації та якості» 18.10.2021 р. підтримало ініціативу КПІ ім. Ігоря Сікорського щодо створення технічного комітету з стандартизації «Управління інноваціями».

Наказом ДП «УкрНДНЦ» від 05.07.2022 за № 117 створено технічний комітет стандартизації «Управління інноваціями» № 201 та уповноважено КПІ ім. Ігоря Сікорського здійснювати функції секретаріату зазначеного технічного комітету.

Створення дзеркального технічного комітету № 201 «Управління інноваціями» в Україні дозволить нашій країні долучитися до процесу створення тих стандартів, які знаходяться в розробці.

Популяризація стандартів серії 56000 дозволить сформувати майбутній ринок компетентних фахівців з впровадження та з застосування зазначених стандартів, які будуть першочерговими їх споживачами.

Належне управління інноваціями спонукає підприємство до розширення інноваційного портфелю та управлінських дій, що зміцнить стійкість організації та створить передумови до прогнозування викликів і організації заходів для відповідного реагування на них.

В такий важкий час, коли ведуться воєнні дії та нищиться інфраструктура – стандарти з управління інноваціями можуть зробити значний вклад у раціональне управління ресурсами підприємств України (до яких належать і знання організації, в т.ч. інтелектуальна власність), а також у повоєнне відродження економіки України.

*Льницька Г.Д., Лавріненко В.І., Логінова О.Б.,
Зайцева І.М., Котинська Л.Й., Тимошенко В.В.,
Базалій Г.А., Горохов В.Ю.* Інститут надтвердих матеріалів
ім. В.М. Бакуля НАН України, Київ, Україна

ОЦІНКА ВМІСТУ ДОМІШОК ТА ВКЛЮЧЕНЬ В СИНТЕТИЧНИХ АЛМАЗАХ

У промисловості при обробці виробів із твердого сплаву, кераміки, скла та інших крихких матеріалів широко застосовуються інструменти з використанням порошків синтетичного алмазу. Як правило, при синтезі при великих швидкостях зростання кристал алмазу, що росте, при своєму зростанні захоплює всі побічні фази, присутні в реакційній камері. При цьому включення та домішки є об'ємними дефектами кристалів алмазу, які впливають на властивості міцності порошків алмазу. Як правило, побічні фази, які захоплюються кристалом алмазу, мають різні розміри, починаючи від атома і до макроскопічних розмірів. Залежно від розміру захоплених елементів кристалічною решіткою алмазу або внутрішньою будовою кристала прийнято назву "домішки та включення". Чіткого розділового кордону між цими поняттями не встановлено.

Практично їх не можна розділити за результатами сучасних методів дослідження елементного складу побічних фаз, присутніх в алмазі, тому визначається як сумарний вміст атомів досліджуваного елемента.

Метою даної роботи було вивчення за допомогою структурно-чутливих методів вмісту домішок та включень у порошках синтетичного алмазу.

Дослідження проводили на алмазах зернистості 400/315 різних марок, синтезованих в системі Ni-Mn-C з отриманням зразків (№№ 1, 2 та 3), що розрізняються між собою за фізико-механічними характеристиками. У зразках алмазів визначали: за методиками ДСТУ 3292 міцність, як показник міцності при статичному стисненні (P , Н), вміст домішок і включень у вигляді неспалимого залишку, отриманого після прожарювання при температурі $(900 \pm 10)^\circ\text{C}$ до постійної маси та питому магнітну сприйнятливість за методикою, розробленою в Інституті надтвердих матеріалів. Результати вимірювань представлено в табл. 1.

Таблиця 1 – Фізико-механічні характеристики алмазів, синтезованих в різних ростових системах, зернистості 400/315 різних марок

Найменування зразка	Питома магнітна сприйнятливість, $\chi, 10^{-8} \text{ м}^3/\text{кг}$	Міцність, P , Н	Марка	Кількість неспалимого залишку, % (за масою)
1	0,8	218,5	АС125	0,61
2	8,0	130,0	АС80	1,48
3	24,2	33,8	АС20	2,04

Як впливає з табл. 1, порошки алмазу відрізняються між собою за вмістом в них домішок і включень, що знайшло відображення на зміні їх магнітних та механічних характеристик.

За допомогою рентгенофлуоресцентного методу аналізу були виконані визначення елементного складу у всіх пробах алмазу (табл. 2).

Дані табл. 2 свідчать, що основна маса домішок та включень в алмазах всіх проб (№№ 1, 2 та 3) складається в основному з елементів сплаву-розчинника вуглецю Ni, Mn. Для цих елементів було розраховано їх масовий вміст у неспалимому залишку кожного зразка (табл. 3).

Таким чином, на підставі результатів рентгенофлуоресцентного аналізу було отримано об'єктивний вміст елементів сплаву-розчинника

в неспаленому залишку зразків алмазу різних марок зернистості 400/315, синтезованих в системі Ni-Mn-C.

Таблиця 2 – Результати визначення елементного складу в неспаленому залишку алмазів зернистості 400/315 різних марок, синтезованих в системі Ni-Mn-C

Найменування елемента	Кількість, мас. доля		
	№ 1	№ 2	№ 3
Cu	6,0	–	–
Al	0,083	0,240	0,189
Si	0,059	2,690	2,287
S	0,065	0,016	0,047
Cr	0,284	0,216	0,244
Ni	40,947	39,767	38,308
Mn	51,529	55,977	57,726
Fe	0,923	1,094	1,199
P	0,110	–	–
Всього	100,0	100,0	100,029

Таблиця 3 – Елементний склад сплавів-розчинників у неспаленому залишку алмазів зернистості 400/315 різних марок, синтезованих в системі Ni-Mn-C

Найменування зразка	Кількість неспаленого залишку, % (за масою)	Кількість елемента сплаву-розчинника			
		Ni		Mn	
		мас. доля	вміст, % (за масою)	мас. доля	вміст, % (за масою)
1	0,61	40,947	0,250	51,529	0,314
2	1,48	39,767	0,589	55,977	0,828
3	2,04	38,308	0,781	57,726	1,178

На підставі проведених досліджень розроблено методику «Оцінка вмісту домішок та включень в синтетичних алмазах» М 23.9-342:2022.

ОЦІНКА ОБРОБЛЮВАНOSTІ РІЗАННЯМ МАТЕРІАЛІВ З ГЕТЕРОГЕННОЮ СТРУКТУРОЮ

В умовах поширення у виробництві матеріалів з гетерогенною структурою важливою є оцінка можливості прогнозування працездатності різального інструменту при їх обробці.

Поняття «оброблюваність різанням» традиційно пов'язують із структурою та механічними властивостями матеріалів – як основний критерій у більшості випадків приймають швидкість різання v , якій відповідає стійкість інструменту $T = 60$ хв.

У разі лезової обробки таких матеріалів з гетерогенною структурою, як напилені газополум'яні покриття, проведення порівняльної оцінки оброблюваності за критерієм швидкості різання v_{60} представляє значні труднощі у зв'язку з відсутністю необхідного обсягу оброблюваного матеріалу, шар якого має, в більшості випадків, малу товщину і характеризується різними властивостями по перерізу.

Розглянемо можливий підхід до оцінки оброблюваності різанням, стосовно таких матеріалів.

Враховуючи, що газополум'яні покриття являють собою композити зі складною структурою, а їх контактування з інструментом у зоні різання є стохастичним процесом, вивчення структури та властивостей таких матеріалів перспективно з використанням статистичних методів досліджень – деформаційно-спектрального та фрактального аналізів. Перший метод дозволяє кількісно оцінити неоднорідність напружено-деформованого стану поверхневого шару гетерогенного матеріалу, що визначає спектральний характер формування сил контактної взаємодії у зв'язку з немонотонним поширенням пружно-пластичних деформацій через структурні бар'єри при навантаженні інденктором. Другий – дозволяє виконати кількісну параметризацію структурного стану матеріалу за видом металографічного шліфу або сукупності його механічних властивостей, отриманої з використанням даних деформаційно-спектрального аналізу.

Характеристики поверхневого шару зразків матеріалів, отримані деформаційно-спектральним аналізом, визначаються у якості трибограм вздовж траси сканування. Для отримання інформації з площі, що

особливо важливо для зразка матеріалу з гетерогенною структурою, необхідно виконати кілька сканувань і «пошити» трибограми з урахуванням загальної початкової координати. Таким чином формується візуальне зображення сукупності механічних властивостей поверхневого шару зразка. Приклад такої візуалізації для оброблюваного матеріалу – напиленого газополум'яного покриття з порошкового дроту $Fe_{80}V_{20}$, представлений на рис. 1.

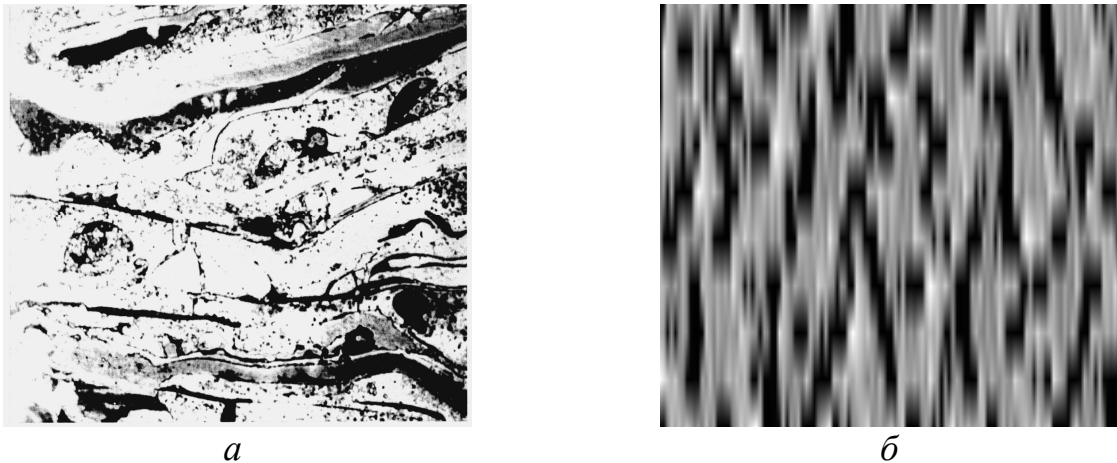


Рис. 1 – Структура газополум'яного покриття, напиленого з порошкового дроту $Fe_{80}V_{20}$ (а) та візуалізована сукупність механічних властивостей поверхневого шару покриття (б)

Фрактальний аналіз зображень, що представлені на рис. 1, показав, що між фрактальними розмірностями структури $D_{стр}$ і сукупності механічних властивостей D_s досліджуваного матеріалу має місце зв'язок з коефіцієнтом кореляції $0,99 - D_s = -2,64 + 2,4D_{стр}$.

На рис. 2 представлена залежність швидкості різання, відповідної стійкості інструменту 23 хв., від величини фрактальної розмірності структури оброблюваного матеріалу, яка може бути використана для оцінки оброблюваності різанням напилених покриттів.

Величина сили опору контактній взаємодії поверхневого шару покриття з індентором та її дисперсія визначає енергетичну спектральну щільність розподілу сили контактної взаємодії S . Співвідношення значень S для контактуючих матеріалів дозволяє оцінити їх взаємовплив у парі тертя, зокрема в парі «різальний інструмент-оброблюване покриття».

Зокрема, для випадку точіння газополум'яних покриттів системи NiCrBSi інструментами з твердого сплаву та полікристалічних надтвердих матеріалів на основі кубічного нітриду бору, отримана залежність – $v_{opt} = 2,14(S_i/S_0)^{1,404} e^{-0,024(S_i/S_0)}$, де v_{opt} – швидкість різання, відповідна мінімальному знос інструменту; S_i і S_0 – максимальна величина енерге-

тичної спектральної щільності сили контактної взаємодії поверхневого шару інструменту і покриття з індентором відповідно.

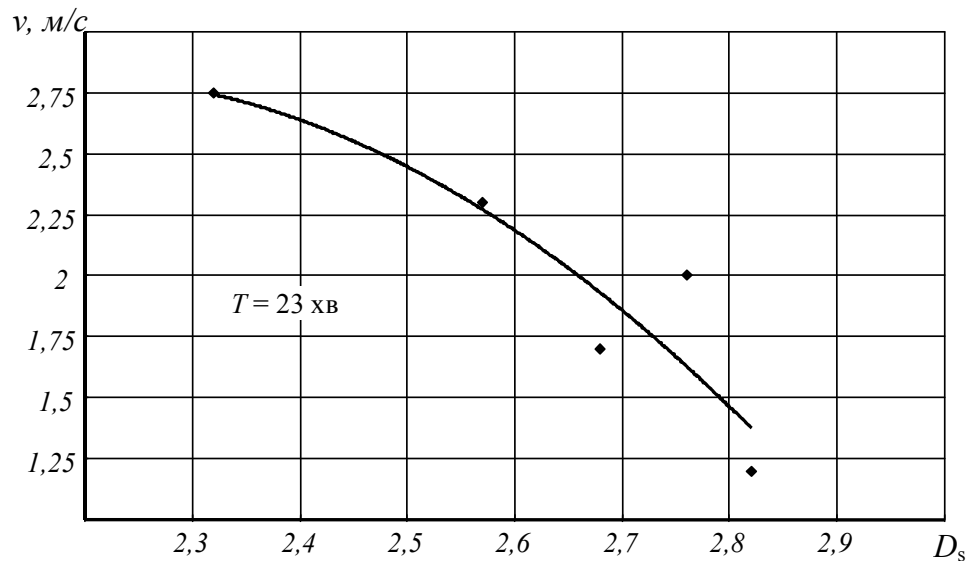


Рис. 2 – Зв'язок фрактальної розмірності сукупності механічних властивостей матеріалу (D_s) напилених покриттів системи FeV зі швидкістю різання ($S = 0,05$ мм/об, $t = 0,2$ мм), яка відповідає стійкості інструменту $T = 23$ хв

Враховуючи наявність кореляційного зв'язку між фрактальними розмірностями структури і властивостей матеріалів, залежність, що зв'язує співвідношення параметрів структури інструментального та оброблюваного матеріалу зі швидкістю різання, оптимальною для даної пари, може бути представлена у вигляді – $v_{\text{опт}} = aK(D_i / D_o)^b e^{-c(D_i / D_o)}$, де $v_{\text{опт}}$ – швидкість різання, яка відповідає мінімальному зносу інструменту; D_i та D_o – величини фрактальної розмірності структури або сукупності механічних властивостей інструментального та оброблюваного матеріалів відповідно; K – коефіцієнт, що враховує співвідношення середніх величин механічних показників, наприклад твердості по Віккерсу, матеріалів; a , b , c – експериментальні коефіцієнти.

Підхід, заснований на використанні статистичної інформації про структури та властивості оброблюваних матеріалів, дозволяє мінімізувати необхідні дані, традиційно одержувані при проведенні експериментів з різання для оцінки оброблюваності матеріалів. Це також дозволяє коригувати умови обробки для обмеженої партії деталей із матеріалів з гетерогенною структурою.

Комарова Г.Л., Жигун В.О. Український державний університет залізничного транспорту, Харків, Україна

АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕГЛАМЕНТУ ПРО МЕДИЧНІ ВИРОБИ В УКРАЇНІ

В останні роки Європейський союз (ЄС) значно переглянув законодавство, що стосується медичних виробів, для приведення його у відповідність з останніми досягненнями у галузі технологій та охорони здоров'я. Одним з основних кроків, зроблених інститутами ЄС, стала заміна попередньої Директиви про медичні вироби (MDD) 93/42/ЄЕС та Активних медичних виробів, які імплантують (AIMDD) 90/385/ЄЕС Регламентом про медичні вироби (MDR) 2017/745. Обов'язкове застосування даного регламенту впроваджено з 26 травня 2021 року.

Відповідно до звіту про доступність медичних виробів, опублікованого MedTech Europe 14 липня 2022 року, впровадження MDR здійснює серйозний вплив на ринок медичних виробів ЄС. Головною метою прийняття даних нормативно правових актів є те, що продукти, розміщені на ринку ЄС, мають бути безпечними для кінцевого користувача під час експлуатації. Нові правила значно посилюють контроль. Це зроблено спеціально для того, щоб медичні вироби були більш безпечними та ефективнішими. Водночас законодавець намагається посприяти впровадженню інновацій та підвищити конкурентоспроможність в секторі медичних виробів. Нові правила також краще відображають найновітніший науково-технічний прогрес та встановлюють стандарти для регулювання медичних виробів у всьому світі. Переглянуті правила також забезпечують умови, необхідні для закріплення ролі ЄС у довгостроковій перспективі як глобального лідера у цьому секторі.

В законодавчому ж полі України досі діють Технічний регламент щодо медичних виробів № 753 та Технічний регламент щодо медичних виробів, що імплантують № 755. Вони прийняті відповідно на основі застарілої Директиви 93/42. Схвалення ж вищезазначених Регламентів в Європейському Союзі означає на даному етапі наявну невідповідність Технічних регламентів актам законодавства ЄС, існування технічних бар'єрів у взаємній торгівлі між Україною та ЄС. Все це через те, що в Україні досі застосовуються вимоги до медичних виробів та процедури оцінки відповідності, що наразі є відмінними від загальноприйнятих у країнах ЄС. З цього випливає також і недостатність існуючого рівня

вимог до безпечності медичних виробів та захисту пацієнтів від ризиків, пов'язаних з ними.

Проблема невідповідності Українського та європейського законодавства в сфері медичних виробів наразі не є критичною, оскільки відповідно до досліджень приблизно 60% виробників не провели оцінку відповідності своїх виробів відповідно до вимог регламенту про медичні вироби (MDR) 2017/745. Це зокрема тому, що видані сертифікати відповідності відповідно до старої Директиви 93/42 та Директиви 90/385 продовжують діяти до 2024 р.

Разом з тим виробники медичних виробів можуть проводити оцінку відповідності своїх нових виробів лише відповідно до оновленого регламенту про медичні вироби (MDR) 2017/745. Це і є основною проблемою, адже українські Технічні регламенти щодо медичних виробів прийняті на основі Директиви 93/42, яка не застосовується за кордоном. І тому застосування різних вимог та процедур щодо оцінки відповідності медичних виробів в Україні і Європі та світі в свою чергу ускладнює потрапляння на ринок України нових, можливо, більш інноваційних, технологічних та ефективніших медичних виробів.

Неприйняття в цій сфері оновленого, гармонізованого з європейським законодавства впливає на всіх суб'єктів, хто має відношення до медичних виробів: органів з оцінки відповідності, виробників, імпортерів, уповноважених представників та кінцевих споживачів. Важливість проблеми також обумовлена її впливом на вітчизняних виробників, оскільки невідповідність їх продукції вимогам Регламенту 2017/745 робить цю продукцію неконкурентоздатною в країнах ЄС, і як наслідок, така продукція не може потрапити на ринок Європи.

З метою приведення у відповідність законодавства України з законодавством ЄС, на початку 2020 року Міністерство Охорони здоров'я надало пропозицію щодо включення до плану розроблення технічних регламентів на 2020 рік розроблення нових технічних регламентів у сфері медичних виробів на основі Регламенту 2017/745, що було реалізовано шляхом прийняття наказу Мінекономіки від 25.02.2020 № 326 «Про затвердження плану розроблення технічних регламентів на 2020 рік». Більше ніяких дій в сторону вирішення даного питання органами державної влади не було здійснено.

Враховуючи вищесказане та необхідність спрощення доступу закордонних виробників та їх виробів на ринок України і приведення у відповідність вимог, методик та процедур оцінки відповідності в Україні до країн ЄС, можна зробити висновок, що необхідним є нагальне проведення робіт щодо гармонізації законодавства та прийняття оновленого Технічного регламенту щодо медичних виробів на основі Регламенту 2017/745.

Це важливо також і через те, що вищезазначений новий регламент має відмінності не тільки в процедурах, а й в регулюванні, визначення класу ризику медичних виробів. Також деяка продукція, яка в Україні досі не підпадає під регулювання Технічних регламентів щодо медичних виробів, в рамках ЄС вже вважається такою. Це зокрема хірургічні інвазивні вироби, що призначені для модифікації анатомії або фіксації частин тіла, за винятком татуювання та пірсингу (імплантат, що модифікує контур тіла, (наприклад рогові імплантати); контактні лінзи або інші предмети, призначені для введення в око або на око (кольорові лінзи без корекції зору). Така позиція європейського законодавця свідчить про необхідність контролю виробництва таких виробів, щоб забезпечити ринок безпечними, якісними виробами та мінімізувати ризик для споживача. Вважаємо, що Україні необхідно переймати позитивний досвід країн ЄС по даному питанню.

Необхідною гармонізація законодавства є також і з огляду на наміри України стати повноцінним членом Європейського Союзу. Прийняття оновлених Технічних регламентів на заміну застарілих, в сфері оцінки відповідності медичних виробів, обумовлені також необхідністю запровадження суворішого та стабільнішого регулювання ринку медичних виробів. Це також дозволить підтримати розвиток та забезпечити вищий рівень безпеки медичних виробів для кінцевого споживача. Застарілість існуючого регулювання, невідповідність законодавства розвитку нових технологій в сфері медичних виробів, недостатня ефективність механізмів ринкового нагляду, фальсифікації – теж зумовлюють необхідність прийняття оновленого Технічного регламенту щодо медичних виробів на основі Регламенту 2017/745.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВОГО СТАНУ КОМІРКИ АПАРАТА ВИСОКОГО ТИСКУ ТИПУ «ТОРОЇД» ДЛЯ ВИВЧЕННЯ РОЗЧИННОСТІ НІТРИДУ ГАЛІЮ У ЗАЛІЗІ

Нітрид галію – це напівпровідник з шириною забороненої зони 3,4 еВ. Ця властивість дозволяє твердотільним напівпровідникам на основі GaN працювати при більш високих напругах, частотах і температурах, ніж на основі звичайних напівпровідників. Стійкість до високих температур також означає, що такі пристрої можуть працювати за набагато більших рівнів потужності в нормальних температурних умовах. Актуальною є задача отримання високоякісних монокристалів GaN, так як існуючі методи не є задовільними з огляду якості продукту, технологічності процесу, економічної ефективності. Твердотільні напівпровідники на основі GaN, з урахуванням їх конкурентних переваг, можуть замінити традиційні напівпровідники за умови винайдення доступної технології отримання якісних кристалів нітриду галію.

З метою реалізації ідеї перекристалізації GaN із його розчину у розплаві заліза в апараті високого тиску (АВТ) потрібно було попередньо вивчити поведінку системи Fe-GaN при тисках 4–8 ГПа і температурах 1000–2000 °С. Аналіз експлуатаційних характеристик АВТ типу «тороїд», за умови модернізації його комірки, підтвердило доцільність його використання для вивчення розчинності нітриду галію в залізі. З метою модернізації комірки була змодельована схема її резистивного нагрівання, що забезпечує необхідний розподіл температури.

Аналітичне розв'язання задачі електро- і теплопровідності для багатокомпонентної конструкції АВТ неможливе, а експериментальне визначення параметрів резистивної системи надзвичайно трудомістке і довготривале. У цьому випадку доречно застосовувати чисельні методи, а саме метод скінченних елементів, який дозволяє детально аналізувати процес резистивного нагрівання комірки з метою створення в ній необхідних умов для дослідження розчинності нітриду галію у залізі.

Розроблено методику моделювання резистивного нагрівання АВТ, що дає можливість аналізувати тепловий стан комірки з урахуванням температурних залежностей провідних властивостей елементів АВТ і ефективних значень властивостей композиційних матеріалів комірки.

Програмне забезпечення дозволяє проводити сумісний розрахунок полів електропотенціалу, густини джерел джоулевого тепла і температури для геометрично складної конструкції АВТ.

Досліджено збіжність рішення задачі електрорезистивного нагрівання комірки АВТ. Визначено, що комбінована дискретизація з використанням трикутних і чотирикутних елементів дозволяє зменшити час розв'язання зв'язаної задачі електро- і теплопровідності [1].

З використанням комп'ютерного моделювання досліджено тепловий стан комірки АВТ (рис. 1). Результати розрахунків представлені температурними полями в різних елементах апарата (рис. 2).

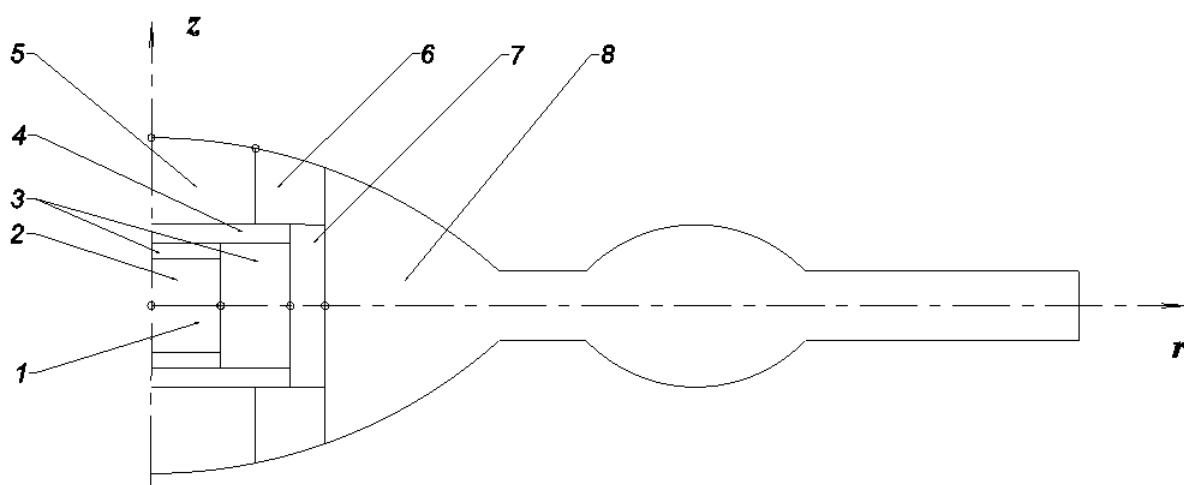


Рис. 1 – Комірка АВТ: 1 – зразок армко-заліза, 2 – зразок GaN, 3 – теплоізоляційна капсула ($\text{CzCl} + 10 \text{ мас. \% ZrO}_2$), 4 – торцевий нагрівач (графіт МГ-1), 5 – осьовий композиційний нагрівач (графіт ГСМ-1 + ZrO_2), 6 – теплоізоляційне кільце (пірофіліт), 7 – трубчастий нагрівач (графіт МГ-1), 8 – контейнер (літографський камінь)

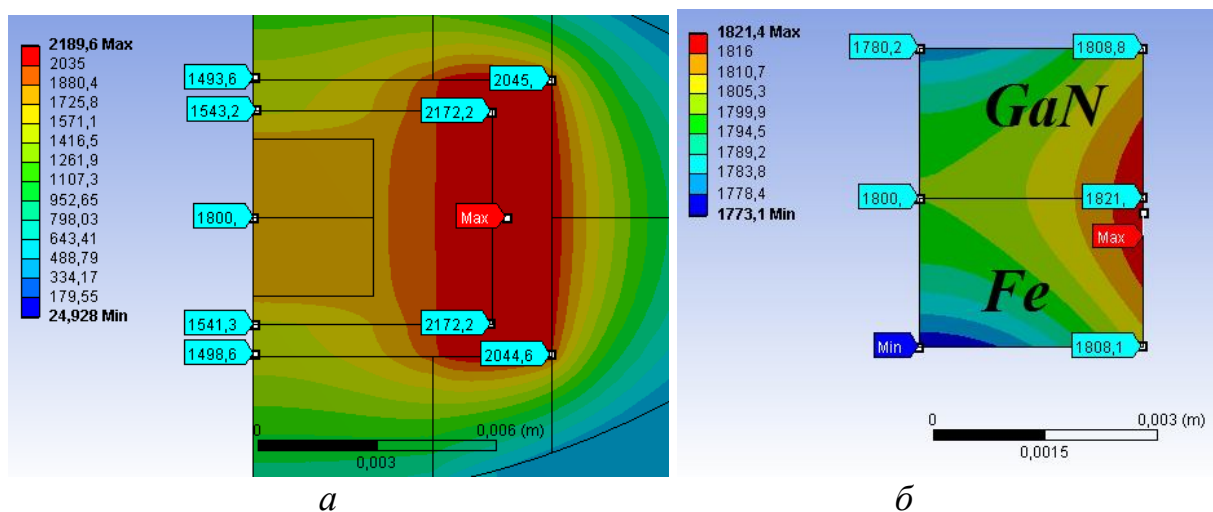


Рис. 2 – Поля температури ($^{\circ}\text{C}$) в комірці АВТ (а) і досліджуваному зразку (б)

В результаті чисельного моделювання проаналізовано вплив концентрації діоксиду цирконію в осьових нагрівачах на розподіл температури в зразку армко-заліза. Отримано, що при концентрації $ZrO_2 \sim 85$ мас.% досліджуваний зразок знаходиться в практично однорідному температурному полі. Разом з тим, збільшення товщини стінки трубчастого нагрівача веде до незначного (~ 2 °C) збільшення максимального перепаду температури в зразку GaN + Fe при одночасній лінійній зміні температури в центрі зразка від 1580 до 2059 °C, що забезпечує можливість його дослідження в широкому температурному інтервалі без зміни однорідності його теплового стану.

Отримано конфігурації комірки і визначено умови її ефективного нагрівання, що реалізовані для експериментальних досліджень розчинності GaN в контакті із Fe в умовах високих тисків і температур.

Література

1. Людвіченко, О.П. Скінченноеlementний аналіз електрорезистивного нагрівання апарата високого тиску для дослідження розчинності GaN у Fe / О.П. Людвіченко, О.М. Анісін, О.О. Лещук, В.І. Щидловський // Mech. Adv. Technol. – 2021. – Т. 5, № 3. – С. 302–306.

Олійник Н.О., Ільницька Г.Д., Базалій Г.А.
Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля
НАН України, Київ, Україна

ВПЛИВ СПОСОБУ ПІДГОТОВКИ ПОРОШКІВ СИНТЕТИЧНОГО АЛМАЗУ ДО РОЗПОДІЛУ У МАГНІТНОМУ ПОЛІ НА МАГНІТНОФРАКЦІЙНИЙ СКЛАД ПРОДУКТІВ РОЗПОДІЛУ

Отримання якісних та однорідних за характеристиками порошків синтетичного алмазу, які використовують у абразивному інструменті, передбачає сортування порошку, в тому числі, із застосуванням розділення порошку алмазу в магнітному полі. Для підвищення ефективності розділення порошку проводять закріплення частинок феромагнітного порошку на поверхні частинок алмазу. Спеціальна обробка поверхні порошку впливає на адсорбційні характеристики та може впливати на закріплення феромагнітних частинок. Магнітнофракційний склад

(МФС) порошку відображає розподілення маси порошку згідно до його питомої магнітної сприйнятливості (χ , м³/кг) дозволяє встановити кількість (вихід, % мас.) порошку в будь-якому інтервалі значень його питомої магнітної сприйнятливості. Дослідження впливу підготовки порошку до розподілу у магнітному полі на МФС продуктів актуальне для вибору та застосування способів підготовки в процесах сортування.

Дослідження проведено на порошку алмазу, який синтезовано в системі Ni-Mn-C, та продуктах, які отримано в результаті сортування вихідного порошку без спеціальної підготовки, але з розділенням порошку у магнітному полі (спосіб 1); та з застосуванням спеціальної підготовки і розділення в магнітному полі (спосіб 2). Марка порошку – АС 15, зернистість 200/160. При використанні відомих методик визначали питому магнітну сприйнятливості порошку, МФС вихідного порошку та продуктів розділення.

Спеціальну підготовку проводили обробкою порошку у воді ультразвуковими хвилями (частота 20,0–35,0 кГц, сумарна енергія в одиниці об'єму 50,0–770,0 кДж/л), нанесенням феромагнітних частинок на поверхню частинок алмазу та сушінням. Після підготовки проводили розділення порошку у магнітному полі на 2 продукти та подальшу хімічну очистку поверхні. Встановлено, що перший продукт має значення питомої магнітної сприйнятливості в інтервалі $\chi = (4,0–7,7) \cdot 10^{-8}$ м³/кг, другий – $\chi = (11,1–13,4) \cdot 10^{-8}$ м³/кг. Результати дослідження МФС вихідного порошку та продуктів розділення представлено на рис. 1, табл. 1.



Рис. 1 – МФС вихідного порошку (1) та продуктів розподілу в інтервалі $\chi = (3,6–8,3) \cdot 10^{-8}$ м³/кг: спосіб 1 (2), спосіб 2 (3); в інтервалі $\chi = (4,0–16,0) \cdot 10^{-8}$ м³/кг: спосіб 1 (4), спосіб 2 (5)

Таблиця 1 – Результати лінійної апроксимації кривих МФС порошку

Показники			Лінійна апроксимація		
спосіб підготовки порошку	продукт розподілу	діапазон значень χ , $\chi \cdot 10^{-8} \text{ м}^3/\text{кг}$	коефіцієнти рівняння $y = ax + b$		достовірність апроксимації, R^2
			a	b	
Вихідний порошок	0	3,5–20,9	5,80	2,02	0,8116
1	1	3,5–8,2	21,13	–95,40	0,8734
2	1	3,5–4,0	190,16	–694,08	0,6117
1	2	2,0–16,3	8,67	–40,72	0,9261
2	2	4,0–14,8	10,03	–43,61	0,985

Встановлено, що МФС вихідного порошку (1) знаходиться в інтервалі $(3,5–20,9) \cdot 10^{-8} \text{ м}^3/\text{кг}$. Вихід продукту з $\chi = (3,6–8,3) \cdot 10^{-8} \text{ м}^3/\text{кг}$ від сумарної кількості порошку становить: за способом 1 – 44,5 мас.%; за способом 2 – 5,9 мас.%; продукту з $\chi = (4,0–16,0) \cdot 10^{-8} \text{ м}^3/\text{кг}$: за способом 1 – 55,5 мас.%; за способом 2 – 94,1 мас.%.

Спосіб підготовки порошку до розділення суттєво впливає на МФС продуктів, що відображається на інтервалі варіювання питомої магнітної сприйнятливості і куті нахилу кривої розподілення. МФС продукту 1 знаходиться в інтервалі $\chi = (3,5–8,2) \cdot 10^{-8} \text{ м}^3/\text{кг}$ (спосіб 1); $\chi = (3,5–4,0) \cdot 10^{-8} \text{ м}^3/\text{кг}$ (спосіб 2). Найбільший кут нахилу у кривої МФС 3 (рис. 1), тому цей продукт найоднорідніший за магнітними властивостями. Спосіб підготовки в меншій мірі впливає на МФС продукту 2. Зокрема, за способом 1 у продукта 2 інтервал $\chi = (2,0–16,3) \cdot 10^{-8} \text{ м}^3/\text{кг}$, за способом 2 – $\chi = (4,0–14,8) \cdot 10^{-8} \text{ м}^3/\text{кг}$. Кут нахилу кривих МФС 4 та 5 (див. рис. 1) близький.

Таким чином, застосування способу підготовки порошку до розділення у магнітному полі, який передбачає обробку порошку ультразвуковими хвилями, нанесення феромагнітних частинок на поверхню, створює умови для ефективного проведення розподілу порошку на продукти, які мають підвищену однорідність МФС.

Сумарний МФС порошку алмазу та продуктів, може бути описаний рівнянням лінійної апроксимації з достовірністю, більше за $R^2 = 0,81$.

ПРОБЛЕМИ ЯКОСТІ В МАШИНОБУДІВНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Запорука розвитку і функціонування виробничої компанії – це конкурентоспроможність продукції на ринку. Тобто це насамперед здатність задовольнити очікування замовника – якісний продукт за помірну ціну. Якість готового продукту складається з багатьох параметрів, на які, в свою чергу, впливають безліч факторів. Передбачити та врахувати всі, як і багато іншого у нашому житті, просто неможливо. Проблемі виділення основних факторів та шляхам впливу на них присвячено велику кількість наукових праць та досліджень, але проблема залишається актуальною.

У вирішенні цього питання покликано на допомогу і серію стандартів ISO 9000. Один з постулатів цього стандарту – підхід до якості з позицій процесу і розглядання, її як системи взаємопов'язаних елементів. Тобто якість кінцевого продукту складається з якості всіх процесів, за рахунок яких його було створено (процеси виготовлення: заготівельний, обробки тощо; процеси управління і підготовки та інші) їх багато і всі вони мають різний ступінь впливу на продукцію. Виділення та опис всього цього передбачають вимоги стандарту.

Але в реальному виробництві не все так однозначно, крім того накладає свої обмеження ще й економічна складова, цьому питанню також присвячено багато праць видатних вчених. Але однозначної відповіді ми й досі не маємо. Всі дійшли єдиного висновку кожен випадок (процес виготовлення продукту) унікальний. Тобто універсальність стандарту ISO 9000 тільки в загальних вимогах, а як зробити, щоб вони запрацювали справа кожного підприємства суцільно індивідуальна. І в цьому і є складність. Як не тільки виконати (описати) вимоги ISO 9000, але й щоб систему управління якістю реально функціонувала і була результативна балансуючи на межі економічної доцільності – якість це завше витрати.

Необхідно чітко розуміти, що без витрат не буде якості і результат можна побачити не одразу. Тому доцільність цих витрат теж стає одним з показників функціонування системи управління якістю.

*Петасюк Г.А., Лавріненко В.І., Пасічний О.О.,
Полторацький В.Г., Білоченко В.П., Скрябін В.О.*
Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля
НАН України, Київ, Україна

УЗАГАЛЬНЮЮЧИЙ АНАЛІЗ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ШЛІФУВАЛЬНИХ КРУГІВ З МОРФОМЕТРИЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ І ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ ВИКОРИСТАНИХ У ЇХ РІЗАЛЬНОМУ ШАРІ АБРАЗИВНИХ ПОРОШКІВ

Узагальнюючий аналіз взаємозв'язку експлуатаційних характеристик експериментальних шліфувальних кругів з морфометричними характеристиками і технологічними властивостями використаних у їх різальному шарі абразивних порошоків передбачав об'єднане математичне опрацювання отриманих аналітичних та експериментальних даних. Мета такого математичного опрацювання полягала, по перше, в кількісній оцінці взаємозв'язку між показниками обробленої поверхні, параметрами процесу обробки, морфометричними характеристиками, технологічними властивостями та однорідністю модифікованих шліфпорошків, використаних у різальному шарі інструменту. По друге, в аналітичному поданні цього взаємозв'язку у вигляді емпіричних математичних залежностей. Методична схема математичного опрацювання полягала у наступному. На першому етапі проводився кореляційний аналіз сукупності досліджуваних факторів, який передбачав знаходження коефіцієнтів парної та множинної кореляції. Потім із врахуванням цього на другому етапі виконувалось аналітичне подання взаємозв'язку між найбільш значимими факторами за результатами встановлених коефіцієнтів парної кореляції.

В процесі випробувань шліфувальних кругів враховували показники продуктивності обробки (Q , мм³/хв.), а також зносостійкості кругів за відносною витратою алмазного порошку (q , мг/г) і шорсткості обробленої поверхні (Ra , мкм). Результати випробувань подаються у табл. 1. Перед виготовленням кругів проводилося діагностування морфометричних характеристик шліфпорошків з нанесеним на них покривом, призначених для використання в різальному шарі інструменту. Були відібрано наступні характеристики: шорсткість проекції зерна (Rg), питомий периметр проекції зерен (p_s), число зерен (n_z) в одному караті, зовнішня питома поверхня (F_{oss} , м²/кг), кількість (n_{ce}) і середнє значення кутів загострення рі-

зальних кромок (ϕ) та однорідність шліфпорошків за формоподібністю проекції зерен (u_{fpg}). Саме від цих характеристик слід очікувати найбільшого впливу на показники процесу обробки виготовленими експериментальними кругами. Їхні значення виділено в табл. 2).

Таблиця 1 – Експлуатаційні показники алмазних шліфувальних кругів на полімерній зв'язці В2-08 із відносною концентрацією зерен у 100% із різними варіантами модифікації поверхні зерен алмазного шліфпорошка АС6 125/100

Модифікування поверхні зерен алмазного порошку у робочому шарі шліфувальних кругів 12А2-45° 125×5×3×32	Продуктивність обробки			
	200 мм ³ /хв.		400 мм ³ /хв.	
	q , мг/г	Ra , мкм	q , мг/г	Ra , мкм
B_2O_3 (50 %) + Al_2O_3 (50 %)	7	0,37	17	0,43
$CaCl_2$ (100 %)	9		20	0,41
без модифікування (базовий зразок)	17	0,31	37	0,52
$NaCl$ (100 %)		0,33	46	0,44
B_2O_3 (100 %)	25	0,45	32	0,49
B_2O_3 (50 %) + $CaCl_2$ (50 %)	22		43	0,40
B_2O_3 (50 %) + $NaCl$ (50 %)	343	0,36	–	–

Таблиця 2 – Значення відібраних для подальшого дослідження морфометричних характеристик шліфпорошків з нанесеним на їх зерна покривом на основі термостійких оксидів і хлоридів та розрахованими значеннями ступеню і товщини покриву

Матеріал покриву та ступінь покриву (μ , %)	Морфометричні характеристики та технологічні властивості основної фракції шліфпорошку								
	Rg	p_s , мкм ⁻¹	F_{oss} , м ² /кг	u_{fpg}	h , мкм	n_z , шт.	n_{ce} , шт.	$n_z \times n_{ce}$, шт.	ϕ , град.
$B_2O_3 + Al_2O_3$, ($\mu=17,42$)	1,0719	0,0297	15,31	35,93	4,68	35443	9,90	350886	101,29
$CaCl_2$, ($\mu=11,73$)	1,0749	0,0908	15,74	21,30	4,55	36839	9,50	349970	99,08
$NaCl$, ($\mu=8,77$)	1,0916	0,0318	16,64	20,07	4,54	38215	9,00	343935	92,73
B_2O_3 , ($\mu=14,6$)	1,0854	0,0303	15,59	25,86	5,05	35012	9,88	345919	97,82
$B_2O_3 + CaCl_2$, ($\mu=10,60$)	1,0783	0,0311	16,10	29,02	3,66	37966	9,18	348528	96,85
$B_2O_3 + NaCl$, ($\mu=14,79$)	1,0906	0,0313	15,50	23,26	5,118	34474	9,46	326124	94,91

Там же подаються і розрахункові значення ступеню покриву (μ) та його товщини (h). Для проведення кореляційного аналізу доцільно об'єднати в одну сукупність параметри (фактори) процесу (див. табл. 1) та зазначені вище відібрані морфометричні характеристики абразиву (табл. 2). При цьому залежними факторами слугуватимуть q та Ra , всі інші параметри – як незалежні фактори. Було сформовано дві матриці значень цих факторів – окремо для кожного із двох залежних факторів. З

використанням оригінальних програмних засобів та числової інформації, поданої в цих матрицях як початкових даних, був проведений кореляційний аналіз взаємозв'язку факторів кожної із виділених їх груп з кожним із залежних факторів. Вираховані коефіцієнти кореляції подані у табл. 3.

Таблиця 3 – Коефіцієнти кореляції незалежних факторів із зносостійкістю інструменту за питомою витратою алмазу (q , мг/г) та шорсткістю обробленої поверхні (Ra , мкм) як залежними факторами

Залежний фактор	Незалежні фактори								R_{mk}
	Q , мм ³ /хв.	Rg	p_s , мкм ⁻¹	F_{oss} , м ² /кг	u_{jpg}	$n_z \times n_{ce}$, шт.	φ , град.	h , мкм	
q , мг/г	-0,209	0,454	-0,186	-0,175	0,611	-0,9490	-0,339	0,347	0,9508
Ra , мкм	0,496	-0,036	-0,205	-0,134	-0,076	0,2676	0,174	0,012	0,7061

Порівняльний аналіз наведених у табл. 3 парних коефіцієнтів кореляції показує, що найбільший вплив на відносні витрати алмазного порошку виявляють добуток числа зерен в одному караті на кількість кутів загострення різальних кромок (своєрідний потенціал абразивності різального шару інструменту), показник однорідності шліфпорошку за формоподібністю проекції зерен, шорсткість проекції зерна, товщина покриву, середнє значення кутів загострення різальних кромок та продуктивність обробки. У випадку шорсткості обробленої поверхні за параметром Ra найбільший вплив на неї виявляють продуктивність обробки, добуток числа зерен в одному караті на кількість кутів загострення різальних кромок, питомий периметр проекції зерен, середнє значення кутів загострення різальних кромок та зовнішня питома поверхня порошку. Коефіцієнти множинної кореляції виявились такими: $R_{mk} = 0,9508$ у випадку питомої витрати абразиву та $R_{mk} = 0,7061$ у випадку шорсткості обробленої поверхні.

Такі значення цих коефіцієнтів свідчить про наявність взаємозв'язку між відібраною для аналізу сукупністю незалежних факторів з кожним із залежних факторів. Для подання цього взаємозв'язку в аналітичному вигляді була виконана апроксимація відповідних експериментальних даних, відібраних із врахуванням виконаного вище аналізу коефіцієнтів кореляції, із використанням програмного комплексу LrAprox [1]. В автоматизованому режимі було проаналізовано по 368640 варіантів апроксимівних залежностей для кожного із двох залежних факторів. Для відносної витрати абразивного шліфпорошку в автоматизованому режимі було проаналізовано 8388608 варіантів апрок-

симівних залежностей. Найбільш оптимальною за середнім значенням відносної похибки із них виявилися такою:

$$q = a_0 + 1,5a_1 \lg(Q) + a_2 Rg + a_3 \lg(n^*) + a_4 \varphi + \frac{a_5}{\lg(u_{fpg})} + a_6 h \sqrt{h}, \quad (1)$$

де $a_0 = 41371,76$ мг/Г; $a_1 = 34,7932$ (мг·хв)/(Г×мм³); $a_2 = -5552,083$ мг/Г; $a_3 = -13925,21$ мг/Г; $a_4 = -0,6739$ мг/(Г·град.); $a_6 = -2,7432$ мг/(Г·мм^{1,5}); $a_5 = 232,0395$ мг/Г; $n^* = (n_z \cdot n_{ce})/1000$.

У випадку шорсткості обробленої поверхні в автоматизованому режимі було проаналізовано 2985984 варіантів апроксимівних залежностей. Найбільш оптимальною за середнім значенням відносної похибки із них виявилися такою:

$$Ra = a_0 + a_1 \tilde{Q}^2 \sqrt{\tilde{Q}} + a_2 p_s^2 \sqrt{p_s} + a_3 F_{oss}^2 \sqrt{F_{oss}} + a_4 \sqrt{n^*} + a_5 \tilde{\varphi}^3, \quad (2)$$

де $a_0 = -5,7035$ мкм; $a_1 = 0,0015$ (мкм·хв^{2,5}/мм^{5,5}); $a_2 = -6,5423$ мкм^{3,5}; $a_4 = 0,5392$ мкм; $a_3 = -0,1988E-02$ (мкм·кг^{2,5}/мг^{2,5}); $a_5 = -0,0021$ мг/град.³;
 $\tilde{Q} = Q/100$; $\tilde{\varphi} = \varphi/10$

Результати відтворення відповідних експериментальних даних за залежностями (1) та (2) подаються у табл. 4 та 5 відповідно. Середні значення відносної похибки склали 16,24% у першому випадку та 4,23% – у другому.

Таблиця 4 – Результати відтворення експериментальних даних за залежністю (1) для відносної витрати алмазного порошку (q , мг/Г)

Q , мм ³ /хв	Rg	n^* , шт.	φ , град	u_{fpg}	h , мкм	Відносні витрати алмазного порошку		
						точне	прогноз	відносна похибка, %
200	1,0719	350,89	101,29	69,50	4,68	7	5,92	15,54
	1,0749	349,97	99,08	57,71	4,55	9	8,38	6,86
	10,0916	343,93	92,73	59,82	4,54	17	25,09	47,57
	1,0854	345,92	97,82	63,56	5,05	25	16,47	34,12
	1,0783	348,53	96,85	64,25	3,66	22	22,98	4,47
	1,0906	326,12	94,91	73,91	5,12	343	344,79	0,52
400	1,0787	350,89	101,29	69,50	4,68	17	21,62	27,19
	1,0719	349,97	99,08	57,71	4,55	20	24,09	20,47
	1,0749	343,93	92,73	59,82	4,54	46	40,80	11,31
	1,0854	345,92	97,82	63,56	5,05	32	32,18	0,56
	1,0783	348,53	96,85	64,25	3,66	43	38,69	10,01

Таблиця 5 – Результати відтворення експериментальних даних за залежністю (2) для шорсткості обробленої поверхні (Ra , мкм)

Q , мм ³ /ХВ	p_s	F_{oss}	n^* , шт	ϕ , град	Ra		
					точне	прогноз	відносна похибка, %
200	1,0719	15,31	350,89	101,29	0,37	0,389	5,158
	1,0749	15,74	349,97	99,08	0,37	0,37	0,074
	10,0916	16,64	343,93	92,73	0,33	0,376	14,028
	1,0854	15,59	345,92	97,82	0,45	0,45	0,091
	1,0783	16,10	348,53	96,85	0,45	0,386	14,137
	1,0906	15,50	326,12	94,91	0,36	0,358	0,678
400	1,0787	15,31	350,89	101,29	0,43	0,429	0,327
	1,0719	15,74	349,97	99,08	0,41	0,41	0,053
	1,0749	16,64	343,93	92,73	0,44	0,419	5,499
	1,0854	15,59	345,92	97,82	0,49	0,49	0,017
	1,0783	16,10	348,53	96,85	0,40	0,426	6,474

Порівняльний аналіз показує, що залежність (2) дає кращі результати апроксимації, ніж залежність (1). Підвищення відтворювальної здатності залежності (1) можна досягти шляхом використання більшої кількості експериментальних даних, які використовуються для її побудови.

Таким чином, наявність залежностей (1) та (2) дозволяє виконувати прогнозування можливих значень показників відносної витрати алмазних порошків та шорсткості обробленої поверхні за параметрами процесу обробки та за показниками визначальних морфометричних характеристик модифікованих шліфпорошків, використаних у різальному шарі абразивного інструменту.

Література

1. Петасюк, Г.А. Компьютерно-програмная система многовариантного построения и анализа эмпирических математических моделей LrArгох для применения в научно–прикладных задачах материаловедения / Г.А. Петасюк, О.У. Петасюк // Порошковая металлургия : респ. межвед. сб. науч. тр. – Минск, 2008. – Вып. 31. – С. 58–63.

АСПЕКТИ СИНЕРГЕТИКИ У ВИНАХІДНИЦТВІ

Синергетика – це новий науковий напрямок, що вивчає закономірності самоорганізації впорядкованих структур різної природи. Останні є відповідальними за з'явлення порядку із хаосу. На відміну від традиційних підходів, синергетика фокусує увагу на незворотніх процесах, які протікають за межами термодинамічної рівноваги у відкритих системах. Закони їх протікання виявились спільними для живої і неживої природи. Це дає можливість установити більш загальні закономірності, ніж ті, що характеризують рівноважні оборотні процеси. Синергетика об'єднує підходи до різних галузей знань: фізики, техніки, хімії, біології, медицини, соціології тощо.

Цей напрямок науки виник на початку 70-х років минулого століття. Його назва походить від грецького слова "synergeticos", що позначає сумісну, узгоджену дію. При самоорганізації упорядкованих структур основна роль належить колективній взаємодії поведінки елементів складної системи. Цим пояснюється назва наукового напрямку, що запропонував Герман Хакен (рис. 1) [1].

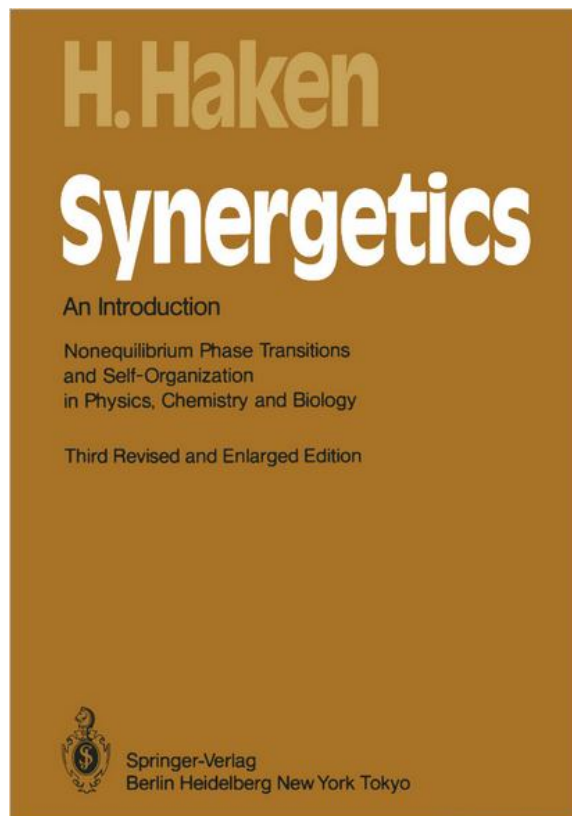
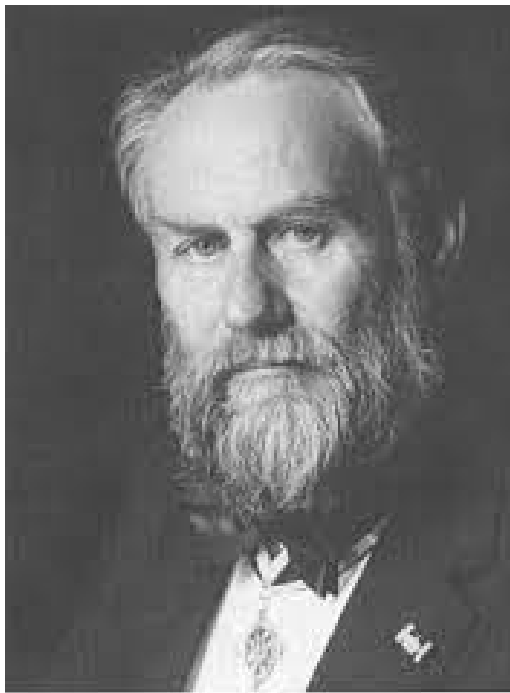


Рисунок 1 – Герман Хакен та його фундаментальна праця

Самоорганізація – це коли зовнішня дія відсутня, а складові діють взаємно, виконуючи свою функцію. Щоб самоорганізація виникла, повинен бути певний початковий поштовх або випадковий поштовх, що повторюються. У будь-якій системі такі флуктуації є. Після того, як самоорганізація відбулася, саме флуктуації переводять систему у новий стан.



Рисунок 2 – Ілля Пригожин – фізик, Бельгія

Відповідно до положень Іллі Пригожина (рис. 2.), що розробив математичний апарат, який описує поведінку системи поблизу точок біфуркації, відбувається наступне [2].

Система за рахунок випадкових флуктуацій вибирає один із кількох варіантів, оскільки поблизу цих точок флуктуації стають сильними. Досягаючи стадії флуктуації, система втрачає стійкість. Чергування стійкості і нестійкості – загальний феномен у еволюції будь-якої відкритої системи. Цей процес є незворотнім. Сказане означає, що систему після біфуркації не можливо повернути у початковий стан. Для визначення ситуації, що виникла після дії флуктуації на систему використовується термін "порядок через флуктуації"[2].

Синергетика впливає і впливатиме на різні галузі знань. Зокрема, силового впливу зазнають матеріалознавство, машинобудування і технології [3]. Тому *метою* нашого дослідження є вплив цієї галузі знань на проблеми винахідництва.

Автори вважають, що творча діяльність у галузі технологій відбувається за законами синергетики, а винахід є кінцевим результатом такої діяльності. З цих позицій визначення прототипу винаходу є своєрідною точкою біфуркації будь-якої відомої механічної системи (пристрою, способу, речовини).

Наведемо кілька прикладів відомих винаходів у галузі техніки з приділенням особливої уваги пошуку прототипів, як точок біфуркації існуючих систем.

Швейна промисловість немислима без початкової ідеї голки Зінгера, в основі винаходу якої знаходився постулат автора, що голка має шити вістрям-вушком. Точкою біфуркації системи тут було перенесення вуш-

ка до вістря. У прототипі (класичній голці для ручного шиття) ці складові знаходились на протилежних кінцях інструменту. На сьогодні голка Зінгера є основою усіх машин і технологій швейної промисловості.

Інший приклад. У ХІХ ст. хіміки запропонували кілька методів розкладу нафти на складові. Найбільш легкі з них (бензин, гас тощо) були використані першими автомобілебудівниками (Бенц, Даймлер) як паливо для двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) з іскровим запалюванням. Проте більш важкі але дешевші рідини для таких двигунів виявились непридатними. Тоді Рудольф Дизель запропонував нову схему двигуна, яка пізніше отримала назву «дизель». У новому двигуні суміш «паливо-повітря» впорскувалось у попередньо стиснутий у 15–20 разів об'єм повітря циліндра ДВЗ. Таким чином, ця суміш отримувала можливість самозапалюватись. Отже, обмеження двигунів з іскровим запалюванням по стисненню суміші до 8–10 разів тут послужило точкою біфуркації системи.

Це одним аргументом на користь ідеї авторів даної публікації служить винахід кулькової ручки. Справа в тому, що надійна універсальна перова ручка завдавала проблем штурманам літаків, які, як відомо, працюють за схемою 3D. Чорнило витікало в цих умовах і перова ручка ставала непридатною для використання. Тобто виникли умови для біфуркації системи, в результаті чого і виникла перед винахідниками ідея кулькової ручки. Завдяки своїй простоті і зручності ця ручка на сьогодні майже повсюдно витіснила перову і в умовах 2D.

Яскравим прикладом вичерпання службових властивостей відомого інструментального матеріалу (швидкорізальна сталь) і винайденням нового інструментального матеріалу (металокерамічний твердий сплав) служить винахід 1927 р. У цьому році фірма «Krupp» (Німеччина) уперше застосувала новий інструментальний матеріал торгової марки «Widia». Цей матеріал принципово відрізняється від сталі тим, що, по-перше, зовсім не містить у собі заліза і вуглецю, а, по-друге, не є литим, а спеченим. Тверді сплави (так їх називають у процесах обробки і у матеріалознавстві) є композиційними матеріалами, де наповнювачем слугують тверді карбіди (WC, TiC, TaC), а речовиною, що зв'язує – м'який кобальт (Co). Матеріал має надзвичайно високі твердість (HRA 87 – 91) і, у залежності від марки, теплостійкість (700 – 1100 °C). Тверді сплави є незамінними при високих швидкостях різання (500 м/хв) і високій твердості ОМ. Тобто, цей матеріал є основним у високошвидкісних процесах.

Вичерпанням абразивних властивостей твердого сплаву (це точка біфуркації) і міцності та розмірів промислових алмазів (це дві точки

біфуркації) скористались винахідники нового матеріалу «Славутич». Авторам (Бакуль В.М. та ін.) удалось поєднати в цьому композиційному матеріалі позитивні властивості металокерамічного твердого сплаву марки ВК (матриця) та алмазу дрібних фракцій (наповнювач). При цьому була вирішена серйозна проблема, яка полягала у наступному. Твердий сплав мав температуру спікання біля 1300 °С і час спікання – приблизно 24 год. Алмаз же згорав на повітрі при температурі 800 °С. Винахідники знайшли матеріал та технологію "вуалізації" зерен алмазу, що не давав останньому знову перетворюватись у графіт, навіть, при температурі 1300 °С протягом доби при сумісному перебуванні у графітовий прес-формі. Таким чином, була вирішена проблема використання дрібних алмазів (наприклад, фракції 500/630) у глибокому бурінні на нафту і газ. Залишки матеріалу «Славутич» після використання у бурових долотах йшли на виготовлення правлячого інструменту для абразивних кругів. Отже, новизна й корисність нового композиційного матеріалу були безсумнівними.

Кілька прикладів із царини засобів транспорту.

Зручний економічний доступний і компактний мотоцикл уже у момент його винайдення набув великої популярності. Проте верховне християнське духовне керівництво тоді поставило вимогу, щоб, користуючись цим транспортним засобом, служителі культу не втрачали гідності. Справа в тому, що усі ці діячі носили сутану, а при початку їзди на мотоциклі треба було перекидати ногу (наче сідаючи на коня). Так з'явився моторолер (нині скутер), який знайшов і прихильниць жіночої статі, що тоді носи довгі сукні. Тут точкою біфуркації служать порівняльні компоновки мотоцикла і моторолера.

Цікаво прослідкувати еволюцію апарату для повітроплавання (аеростат, повітряна куля) з визначенням точок біфуркації. Цей апарат легший за повітря. Винахідники першої версії апарату брати Монгольф'єр скористались фізичною властивістю повітря змінювати густину при зміні температури. Тепле повітря легше за звичайне. Джерелом нагріву повітря служило звичайне багаття. Тепле повітря надходило у об'єм кулі, в результаті чого остання набирала висоту. Однак можливості апарату обмежувались остиганням повітря і система тим самим досягала точки біфуркації. В результаті виникли аеростати, що наповнювались легким газом (воднем, гелієм тощо). Проте їх громіздкість, тихохідність і вибухонебезпечність зробили обмеження для пасажирських перевезень. Винайдення мобільних джерел нагрівання повітря дало можливість повернутись до монгольф'єрів. Адже сам пальник і запас пального

можна розмістити у гондолі кулі, а пілот управлятиме джерелом нагрівання і самим польотом. На сьогодні відомі кругосвітні подорожі на монгольф'єрах професіоналів та аматорів.

Нарешті про літальні апарати, що важчі за повітря (літаки, гелікоптери, безпілотні апарати тощо). Спочатку та і сьогодні інженери-авіатори займаються удосконаленням літаків і досягли у цьому не мало успіхів. Проте зліт і посадка літаків вимагає наявності горизонтальних смуг аеродромів чи навіть відповідних площадок певної довжини спеціалізованих кораблів. Це послужило як точка біфуркації системи «літак» до винайдення гелікоптера (вертольота, гвинтокрила). Між іншим, тут немало попрацював і наш земляк Ігор Сікорський. У схемах «літак-гелікоптер» точкою біфуркації послужила саме необхідність злітно-посадкової смуги. Головний гвинт гелікоптера у той же час виконує різні функції: рушія, крила, елерона. Але найбільшою перевагою цього апарату – є відсутність злітно-посадкової смуги, тобто вертикальний зліт і зависання у повітрі у потрібний момент. Це робить гелікоптер незамінним у будівництві, військовій справі, при ліквідації наслідків ситуацій надзвичайного стану тощо.

Отже, винахідництво є творчим процесом людини у експериментальній фізиці, клінічній медицині, агрономії, біології, техніці – у всіх галузях діяльності, де вимагається удосконалення уже відомих процесів, пристроїв, речовин, які перебувають на межі вичерпання своїх корисних властивостей. В усіх цих випадках пошук прототипів системи, що на думку авторів, є нічим іншим, ніж визначенням точки біфуркації системи.

Література

1. Haken, H. Synergetics: An Introduction / H. Haken. – Berlin, New York : Springer Science and Business Media, 2013. – 390 p.
2. Prigogine, I. Order out of Chaos : Man's New Dialogue with Nature / I. Prigogine, I. Stengers. – London : Verso, 2017. – 349 p.
3. Посвятенко, Е.К. Історична спорідненість розвитку прикладних технічних наук: монографія / Е.К. Посвятенко, О.Є. Тверитникова, Н.І. Посвятенко, Т.В. Мельник. – Харків : НТУ «ХПІ»; ФОП Панов А.М., 2017. – 224 с.
4. Посвятенко, Н.І. Методологічні основи наукових досліджень: підручник для студентів технічних спеціальностей / Н.І. Посвятенко, О.Є. Тверитникова, Е.К. Посвятенко, Ю.Є. Демідова. – Харків : «Факт», 2022. – 320 с.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ІНЖЕКЦІЙНОГО ФОРМУВАННЯ ВИРОБІВ З КОНСТРУКЦІЙНОЇ КЕРАМІКИ НА ОСНОВІ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Основними завданнями при розробці технології масового виробництва виробів методом інжекційного формування є розрахунки процесів теплопереносу та заповнення прес-форми термопластичною масою на стадії інжекційного лиття. Це дає змогу визначити: температурне поле в робочому тракті установки та температурно-часові залежності охолодження інжектваного матеріалу в прес-форму, поле тиску в порожнині форми, час заповнення її термопластичною масою, закономірність розподілу ліній спаю в об'ємі формованого виробу для різних типів прес-форм, різних значень їх розмірних параметрів і різних видів інжектваних матеріалів.

На сьогоднішній день у світовій практиці вивчення процесів лиття під тиском найбільшого поширення набули комерційні комп'ютерні програми C-Mold, Moldflow, ProCAST. Для розрахунку процесів теплообміну на стадії лиття в даній роботі використовували розроблений нами пакет програм. Для комп'ютерного моделювання процесу заповнення прес-форми термопластичною масою використовували спеціальне програмне забезпечення для розрахунку гідродинамічних процесів методом скінчених елементів.

Нагрівання термопластичної маси в робочому тракті литтєвої установки здійснюється шляхом підведення тепла від нагрівача, розташованого вздовж робочого циліндра, в якому циркулює нагріта до певної температури рідина. На першому етапі моделювання процесів теплообміну в установці (до підключення прес-форми) необхідно підібрати таку температуру рідини в нагрівачі, яка б забезпечувала рівномірний нагрів термопластичної маси до температури ~ 80 °C. Після розрахунку стаціонарного нагріву термопластичної маси в робочому тракті необхідно змоделювати нестационарні теплові процеси на етапах приєднання прес-форми, після впорскування в неї термопластичної маси та під час вільного охолодження форми поза установкою.

Розподіл температури в робочому тракті було визначено з чисельного розв'язання задачі теплопровідності для всієї установки інжекцій-

ного лиття. У результаті моделювання процесу нагріву термопластичної маси на основі AlN, WC та SiC встановлено, що температура в робочому тракті розподіляється практично рівномірно і її значення досягає рівня температури води в нагрівачі.

Проведено поетапне моделювання процесів теплопереносу в установці інжекційного лиття під час прогріву прес-форми, після інжектування в її порожнину термопластичної маси і при охолодженні прес-форми поза установкою. Основною метою розрахунків на цих етапах є визначення температурно-часових залежностей витримки зформованого виробу в прес-формі до температури ~ 40 °C, що забезпечує надійне затвердіння зв'язуючого.

Встановлено, що після підключення прес-форми до установки спостерігається її досить динамічний нагрів у зоні, прилеглої до робочого циліндра. Далі, після інжектування матеріалу в форму, спостерігається початкове охолодження маси, після чого починається її нагрів. На цьому етапі бажано від'єднати форму від машини. Час вільного охолодження маси в прес-формі поза установкою до температури ~ 40 °C визначається теплофізичними властивостями інжектваного матеріалу.

Також отримано зведені графіки характерного часу охолодження термопластичних мас у прес-формі для інжекційного лиття виробів залежно від їх розмірних параметрів. Ці залежності використовуються як калібрувальні для налагодження технологічних процесів інжекційного лиття виробів.

Процес заповнення термопластичною масою прес-форми описано за допомогою реологічної моделі нелінійної в'язкої рідини з урахуванням залежності зсувної в'язкості від концентрації порошку та швидкості зсувної деформації.

Під час заповнення прес-форми термопластичною масою важливу роль відіграють: розташування інжекційного отвору; геометрія виробу; умови процесу – температура термопластичної маси, температура прес-форми, час інжекції та швидкість подачі термопластичної маси. Варіюючи ці фактори, можна впливати на якість заповнення прес-форми, що в подальшому впливає на якість готового виробу.

Основним технологічним параметром інжекційного лиття є швидкість подачі термопластичної маси в порожнину прес-форми, яку задавали постійною з метою порівняльного аналізу розрахункових результатів. Ефективну в'язкість термопластичної маси вибирали, враховуючи значення об'ємної концентрації керамічного порошку у 54%.

Таким чином, було проведено комп'ютерне моделювання процесу інжекційного лиття термопластичної маси у прес-форму для отримання оптимальних значень технологічних параметрів формування залежно від форми, типорозміру керамічного виробу, розташування інжекційного отвору. Встановлено кореляційні залежності часу заповнення форм від розміру виробу та розташування інжекційних отворів, при яких спостерігається мінімальна довжина ліній спаю у виробі в кінці процесу інжектування. Також проведено дослідження мікротвердості матеріалу заготовки, отриманої після інжекційного лиття у прес-форму для виготовлення керамічного виробів. Встановлено залежність мікротвердості від зусилля індентування і побудовано 3D-мапу розподілу мікротвердості по площині осьового перерізу заготовки. Представлений комплексний підхід до аналізу ущільнення керамічного матеріалу заготовки, підтверджує достовірність комп'ютерного моделювання процесів теплопереносу прес-форми в процесі інжекційного лиття і дає можливість в подальшому використовувати отримані результати при проектуванні найбільш ефективних прес-форм та підборі оптимальних параметрів процесу інжекційного формування.

Роїк Т.А., Віцюк Ю.Ю., Бровкин А.О.
НТУ України «КПІ ім. Ігоря Сікорського», Київ, Україна

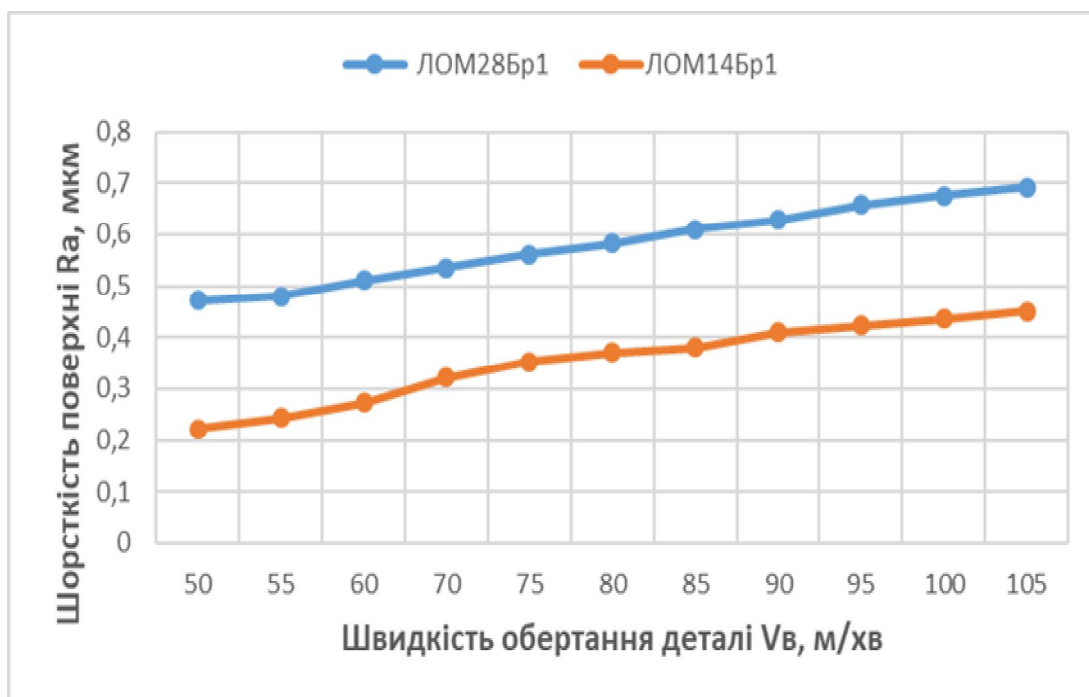
ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ КОМПОЗИТНИХ ДЕТАЛЕЙ ТЕРТЯ ДРУКАРСЬКОГО ОБЛАДНАННЯ

Метою дослідження є визначення впливу технологічних режимів ельборового шліфування на параметри якості циліндричних контактних поверхонь самозмащувальних композитних антифрикційних деталей на основі відновлених промислових шліфувальних відходів високолегованої сталі 8Х4В2МФС2 з домішками твердого мастила CaF_2 , що призначені для оснащення вузлів офсетних, друкарських, формних циліндрів друкарського обладнання.

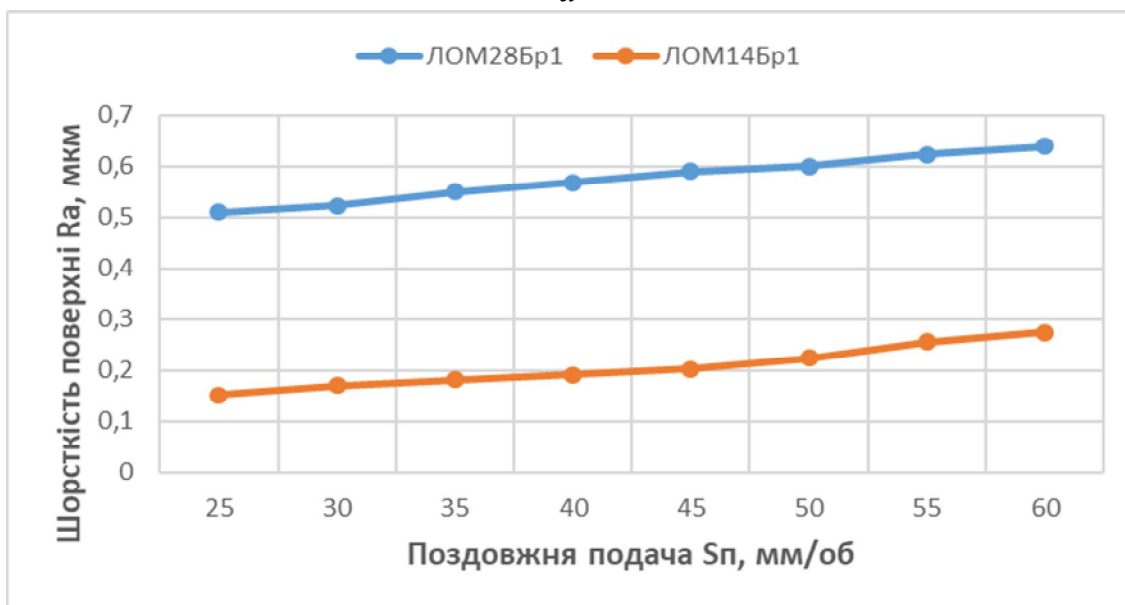
Технологічні операції виготовлення складались з підготовки вихідної шихти, що включала комплексну технологію регенерації промислових металевих шліфувальних відходів, змішування відновлених сталевих порошків-відходів з неметалевими порошками твердого мастила CaF_2 , пресування і спікання заготовок.

Параметри шорсткості поверхонь Ra вимірювались з використанням оптичного профілометра ProfilControl 7S (Pixargus GmbH), ельбове шліфування зразків виконувались при глибині шліфування t у діапазоні 0,002–0,015 мм.

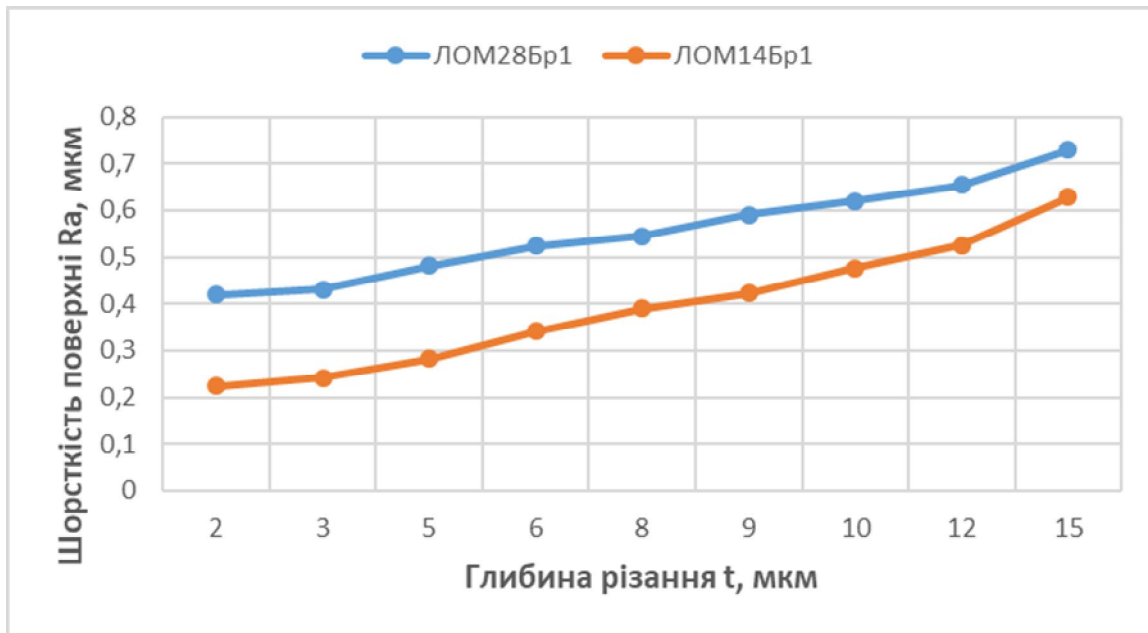
У експериментальних дослідженнях з тонкого шліфування використовувались шліфувальні круги з ельбору ЛО зернистістю М7–М28, на керамічній, металевій, бакелітовій, та бакелітно-гумовій зв'язці. Результати досліджень зміни параметрів шорсткості Ra нового антифрикційного композиту 8Х4В2МФС2+5%СаF₂ залежно від режимів тонкого внутрішнього ельборового шліфування наведено на рис. 1.



a



б



в

Рис. 1 – Параметри шорсткості поверхні Ra антифрикційного композиту 8X4B2MFC2+5%CaF₂ залежно від режимів тонкого внутрішнього ельборового шліфування (швидкість круга – $V_{кр.} = 40$ м/с):

$a - S_{II} = 30$ мм/об.; $t = 2$ мкм; $б - V_B = 50$ м/хв.; $t = 2$ мкм;

$в - V_B = 50$ м/хв.; $S_{II} = 30$ мм/об.

Як показано на рис. 1, при круглому внутрішньому ельборовому шліфуванні характер зміни параметру шорсткості Ra в умовах змінних технологічних режимів різання (поздовжня подача 25–55 мм/об., швидкість обертання деталі 50–100 м/хв., глибина шліфування 0,002–0,015 мм) дозволяє дійти висновку, що застосування кругів на основі ельбору ЛО зернистістю 14–28 мкм на бакелітно-гумовій зв'язці та дотримання щадних режимів ельборового шліфування, таких як мінімальна поздовжня подача – 30 мм/об., швидкість круга – 40 м/с, швидкість обертання деталі – 50 м/хв. і глибина різання – 2 мкм дає змогу стабільно отримувати найкращі результати за параметром якості Ra .

Дослідження впливу технологічних параметрів тонкої обробки робочих поверхонь при круглому ельборовому шліфуванні (внутрішньому і зовнішньому) нових самозмащувальних композитних деталей системи 8X4B2MFC2–CaF₂ показали, що дотримання щадних технологічних режимів різання здатне забезпечити найвищі характеристики обробленої поверхні, що підтверджено профілометричним аналізом.

Встановлено наступні режими: для плоского ельборового шліфування – швидкість круга – 22 м/с, поздовжня подача – 2 м/хв., поперечна подача – 0,1 мм/подв. хід; глибина різання – 2 мкм; для круглого зовнішнього ельборового шліфування – швидкість круга 40 м/с, швид-

кість обертання деталі 30–40 м/хв., поздовжня подача 25–35 мм/об. та глибина різання 2 мкм; для круглого внутрішнього ельборового шліфування – поздовжня подача – 30 мм/об., швидкість кругу – 40 м/с, швидкість обертання деталі – 50 м/хв. і глибина різання – 2 мкм.

Визначені діапазони технологічних режимів тонкого ельборового шліфування для нових антифрикційних композитів системи шліфувальні відходи сталі 8Х4В2МФС2–СаF₂ цілком можна застосовувати для прецизійної обробки поверхонь деталей, виготовлених з шліфувальних відходів сталей, близьких за набором і вмістом хімічних елементів. Це підтверджено отриманими величинами параметру шорсткості поверхонь *Ra*, які мають співставні значення з одержаними раніш результатами, як при експериментах з визначення впливу зв'язки, зернистості ельборового кругу, так і при експериментах з тонкого ельборового шліфування поверхонь за різними схемами.

Отримані результати дозволили зробити узагальнення щодо використання технологічної схеми ельборового шліфування для фінішної обробки взаємозамінних, близьких за хімічним складом композитів зі сталевих промислових шліф-відходів, які можуть бути ефективно застосовані для виготовлення нових самозмащувальних деталей для оснащення вузлів поліграфічних машин.

*Руденко П.М., Зяхор І.В., Дідковський О.В.,
Антіпін Є.В., Шило Ю.А.* Інститут електрозварювання
ім. Є.О. Патона НАН України, м. Київ, Україна

МІЖНАРОДНІ СТАНДАРТИ У ПРОГРАМІ СТАТИСТИЧНОГО КОНТРОЛЮ ПРОЦЕСУ КОНТАКТНОГО СТИКОВОГО ЗВАРЮВАННЯ ОПЛАВЛЕННЯМ (КСЗО) ЗАЛІЗНИЧНИХ РЕЙОК

Оптимізація технологічного процесу КСЗО залізничних рейок, удосконалення комп'ютеризованих систем управління та контролю рейкозварювального устаткування спрямовано на забезпечення відповідності показників якості зварних стиків вимогам діючих нормативних документів. Зварювання рейок різних марок та профілю при виготовленні нових та ремонті існуючих залізничних колій виконуються за допомогою 17 стаціонарних та 39 мобільних рейкозварювальних машин, які

працюють на шести рейкозварювальних підприємствах (РЗП) АТ «Укрзалізниця». Системи управління кожної рейкозварювальної машини, окрім прямого цифрового керування, виконують контроль основних параметрів процесу зварювання у відповідності з галузевим стандартом ТУ У 24.1-40075815-002:2016.

Для управління якістю виробництва всіх РЗП України згідно стандартів (ДСТУ ISO 9000, 9001 та 9004) результати контролю кожного стику надсилаються у Діагностичний центр (ДЦ) АТ Укрзалізниця у вигляді протоколу для подальшого аналізу. До електронного протоколу зварювання, додаються дані ультразвукової дефектоскопії (УЗД) кожного стику та результати випробування зварних зразків рейок – руйнівні випробування на статичний поперечний згин, які для стаціонарних рейкозварювальних машин виконують на початку і в середині зміни. При КСЗО на пересувних мобільних комплексах випробування проводять через кожних 50 зварних з'єднань.

При аналізі протоколів КСЗО залізничних рейок у ДЦ для своєчасного виявлення систематичних відхилень і оптимізації технологічного процесу була розроблена програма статистичного контролю КСЗО рейок, блок-схема якої наведена на рис. 1. Програма використовує статистичні методи обробки інформації згідно ДСТУ ISO/TR 10017:2005 «Настанови щодо застосування статистичних методів згідно з ISO 9001:2000». Програма може виконувати всю рутинну роботу по виявленню збурень режимів КСЗО рейок і пошуку рішення по їх подоланню, розраховує узагальнюючі оцінки та подає їх у чисельному та графічному вигляді, зручному для аналізу та прийняття рішень висококваліфікованим спеціалістом-технологом.

Основним методом дослідження в програмі є аналіз можливості (спроможності) процесу (process capability). Оцінка притаманної мінливості та розподілу процесу виконується згідно вимогам ТУ У 24.1-40075815-002:2016 для десятка параметрів процесу, а також додаткових п'яти параметрів, що не входять в ТУ, але є суттєвими для оцінки якості зварних з'єднань рейок у програмі, крім індексів можливості C_p , C_{pk} (process capability index) відповідно ISO 22514-2:2017 «Statistical methods in process management – Capability and performance» по кожному параметру процесу надаються межі відтворення його у масиві, верхня та нижня частка невідповідних одиниць за характеристикою продукції згідно ТУ (upper & lower fraction nonconformity of the product characteristics), результати контролю якості за нечіткою логічною моделлю. Результати розрахунків подаються в табличній формі та у вигляді діаг-

рам. Для візуальної оцінки розподілу значення параметрів у масиві розраховується та видаються відповідні гістограми.

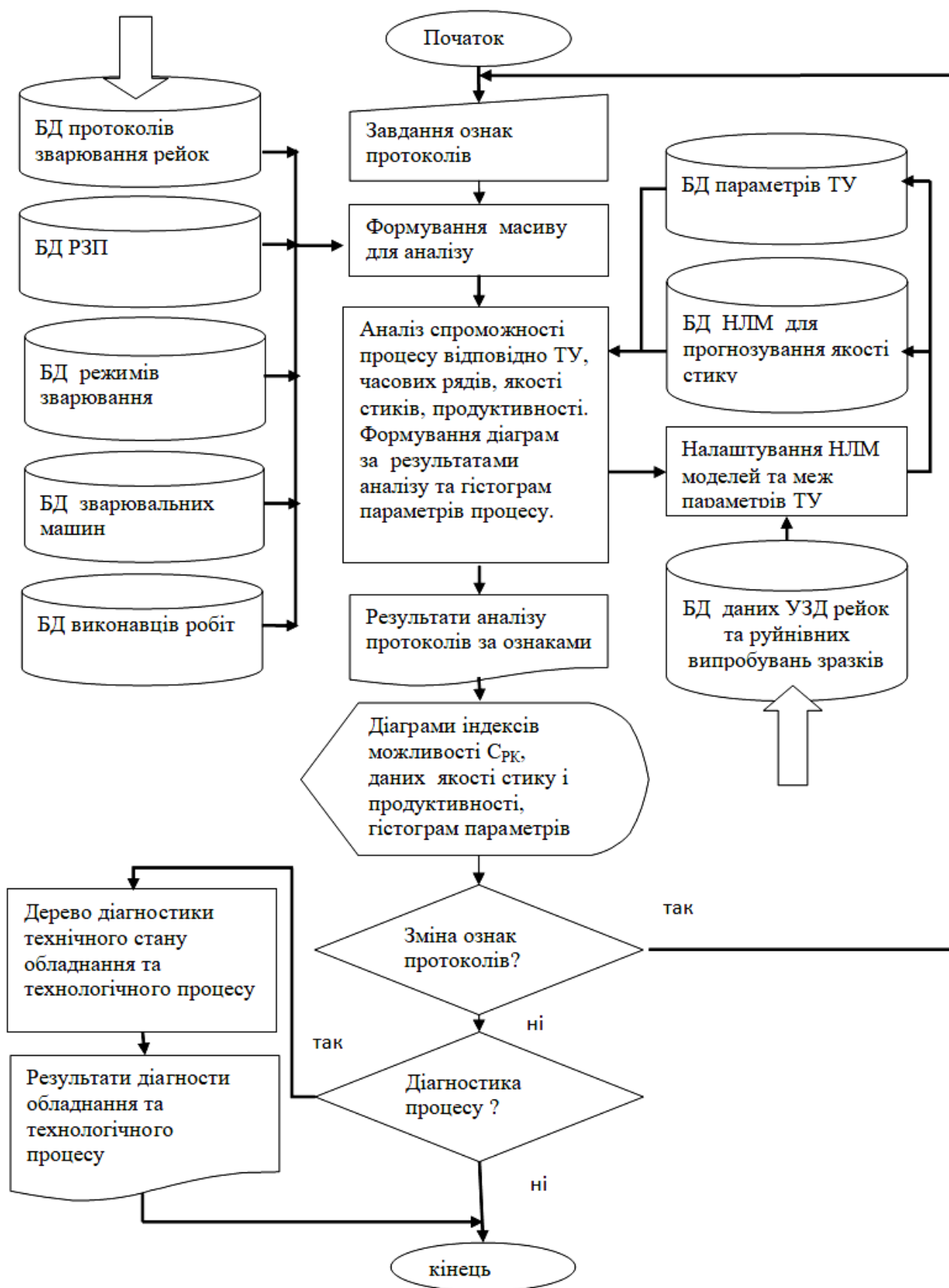


Рис. 1 – Блок-схема програми статистичного контролю КСЗО рейок

Якість зварного з'єднання і пов'язані параметри процесу КСЗО залежать від складових вхідних даних і відповідних збурень заданого режиму зварювання, технічного стану вузлів зварювальні машини, технологічної дисципліни персоналу, зовнішніх умов виробництва на РЗП (якості джерела живлення електроенергії, температури навколишнього середовища та інше).

Збурення процесу за цими факторами можна оцінити порівнянням даних аналізу можливості процесу для різних значень вибраного фактору шляхом стратифікації (розшарування, сортування, розділення) даних із всієї бази протоколів зварювання стиків відповідно заданим ознакам. Ознаки стратифікації задаються оператором програми і таким чином аналізується залежність процесу від вибраних режимів зварювання, марки рейки, партії рейок, їх виробника, технічного стану рейкозварювальних машин, кваліфікації виконавців робіт, умов зварювання на РЗП.

Для цих факторів впливу можливе дослідження поведінки процесу у часі. Наприклад, при аналізі технічного стану зварювальних машин виявлена машина з великими C_p , C_{pk} . Тоді для цієї машини оцінюється спроможність процесу для окремих інтервалів часу з метою виявлення можливого старіння вузлів машини, що потребує уваги. При цьому оператором програми задається інтервал дослідження та інтервал часового усереднення.

Враховуючи вірогідність зміни хімічного складу і механічних властивостей основного металу при зварюванні нової партії рейок виконується зварювання технологічних зразків, їх руйнівні випробування, за результатами яких уточнюються та корегуються режими КСЗО. Ці дані, а також результати УЗД можна використовувати для налаштування моделей прогнозування якості на основі нечіткої логіки.

Прогнозування збурень на процес зварювання рейок, у тому числі планування ремонту зварювального обладнання, корегування режиму КСЗО за результати досліджень можна за деревом діагностики технічного стану обладнання та технологічного процесу. Такий алгоритм розроблений на снові експертних оцінок і потребує відповідного досвіду по контролю процесу, який можна отримати за допомогою розробленої програми. Цей алгоритм відповідає використанню циклу PDCA: плануй-виконуй-перевірй-дій (plan-do-check-act) з ризик-орієнтованим мисленням (ISO 9001) для безперервного поліпшення ефективності системи управління та технологічного процесу КСЗО залізничних рейок у цілому. Об'єкт з найкращими показниками може бути зразковим для інших для подальшої оптимізації процесу для всіх рейкозварювальних

підприємств. Розроблена програма рекомендована для промислового використання у ДЦ АТ «Укрзалізниця».

Рябченко С.В., Муковоз С.Ю. Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля, Київ
Нежебовський В.В. АТ «Світло Шахтаря»,
Харків, Україна

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ШЛІФУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН АБРАЗИВНИМИ КРУГАМИ З МОНОКРИСТАЛІЧНОГО КОРУНДУ

Забезпечення якості шліфування деталей із спеціальних сталей є актуальною проблемою сучасного машинобудування. Відомо, що підвищити якість обробки деталей і, відповідно, їх надійність та ресурс роботи можна шляхом застосування ефективних технологій шліфування, що забезпечують зниження теплової й силової напруженості процесу і підвищення продуктивності обробки.

Зміст даної роботи полягає у використанні абразивних кругів з монокорунду при шліфуванні деталей зі спеціальних сталей. Така технологія дозволяє порівняно з іншими методами обробки суттєво підвищити зносостійкість і точність обробки та знизити висотні параметри шорсткості поверхні деталей.

Шліфувальні круги з монокорунду мають гарне самозаточування, технологічні з точки зору профілювання та правки, дозволяють шліфувати деталі з мінімальним виділенням тепла у зоні різання порівняно зі звичайними кругами.

Для досягнення мети роботи виготовлені спеціальні круги з монокорунду, розроблені технологічні режими обробки, досліджена точність та шорсткість поверхонь деталей після обробки. Дослідження виконувались в умовах промислового випробування на підприємстві АТ «Світло Шахтаря» (м. Харків) при шліфуванні зубчастих коліс.

Шліфування зубчастих коліс кругами з монокорунду дозволяє забезпечити якісні показники профілю зуба редукторів у порівнянні зі звичайними шліфуванням кругами з білого корунду. А саме, забезпечуються висока точність (2 ступень) профілю колеса та шорсткість профілю дорівнює $Ra\ 0,63$.

СТАНДАРТИЗАЦІЯ В УКРАЇНІ ВІДПОВІДНО ДО ПРОГРАМИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО СПІВРОБІТНИЦТВА ЗБРОЙНИХ СИЛ КРАЇН НАТО

Україна стала асоційованим членом програми технологічного співробітництва збройних сил країн НАТО, що дозволить їй брати участь у розробленні нових стандартів Альянсу. Про це заявив Президент України 12 липня 2022 р. під час відеозвернення [1]. Він наголосив: «Сьогодні хочу відзначити одне рішення, яке виглядає ніби технічним, але за ним — багато і символізму, і дуже змістовної політичної роботи. Україна стала асоційованим членом спеціальної багатосторонньої програми НАТО щодо технологічної взаємосумісності. Якщо казати простіше – це про стандарти Альянсу. Україна тепер не лише впроваджує в себе стандарти НАТО, а й може брати участь у розробці нових стандартів». Стандарти НАТО – це внутрішні нормативні документи зі стандартизації призначені для безпосереднього застосування органами військового управління країн-учасниць НАТО [2].

За словами Президента України, наша держава має що запропонувати своїм західним союзникам також він підкреслив, що «Досвід наших військових, можливості українських інституцій, ІТ-потенціал нашої країни – все це тепер буде українським внеском у розвиток колективної безпеки в Європі».

Україну вже повідомили про набуття членства офіційними дипломатичними каналами. Також прапор України буде включений в шаблон оформлення всіх документів МІР. На щорічному засіданні МІР Steering Group Україну прийнято до багатосторонньої програми взаємосумісності МІР, яка реалізовує технологічне співробітництво армій держав-членів НАТО. За інформацією Міністерства оборони України для України надання статусу члена МІР – це знакове рішення. Багатостороння програма взаємосумісності МІР є програмою технологічного співробітництва збройних сил держав-членів НАТО. Вона створена на рівні національних розробників інформаційних систем бойового управління та прагне досягти взаємосумісності національних систем категорії C2IS. «Тепер Україна може посилювати співпрацю з Альянсом та країнами поза НАТО. Це рішення показує успіхи та прогрес у розвитку спроможності України до си-

туаційної обізнаності у світі», на цьому наголосив очільник Центру інновацій та розвитку оборонних технологій [3].

Міністр оборони України прокоментував, що «Україна має потужний ІТ потенціал і є гідним союзником НАТО. Певен, ми привнесемо свою експертизу у розвиток колективної безпеки» [4].

У своєму листі представники NATO Headquarters Consultation, Command and Control (C3) Staff зазначають, що ця подія є «гарним прикладом співпраці України з НАТО та країнами-членами Альянсу, зокрема в рамках проєкту NATO-Ukraine C4 Knowledge Sharing Project».

Багатостороння програма інтеперабельності МІР є програмою технологічного співробітництва збройних сил держав-членів НАТО. Вона створена на рівні національних розробників інформаційних систем бойового управління та має на меті досягти інтеперабельності національних систем категорії C2IS. Одним із продуктів МІР є специфікація МІР4-IES – протокол та модель даних для обміну інформацією про обстановку між системами бойового управління. Взаємодія МІР та українських розробників системи ситуаційної обізнаності «Дельта» здійснюється з 2019 р.

Отже, Україна має опрацювати та впроваджувати стандарти ad hoc внаслідок спільних навчань з Альянсом або науково-дослідних робіт. Першочерговість опрацювання стандартів НАТО для держав-партнерів визначається пакетом «Цілей партнерства Україна — НАТО», в якому прописана певна кількість стандартів, які Україна зобов'язується опрацювати протягом певного періоду. Передбачено опрацювання 219 стандартів, і Україна опрацювала близько 90% цих документів. Більшість оперативних та адміністративних стандартів НАТО призначені для запровадження в Збройних Силах України. Впровадження стандартів НАТО Україною свідчитиме, що наша держава виконує взяті на себе зобов'язання в конкретні терміни.

Література

1. https://24tv.ua/poperedu-spravdi-vazhkiy-shlyah-zelenskiy-zvernuvsya-do-ukrayintsiv_n2095044.

2. Щур, М. «Червоні – більше не свої». Як Україна впроваджує стандарти НАТО. Радіо Свобода. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/yak-ukrayina-vprovadzhuje-standarty-nato/31190593.html>.

3 <https://www.mil.gov.ua/news/2022/07/12/ukraina-stala-asocizovanim-chlenom-programi-tehnologichnogo-spivrobitnicztva-zbrojnih-sil-krain-nato-oleksij-reznikov/>.

4 <https://suspilne.media/259887-ukraina-dolucitsa-do-rozrobki-novih-standartiv-nato-zelenskij/>.

ПРО НОВУ СТРАТЕГІЮ СТАНДАРТИЗАЦІЇ

У лютому 2022 р. Європейська комісія оголосила про нову стратегію стандартизації (<https://uk.eureporter.co/economy/2022/02/02/new-standardization-strategy/>). Комісія заявила, що мета нової стратегії стандартизації полягає в тому, щоб допомогти ЄС досягти цілей щодо більш «зеленої» та цифрової економіки. ЄС також хоче стати більшим гравцем у світовій економіці відповідно до його промислової стратегії.

Стратегія містить п'ять ключових напрямків комплексів дій, які включають внесення змін до чинних правил і заохочення європейського лідерства та навичок у стандартизації, зокрема:

1. Передбачати, розставляти пріоритети і задовольняти потреби у стандартизації в стратегічних галузях (із 2022 р. пріоритетні напрямки стандартизації будуть визначатися в щорічній робочій програмі ЄС з європейської стандартизації).

2. Покращити управління і цілісність європейської системи стандартизації (синергія інститутів, бізнесу та суспільства для того, щоб уникнути надмірного впливу суб'єктів з-за меж ЄС або Європейської економічної зони в процесах прийняття рішень під час розроблення стандартів для ключових галузей).

3. Зміцнити європейське лідерство в галузі глобальних стандартів (у т.ч. фінансування проєктів зі стандартизації в країнах Африки, Латинської Америки, Карибського басейну).

4. Підтримка інновацій.

5. Підвищення експертного рівня в галузі стандартизації.

Узгоджені стандарти ЄС забезпечать технічні характеристики, необхідні для відповідності законодавству ЄС. Дотримання узгодженого стандарту забезпечить для продуктів презумпцію відповідності законодавству на всіх рівнях.

Це дозволить виробникам отримати доступ до ринку ЄС. Європейські стандарти замінять 34 різні національні стандарти в ЄС, у країнах Європейської економічної зони (Європейської асоціації вільної торгівлі, країнах-кандидатах на вступ до ЄС і країнах-сусідах ЄС), запобігаючи технічній фрагментації і забезпечуючи узгодженість системи.

Згідно зі Стратегією, ЄС, як і раніше, є прихильним відкритій та прозорій системі стандартизації відповідно до своїх зобов'язань щодо

Угоди СОТ із технічних бар'єрів у торгівлі. До того ж відзначається, що ЄС варто брати до уваги геополітичну ситуацію, що змінилася, бо інші країни починають підходити до міжнародної стандартизації більш стратегічно і отримувати вплив у міжнародних комітетах зі стандартизації. Треті країни все частіше займають більш рішучу позицію зі стандартизації і наполягають на своїх технологічних рішеннях через комітети з технічної стандартизації.

Для зміцнення позицій ЄС на форумах міжнародної стандартизації нова стратегія пропонує покращити координацію діяльності зі стандартизації між ЄС та національними органами стандартизації.

Сахнюк І.О., Рудак Н.П. Технічний центр
НАН України, Київ, Україна

СТАНДАРТИЗАЦІЯ ПЕВНИХ ФОРМ ДЕРЖАВНОЇ ДОПОМОГИ З ПИТАНЬ ФІНАНСУВАННЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Сьогоднішні історичні виклики, з якими стикнулася Україна, дають можливість вибудувати нову систему взаємовідносин науки і суспільства, підвищити її значимість як у науково-технічному прогресі та інноваціях, так і в посиленні обороноздатності країни, прийнятті суспільно-значущих рішень, формулюванні національних стратегій розвитку, воєнних доктрин тощо.

Епоха глобалізації знизила значимість національних наукових інституцій. Розвиток інформаційних технологій суттєво пришвидшив як обмін знаннями, так і процес трансформації наукових ідей у дослідно-конструкторські розробки і промислові зразки. Це створило ілюзію того, що вітчизняні наукові центри не потребують достатньої державної підтримки, особливо якщо бюджетні ресурси є обмеженими. Для того, щоб національна наука приносила максимальну користь майбутній післявоєнній економіці, на думку багатьох фахівців, необхідна системна перебудова її відносин із суспільством, державною владою та бізнесом.

Одним із напрямів реформ у сфері фінансування наукових досліджень в Україні має бути стандартизація форм державної допомоги, а саме таких як:

- прямі гранти;
- звільнення від оподаткування/зниження податкових ставок;

- виділення земельних ділянок;
- постачання необхідних товарів чи послуг за зниженими цінами;
- забезпечення доступу до боргового фінансування чи пайового фінансування на сприятливих умовах.

Такі стандарти успішно застосовуються у практиці країн ЄС для стимулювання бізнесу до фінансування наукових досліджень і розробок, інновацій, а також для підтримки державою дослідницької та інформаційної інфраструктури. Україні потрібно удосконалювати національне законодавство для його відповідності кращим світовим зразкам.

У суспільстві повинен бути стимул до інновацій. Інновації генерують позитивні структурні зрушення в економіці та суспільстві, сприяють підвищенню продуктивності економіки, посилюють її здатність конкурувати в глобальному середовищі з економіками інших країн світу та забезпечувати стійкі темпи зростання в довгостроковій перспективі. Інновації не відбуваються самі по собі. Для широкого інноваційного процесу потрібна відповідна державна політика, яка має враховувати стан розвитку економіки та суспільно-економічних відносин. Ключову роль в можливості впровадження інновацій завжди відіграє стан розвитку національної науки та рівень її підтримки з боку держави.

Отже, підвищення ролі та значимості науки в українському суспільстві нерозривно пов'язується з відповідною державною політикою. Відбудова потужного наукового сектора економіки сприятиме розвитку самодостатньої економіки, здатної до постійної технологічної модернізації, до витримування міжнародної конкуренції, а також щодо обслуговування потреб Збройних Сил України.

Сохань С.В., Сороченко В.Г., Сороченко Т.А.
Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля
НАН України, Київ, Україна

ОСНОВНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ПРОЦЕСУ ПРЕЦИЗІЙНОЇ АЛМАЗНО-АБРАЗИВНОЇ ДОВОДКИ КЕРАМІЧНИХ ШАРИКІВ

Найважливішими технологічними факторами, які визначають надійність і довговічність машин і механізмів є геометрична точність виготовлених деталей і якість їх робочих поверхонь. Змінювання цих показників в залежності від технологічного режиму кінцевої обробки де-

талей – є вельми актуальне питання, яке потребує вивчення фізичної сутності процесу прецизійної алмазно-абразивної доводки і встановлення його основних закономірностей.

В результаті дослідження впливу технологічного режиму доводки (добуток $P_{\text{п}}v$ сили притискання на швидкість різання) та інших параметрів процесу алмазно-абразивної доводки керамічних шариків із конструкційної кераміки (карбід кремнію, карбід бору, нітрид кремнію) на його ефективність визначено діапазон зміни режиму обробки (0,45–1,10), який найбільш прийнятний для одночасного зменшення відхилення від сферичної форми шариків і різнорозмірності діаметра шариків в кожній партії. В залежності від поставленої задачі – першочергового зменшення відхилення від сферичної форми шариків або різнорозмірності діаметра шариків в партії – необхідно призначати технологічні режими обробки $P_{\text{п}}v \rightarrow 0,45$ або $P_{\text{п}}v \rightarrow 1,10$ при умові зниження співпадання діаметра шариків в сепараторі по напрямку руху нижнього диска і частоти подачі алмазно-абразивної суспензії. Отримані лінійні та нелінійні закони зміни продуктивності і точності алмазно-абразивної доводки керамічних шариків із карбиду бору, при цьому швидкість зміни показників точності монотонно зменшуються за лінійним законом, але з негативними коефіцієнтами лінійності.

Установлено, що питомі витрати алмазу (відношення кількості алмаза в пасті до кількості оброблених шариків) при раціональних технологічних режимах алмазно-абразивної доводки шариків із карбиду кремнію приблизно на 25–30% менше, ніж при доведенні шариків з карбиду бору.

Встановлено, що величина відхилення від сферичної форми в початковий період обробки швидше зменшується при використанні великих алмазів (28/20). При цьому використання алмаза більше цієї зернистості не призводить до збільшення швидкості зменшення відхилення від сферичної форми, а зернистості алмаза менше, ніж 3/2 до помітного зменшення його кінцевого значення.

Аналіз впливу концентрації алмаза в доводочній пасті на точність шариків показав, що в досліджуваному діапазоні зменшення відхилення від сферичної форми шариків під час доводки мало пов'язано з концентрацією. При концентрації алмаза в доводочній пасті більше ніж 0,25–0,30 карат/мл, точність шариків через 10 год обробки дещо нижче, чим при малих концентраціях.

Встановлено, що частота ведучого інструментального диска помітно впливає на змінювання точності шариків під час доводки. Більшій

частоті обертання інструмента відповідає більш інтенсивне зменшення некруглості шариків за виключенням частоти обертання, яка дорівнює 80 об/хв, при якій швидкість зменшення відхилення від сферичної форми дещо знижується. При цьому відхилення від сферичної форми шариків в кінці обробки більше, чим при малих швидкостях обробки, що мабуть пояснюється збільшенням вібрації технологічної системи.

Вплив зусилля притиску на точність показав, що більшій величині зусилля притиску шариків відповідає більш інтенсивне зменшення відхилення від сферичної форми шариків у початковий період обробки. У той же час в кінці обробки (через 10 год.) зв'язок між зусиллям притиску шариків та їх точністю практично відсутній.

Аналіз впливу технологічних режимів у досліджуваному діапазоні на величину параметра шорсткості поверхні оброблених шариків явно виражених закономірностей не виявлено. У той же час було встановлено залежність параметра шорсткості від щільності матеріалу шариків. Шарики з щільнішого матеріалу мають нижчі показники шорсткості поверхні. Таким чином, встановлені основні закономірності фізичних явищ процесу прецизійної алмазно-абразивної доводки керамічних шариків дозволили в кінцевому підсумку розробити науково обґрунтовані практичні рекомендації, що забезпечують задані показники процесу алмазно-абразивної обробки шариків з конструкційної кераміки.

Степаненко С.М., Атанасова А.О.
ДП «Івченко-Прогрес», Запоріжжя, Україна

КОРПОРАТИВНІ СТАНДАРТИ ДЛЯ МАТЕРІАЛІВ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ В АВІАБУДІВНІЙ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ

Багаторічний досвід підприємств України у створенні надійної, працездатної, технологічної авіаційної техніки та застосуванні для цього спеціальних авіаційних матеріалів зафіксований у комплексах нормативних документів (НД), включаючи стандарти різного рівня, – міждержавні стандарти (ГОСТ), галузеві стандарти (ОСТ), керівництва, положення, правила, інструкції та інші НД, у яких відобразилася вся практика застосування спеціальних авіаційних матеріалів, методів їх випробувань і досліджень, що забезпечує надійність і льотну придатність створюваної авіаційної техніки.

Відповідно до Закону України «Про стандартизацію», прийнятого в червні 2014 р., стандарти, кодекси усталеної практики, і технічні умови, прийняті центральними органами виконавчої влади до набрання чинності цим Законом, а також галузеві стандарти (ОСТ) та прирівняні до них інші НД колишнього СРСР, галузеві стандарти України (ГСТУ) можуть застосовуватися до їх заміни або скасування в Україні, але не більше 15 років з дня набрання чинності цим Законом. Тобто, дія таких стандартів має припинитися в Україні в 2029 році.

Ефективною заміною міждержавних стандартів ГОСТ та галузевих стандартів і прирівняних до них інших НД колишнього СРСР, які скасовуються в Україні, може бути перехід до безпосереднього використання міжнародних стандартів ISO, для кріпильних матеріалів – до ISO і німецьких стандартів DIN, для військової авіаційної техніки – ще й до стандартів НАТО та MIL. Крім цього існує ще ряд систем НД, які використовуються у світовій практиці авіабудування. Але такий перехід вимагає кропіткої роботи по порівнянню параметрів, які закладені в зазначених стандартах, щодо вимог до міцності використовуваних матеріалів і покривів, інших характеристик, вимог до процесів виготовлення і обробки, щоб забезпечити той самий рівень міцності, надійності і льотної придатності авіаційної техніки, який забезпечувався використанням стандартів, що скасовуються.

Вирішення завдання заміни стандартів ГОСТ, ОСТ та інших НД здійснюється шляхом створення Корпоративної системи нормативних документів (КСНД) в інтересах підприємств та організацій авіаційної промисловості України. Стандарти КСНД мають єдине місце реєстрації, загальний принцип позначення, випускаються і супроводжуються за єдиними корпоративними правилами і базуються на вимогах тих стандартів, що використовуються в даний час, але скасовуються без заміни в Україні. Таку роботу започатковано і формування єдиної нормативної бази корпоративних стандартів здійснюється на користь усіх учасників авіабудування України.

Для організації робіт зі створення та функціонування КСНД загальним рішенням підприємств та організацій-засновників системи визначено Головну організацію з корпоративної стандартизації. Розробка нормативних документів для КСНД здійснюється як безпосередньо підприємствами та організаціями – учасниками системи, так і передбачається створення технічного комітету з корпоративної стандартизації для авіаційної промисловості України (ТККС). Зберігання і розповсю-

дження корпоративних нормативних документів передбачається здійснювати через Фонд корпоративних нормативних документів.

Перегляд НД з метою набуття ними статусу корпоративних на основі наявних прототипів (скасованих без заміни НД) здійснюється з використанням методів підтвердження та перевидання, останній у свою чергу поділяється на методи передруку, перекладу та переробки. На рішення про метод прийняття НД як корпоративного впливає ступінь його відповідності прототипу: НД прийматиметься без змін; у НД прийматимуться певні технічні відхилення від прототипу; у НД будуть вносити редакційні зміни. Крім того, приймається рішення про необхідність зміни структури НД, що набуває статусу корпоративного. Зрештою, встановлюється ступінь відповідності корпоративного НД із НД-прототипом. Позначення прототипу вказується у корпоративному НД, а також зазначається ступінь відповідності корпоративного НД до прототипу: ідентичний – IDT; модифікований MOD; нееквівалентний – NEQ.

Тематичний аналіз стандартів ГОСТ і ОСТ, у яких є вимоги до авіаційних матеріалів, що застосовуються, для визначення пріоритетності їх переведення у статус корпоративних НД проводиться з використанням «Українського класифікатора нормативних документів», НК 004:2020. Групування стандартів ГОСТ і ОСТ за класифікаційною приналежністю дозволяє розділити загальний масив НД, що використовується, та вибрати серед них пріоритетні для першочергового переведення в корпоративні НД. Аналіз міждержавних стандартів ГОСТ та галузевих стандартів ОСТ, що застосовуються на ДП «Івченко-Прогрес», показав наступну картину розподілу по групах у відповідності до НК 004:2020. Метали та металеві вироби (1064 НД), кріпильні вироби (1629 НД), методи випробувань (124 НД), неметаломісткі матеріали і гумові технічні вироби (96 НД), мастила і технічні оливи (64 НД), інші групи.

Порівнюючи ці вибірки з аналогічними для інших підприємств галузі можна визначити черговість прийняття корпоративних стандартів, за принципом найбільшої зацікавленості в них різних підприємств. В якості першочергових у статус корпоративних стандартів КСНД переведені методом підтвердження: СОУ АІ 1.90148 Метали. Метод випробування на зріз (ОСТ 1 90148-74, IDT); СОУ АІ 2.2999 Метали. Метод вимірювання твердості за Віккерсом (ГОСТ 2999-75, IDT); СОУ АІ 2.3728 Труби. Метод випробування на загин (ГОСТ 3728-78, IDT); СОУ АІ 2.6996 Зварні з'єднання. Методи визначення механічних властивостей (ГОСТ 6996-66, IDT) та інші.

ЗВ'ЯЗОК РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ СУЯ І КОНТЕКСТУ ПІДПРИЄМСТВА

Перед вищим керівництвом будь-якого підприємства стоїть завдання створити результативну та ефективну систему управління якістю (СУЯ), орієнтовану на досягнення стратегічних цілей підприємства. Задля цього можуть застосовуватися різноманітні підходи і методології покращення якості продукції, побудовані на моделях ділової активності, бенчмаркінгу, процесного підходу, збалансованій системі показників тощо. На сьогоднішній день процесний підхід є найбільш прогресивним, тому широко застосовується у різних сферах діяльності. Він дозволяє визначити причинно-наслідкові зв'язки виникнення проблем, а також з'ясувати де і коли виникла проблема і яка корінна причина її виникнення. Успішність СУЯ залежить від того, наскільки результативними і ефективними будуть процеси, що здійснюються під її управлінням.

Для проведення постійного моніторингу результативності та ефективності процесів СУЯ для кожного з процесів визначаються характерні показники діяльності і встановлюються критерії для оцінки їх результативності. Саме вибір показників діяльності і критеріїв для оцінки їх результативності є найбільш важливим етапом в проведенні цієї роботи, оскільки отримувані результати повинні давати вищому керівництву підприємства найбільш адекватні дані про стан функціонування контрольованих процесів СУЯ і можливі шляхи поліпшення як самої СУЯ, так і якості тих цінностей, що створюються в результаті кожного даного процесу.

Вибір показників діяльності в рамках кожного процесу СУЯ і критеріїв для оцінки їх результативності повинен починатись з визначення контексту (ділового середовища), в умовах якого підприємство здійснює відповідний контрольований процес. Контекст підприємства необхідно визначати для того, щоб мати можливість встановлювати джерела можливих ризиків та здійснювати діяльність щодо їх усунення або максимальної мінімізації. При визначенні контексту підприємства необхідно враховувати як зовнішній, так і внутрішній контекст [1].

Встановивши контекст, який може впливати на конкретний контрольований процес, необхідно визначити набір потреб зацікавлених сторін, з якого можна отримати складові ризиків та можливостей для

виконання кожного процесу, що розглядається. При виконанні цієї роботи необхідно формулювати потреби та очікування зацікавлених сторін так, щоб відразу було зрозуміло, якою повинна бути відповідь на запитання: «Чого чекати від такої потреби? У чому ризик чи можливість від цієї потреби?».

Для систематизації отриманої інформації доцільно використати методологію аналізу видів та наслідків потенційних дефектів (недоліків), відому як метод FMEA (Failure Mode and Effects Analysis). Основна ідея визначення ризику за цим методом полягає в тому, щоб враховувати три характеристики: 1) значущість потенційного недоліку; 2) ймовірність виникнення недоліку; 3) можливість виявлення недоліку. На основі цих трьох характеристик розраховується комплексний показник ризику – число пріоритетності ризику RPN (Risk Priority Number). Цей показник розраховується за формулою:

$$RPN = S \cdot O \cdot D, \quad (1)$$

де S – Severity (показник значущості чи критичності недоліку); O – Occurrence (показник вірогідності або частоти виникнення причини недоліку); D – Detection (показник вірогідності виявлення недоліку).

Визначивши ризики і можливості, що витікають з потреб зацікавлених сторін, і розташувавши їх у порядку зменшення числа пріоритетності ризику RPN, можна визначити найбільш актуальні ризики і можливості кожного контрольованого процесу.

В разі, коли певні показники результативності процесу не задовольняють вище керівництво підприємства, проводиться пошук причин низького рівня показника результативності. Приймавши до розгляду максимально можливу кількість причин, доцільно для їх аналізу також застосувати методологію FMEA.

Запропонований метод аналізу результативності процесів СУЯ вимагає роботи з величезною кількістю показників і даних, які необхідно систематизувати, обробляти і порівнювати. Найбільш простим способом роботи з цими показниками і даними є використання Excel-таблиць. Для кожного контрольованого процесу у Excel-таблицю заноситься перелік усіх зацікавлених сторін. Кожна потреба зацікавленої сторони вказується в Excel-таблиці окремим рядком. Далі в таблицю для кожного ризику чи можливості заносяться встановлені експертним шляхом значення S, O, D за якими автоматично обчислюються значення числа пріоритетності ризику (можливості) RPN. Сортування записів у порядку зменшення числа пріоритетності ризиків (можливостей) RPN дозволяє виділити основні потреби, задоволення яких буде визначати результативність процесу. Да-

лі в Excel-таблиці з виділеними основними потребами пов'язуються показники результативності, які контролюються та отримані значення цих показників. Для показників, рівень яких не задовольняє вище керівництво, в Excel-таблицю заносяться можливі причини невідповідності, які в свою чергу аналізуються з використанням методу FMEA. В результаті такого аналізу для процесу СУЯ може бути визначена корінна причина невідповідності очікуваним результатам.

Запропонований підхід до оцінки результативності процесів СУЯ, дозволяє отримувати вичерпну інформацію про стан процесів СУЯ та, в разі незадовільного рівня результативності, визначати корінні причини невідповідностей для організації робіт по їх усуненню.

Література

1. Маринина, А.Н. Анализ контекста авиадвигателестроительной организации согласно требованиям стандарта ISO 9001:2015 / А.Н. Маринина, С.М. Степаненко, В. Г. Харченко // Вестник двигателестроения. – 2017. – № 2. – С. 169–173.

*Столбовий В.О., Манохін А.С., Клименко С.А.,
Копейкіна М.Ю.* Інститути надтвердих матеріалів
ім. В.М. Бакуля НАН України, Київ, Україна

ПАРАМЕТРИ СТРУКТУРИ І ЗАЛИШКОВІ НАПРУЖЕННЯ В БАГАТОШАРОВИХ ВАКУУМНО-ПЛАЗМОВИХ ПОКРИТТЯХ СІМЕЙСТВА TiAlSiYN

З метою визначення величини залишкових напружень в багатошарових вакуумно-дугових покриттях проведено серію вимірювань за допомогою метода рентгенівської дифрактометрії (рентгенівський дифрактометр ДРОН-4-07, мідне Cu-K α випромінюванні, нікелевий фільтр селективного поглинання). Відбиті промені реєструвалися сцинтиляційним детектором. Вивчалися покриття сімейства TiAlSiYN, сформовані на підложці з нержавіючої сталі, з використанням установки «Булат-6»: TiAlSiYN/CrN, 520 шарів; TiAlSiYN/MoN, 328 шарів; (TiAlSiYN/CrN)+TiAlSiYN, через підшар хрому; CrN/TiAlSiYN, чередування шарів «м'який/твердий» (CrN – верхній шар); TiAlSiYN/CrN, череду-

вання шарів «твердий/м'який» (TiAlSiYN – верхній шар). Для порівняття розглядалося одношарове покриття TiAlSiYN.

Дифрактограми зразків покриттів представлені на рис. 1, результати визначення параметрів структури покриттів наведені у таблиці.

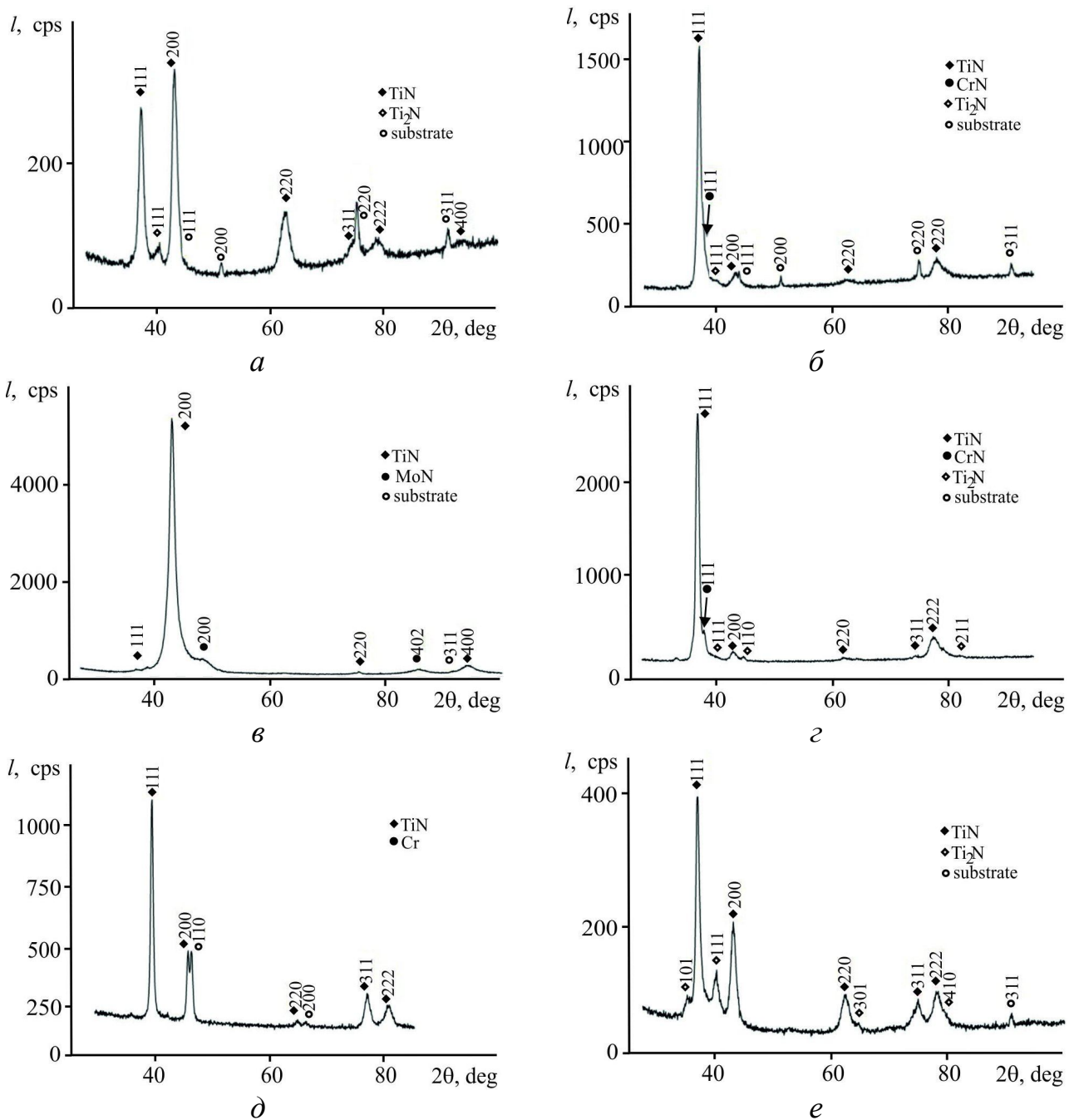


Рис. – Дифрактограми зразків:

а – TiAlSiYN; б – TiAlSiYN/CrN; в – TiAlSiYN/MoN;
 г – (TiAlSiYN/CrN)+TiAlSiYN; д – CrN/TiAlSiYN; е – TiAlSiYN/CrN

Практично у всіх зразках (крім TiAlSiYN) у структурі присутня аксіальна текстура – (111) в зразках TiAlSiYN/CrN, (TiAlSiYN/CrN)+TiAlSiYN, TiAlSiYN/CrN, – (200) в зразку TiAlSiYN/MoN. Субструктурні

характеристики визначалися тільки для фази TiN, оскільки для цієї фази присутні лінії з достатньою інтенсивністю. При цьому, варто відзначити, що у всіх зразках діють великі залишкові напруження стиску, а на мікроскопічному рівні виявляються великі мікродеформації (до $\varepsilon = 1,13 \cdot 10^{-2}$).

Як видно з отриманих результатів, в багатошарових покриттях формуються залишкові напруження, величини яких суттєво перевищують значення залишкових напружень в одношаровому покритті.

Таблиця – Структурні і субструктурні параметри досліджуваних покриттів

Покриття	Фазовий склад	Параметр решітки, a (с), Å	Рівень макронапружень, σ_{ϕ} , ГПа	Розмір ОКР, L , нм	Рівень мікродеформацій, $\varepsilon \times 10^{-3}$
TiAlSiYN/CrN	TiN	4,241	-5,39	14,6	5,81
	CrN	4,161			
	Ti ₂ N	4,94 (2,98)			
TiAlSiYN	TiN	4,245	-1,51	8,7	6,10
	Ti ₂ N	4,49 (2,98)			
TiAlSiYN/MoN	TiN	4,244	-5,85	7,3	8,51
	MoN	5,726 (5,963)			
(TiAlSiYN/CrN) + TiAlSiYN	TiN	4,243	-5,47	26,7	10,9
	CrN	4,126			
	Ti ₂ N	–			
	Cr	2,872			
CrN/TiAlSiYN	TiN	4,188	-5,28	29,8	8,72
	Cr	2,901			
TiAlSiYN/CrN	TiN	4,232	-4,54	42,0	11,3
	Ti ₂ N	4,493 (3,009)			

Залишкові напруження в фазі TiN практично для усіх досліджуваних покриттів перевищують 5 ГПа (крім покриття TiAlSiYN/CrN, для якого рівень напружень складає 4,54 ГПа), у той час як для одношарового покриття – близько до 1,5 ГПа.

Встановлі значення залишкових напружень стиску в вакуумно-дкгових покриттях є запорукою успішного опору дії контактних розтягувальних напружень на робочих поверхнях виробів з покриттям при експлуатації, наприклад при їх використанні у різальних інструментах.

АНАЛІЗ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ МЕТРОЛОГІЧНИХ РОБІТ

Залізничний транспорт – одна з найбільш важливих галузей народного господарства України. Без транспорту неможлива інтеграція України у загальносвітову економічну систему. Розбудова економіки нашої країни та намагання її піднесення до світового рівня висуває перед суб'єктами господарювання ряд важливих завдань, що потребують вирішення. Одне з найважливіших – підвищення конкурентоспроможності українських виробників товарів і послуг, їх вихід на європейський та світовий ринки.

У ринковій економіці проблема якості є найважливішим чинником підвищення рівня життя, економічної, соціальної й екологічної безпеки. Це передбачає реалізацію цілого комплексу заходів структурно-організаційного, техніко інноваційного та правового характеру. Серед них і адаптація національної системи стандартизації, метрології та сертифікації (технічних стандартів, процедур та органів з оцінки відповідності тощо) до системи технічного регулювання Європейського Союзу, що вимагає поглибленого дослідження останньої. Метрологічна діяльність зазнала серйозних змін, так як змінилися основи виробництва: засоби вимірювань інтегруються з технологією виробництва, випробуваннями (автоматизація випробувань на основі застосування сучасних інформаційно-вимірювальних систем), підвищується точність засобів вимірювань, автоматизуються процеси калібрування.

У багатьох роботах ефективність організаційної структури управління (ОСУП) визначається на основі розрахунку ряду окремих коефіцієнтів: забезпеченості кваліфікованим управлінським персоналом; оперативності праці апарату управління; рівня прогресивності структури; керованості; якості виконання управлінських функцій; раціональності управлінської документації; пріоритетів комунікаційного процесу; ефективності фінансово-економічних результатів підприємства та ін. Але жоден з них не дає змоги повною мірою оцінити ефективність організаційної структури управління в цілому. Отже, вищенаведені аргументи дають змогу стверджувати, що сучасні методичні розробки з аналізу й оцінювання організаційної структури управління далеко не повною мірою задовольняють потреби аналітиків. Оцінювання ефекти-

вності проводиться на основі показників, що характеризують лише окремі підсистеми управління або тільки його результати. Воно є одностороннім і не може служити основою для розроблення заходів щодо вдосконалення управління. Крім цього, практично всі сучасні методики або не пропонують механізму проведення такого оцінювання, або їх практичне використання вкрай скрутне.

Основною метою є дослідження ефективності функціонування організаційної системи управління, що безпосередньо впливає на загальний результат діяльності підприємства і його розвиток. Щоб бути конкурентоспроможними і вести успішну економічну діяльність, підприємствам необхідно застосовувати високоефективні і результативні системи управління якістю метрологічних робіт (СУЯМР). Використання таких систем повинно проводити до постійного поліпшення якості та підвищення задоволеності споживачів. СУЯМР може бути ефективною тільки за умови, коли вона функціонує одночасно і в тісній взаємодії з усіма підрозділами підприємства, які впливають на якість продукції.

Найважливішою ланкою забезпечення якості метрологічних робіт на підприємстві є метрологічна служба. Управління якістю неможливе без метрологічного забезпечення вимірювань, яке визначається унікальними можливостями отримання кількісної інформації про матеріальні та енергетичні ресурси, якість матеріалів і сировини, про стан навколишнього середовища, про безпеку та охорону здоров'я людей і відповідно про якість процесів і продукції. У СУЯМР на метрологічну службу покладено відповідальність за управління засобами моніторингу та вимірювань. Щоб діяльність метрологічної служби підприємства повністю задовольняла вимоги державних і міжнародних стандартів до процедур управління контрольним, вимірювальним та випробувальним обладнанням, необхідно всередині системи управління якістю підприємства розробити і підтримувати в робочому стані СУЯМР, яка б документально регламентувала основні процедури виконання окремих видів діяльності з метрологічного забезпечення вимірювань. Якість метрологічних робіт визначається дією багатьох випадкових, місцевих і суб'єктивних факторів. Для запобігання впливу цих факторів на рівень якості необхідна система управління якістю метрологічних робіт. При цьому потрібні не окремі розрізнені й епізодичні зусилля, а сукупність заходів постійного впливу на процес створення продукту з метою підтримки відповідного рівня якості. Моделювання реальної СУЯМР ґрунтується на застосуванні системного підходу, тобто шляхом розгляду підприємства як системи ієрархічних і взаємопов'язаних процесів на всіх рівнях підприємства, та системного аналізу.

АНАЛІЗ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ СТРУКТУР УПРАВЛІННЯ МЕТРОЛОГІЧНОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ УКРЗАЛІЗНИЦІ

Темпи розвитку науково-технічного прогресу потребують створення нових технологій та вдосконалення засобів технічного регулювання якості продукції на основі ефективного метрологічного забезпечення. Сучасне виробництво потребує забезпечення інформацією щодо параметрів і характеристик об'єктів досліджень і вимірювань, встановлення і застосування наукових та організаційних основ, технічних засобів, правил і норм, потрібних для досягнення необхідної точності вимірювань та зменшення їх трудомісткості. У зв'язку з цим постійно зростають вимоги до точності вимірювань і контролю якості продукції на всіх етапах її виробництва. У таких умовах необхідний єдиний методичний підхід, що забезпечує в практичній діяльності високу якість вимірювань у сфері управління якістю продукції. Сьогодні вимірювання і метрологія пронизують усі сфери людського життя. З вимірюваннями пов'язана діяльність людини на будь-якому підприємстві. Інженери промислових підприємств, які здійснюють метрологічне забезпечення виробництва, повинні мати повні відомості про можливості вимірювальної техніки для вирішення завдань взаємозамінності вузлів і деталей, регулювання виробництва продукції на всіх її життєвих циклах. Метрологія стала наукою, без знання якої не може обійтися жоден фахівець будь-якої галузі. Метрологічне забезпечення має п'ять взаємопов'язаних галузей: законодавчу, наукову, організаційну, нормативну і технічну. Взаємозв'язки між окремими галузями метрологічного забезпечення є складними, і в загальному випадку їх важко зобразити у вигляді формалізованої моделі. Тому надзвичайно важливим для розвитку МЗ виробництва є створення тісного інформаційно-логістичного зв'язку між якістю технологічних процесів та якістю процесів вимірювань, який сприяв би врахуванню перспективних тенденцій розвитку цієї галузі.

Основним завданням метрологічної служби є підвищення рівня метрологічного забезпечення з метою ліквідації економічних втрат від погрешностей вимірювань у процесі виробництва продукції. Успішне вирішення цієї задачі потребує нових підходів до оцінки ефективності і рівня метрологічного забезпечення. За обмеженості коштів потребує

розвитку роботи з обґрунтування економічної ефективності робіт з метрологічного забезпечення нових засобів вимірювання. На сьогодні залізницею використовується значна кількість засобів вимірювання. Разом з тим існує необхідність у розвитку метрологічного забезпечення залізниці, що вимагає збільшення і раціонального використання капітальних вкладень на розроблення і впровадження нових засобів вимірювання, збільшення їх номенклатури.

Для забезпечення єдності вимірювань на АТ «Укразаліниця» існує метрологічна служба (МС). Метрологічна служба залізниці – це організаційна структура, що складається з мережі метрологічних підрозділів, які здійснюють комплекс заходів щодо забезпечення єдності вимірювань, стандартизації, технічного регулювання, і на яку покладена відповідальність щодо забезпечення єдності вимірювань та якості продукції і послуг у регіоні залізниці. Діяльність МС залізниці спрямована на забезпечення єдності вимірювань у технологічних процесах залізничного транспорту з метою забезпечення безпеки руху поїздів, підвищення ефективності організації перевезень, якості ремонту і обслуговування рухомого складу, інших технічних засобів інфраструктури залізниці, безпечних і гігієнічних умов роботи, охорони навколишнього середовища, забезпечення якості продукції і послуг, обліку енергетичних і матеріально-технічних ресурсів, прискорення науково-технічного прогресу.

Основними завданнями та функціями МС залізниці є:

- координація робіт щодо забезпечення єдності і необхідної точності вимірювань, підвищення рівня та вдосконалення техніки вимірювань, якості продукції і послуг;
- визначення основних напрямків розвитку і планування робіт з метрологічного забезпечення експлуатаційної діяльності залізниці;
- впровадження сучасних методів вимірювань і засобів вимірювальної техніки, випробувань і контролю;
- здійснення метрологічного нагляду і контролю за забезпеченням єдності вимірювань та якості продукції і послуг у структурних підрозділах залізниці.

Вплив рівня метрологічного забезпечення на якість продукції простежується на всіх стадіях виробництва. Для успішного вирішення задач у сфері метрологічного забезпечення необхідно розробити оптимальні методи отримання, зберігання, обробки й використання великого обсягу інформації про стан виробів на всіх стадіях формування їх якості. Важливою умовою підвищення якості продукції є діяльність метрологічної служби залізниці, яка включає висококваліфікований персонал

і сучасне технічне обладнання для забезпечення високої якості вимірювання. Основу МС залізниці складають метрологічні лабораторії (далі – МЛ): повірочні, калібрувальні і вимірювальні (далі – ПЛ, КЛ, ВЛ). МЛ здійснюють комплекс заходів щодо метрологічного забезпечення робіт, які виконуються в структурному підрозділі, і можуть виконувати роботи для інших підрозділів залізниці, державних центрів, промислових підприємств, що розміщені в певному регіоні залізниці або залізничному вузлі. МЛ атестуються в установленому порядку і виконують калібрування, повірку, ремонт ЗВТ, проводять вимірювання і виконують інші метрологічні роботи для власних потреб структурних підрозділів залізниці. Проаналізувавши стан лабораторій бачимо зростання кількості лабораторій, фахівців і обсягів робіт, що виконують лабораторії.

Виходячи з аналізу та враховуючи Програму реформування залізничного транспорту пропонується оптимізувати і МС залізниці таким шляхом: Створити в транспортних вузлах залізниці опорні дорожні метрологічні лабораторії (РМЛ), адаптовані до вирішення метрологічних завдань структури транспортного вузла. РМЛ – спеціалізований регіональний підрозділ МС залізниці з ремонту, повірки та калібрування ЗВТ на закріпленому та територіальному рівні. Мета етапу – підвищення ефективності і суттєве зниження експлуатаційних витрат на метрологічні роботи. Реорганізувати структуру метрологічної служби залізниці. Мета етапу – забезпечення єдності вимірювань, необхідного рівня безпеки руху поїздів, ресурсозбереження, якості ремонту і технічного обслуговування рухомого складу з пріоритетом централізації метрологічної діяльності.

*Тимофєєв С.С., Гарбуз О.С. Український
державний університет залізничного
транспорту, Харків, Україна*

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ МЕТРОЛОГІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Ефективність роботи залізничного транспорту багато в чому залежить від рівня технічних засобів і їх метрологічного обслуговування, які працюють на єдиний перевізний процес. Першочерговим завданням метрологічного обслуговування є забезпечення єдності вимірювань технічних засобів, технологічних процесів під час ремонту і обслуговування рухомого складу на залізниці.

Під метрологічним забезпеченням (МЗ) розуміється встановлення і застосування наукових і організаційних основ, технічних засобів, правил і норм, необхідних для досягнення єдності і необхідної точності вимірювань. Основною тенденцією в розвитку МЗ є перехід від тієї системи, що існувала раніше, яка вирішувала порівняно вузькі завдання забезпечення єдності вимірювань, до принципово нового завдання забезпечення якості вимірювань.

Основним завданням побудови моделей при дослідженні систем управління є створення ефективних графічних методів, що забезпечують отримання ясного та загального представлення системи. У багатьох аспектах системний аналіз є найбільш важкою частиною дослідження. Це не тільки технічні труднощі аналізу, політичні труднощі, а й проблеми, пов'язані з необхідністю спілкування в умовах, коли люди, що мають різний рівень освіти, різні погляди на світ і різний словниковий запас, повинні працювати спільно. Графічні представлення систем дають змогу усвідомити, як поєднуються між собою компоненти системи і як задовольняються потреби користувачів. Без такого інструментарію для структурного системного аналізу немає можливості показати логічні функції і потреби системи, які лежать в основі. Користуючись моделлю, можна провести експеримент, вивчити можливу поведінку об'єкта при змінах факторів і параметрів зовнішнього і внутрішнього середовища, настанні тих чи інших подій, здійсненні об'єктом або суб'єктом управління певних дій. Усі процеси управління і виробничий цикл підприємства подані як структура взаємопов'язаних процесів (функцій). Модель системи якості, що ґрунтується на процесах та ілюструє розглянуті в цьому розділі питання та зв'язки між ними, подана у вигляді чотирьох блоків взаємопов'язаних між собою процесів:

- відповідальність керівництва;
- управління ресурсами;
- створення продукту;
- вимірювання, аналіз і поліпшення.

Зацікавленим сторонам відведено важливу роль у визначенні вимог як до входів, так і виходів. Для відображення ступеня задоволеності споживача потрібно оцінювати інформацію, пов'язану з його думкою щодо того, чи виконала організація його вимоги. Перевагою процесного підходу є забезпечуваний ним неперервний контроль зв'язків окремих процесів у межах системи процесів, а також їх сполучень та взаємодій. Застосування процесного підходу в межах системи управління якістю метрологічних робіт (СУЯМР) підкреслює важливість: розумін-

ня виконання вимог; необхідність розглядати процеси з погляду створення додаткових цінностей; отримання результатів функціонування процесу та його ефективності; постійного поліпшення процесу об'єктивних вимірювань. Застосування процесного підходу вимагає розгляду насамперед сукупності виконуваних на підприємстві вимірювань як локально упорядкованого процесу, моделлю якого, в першому наближенні, можна вважати випадковий потік. Потік вимірювань має складну структуру: він повинен бути впорядкований у просторі (вимірювання здійснюються в певних підрозділах) і в часі (вимірювання є складовою частиною планованих етапів життєвого циклу продукції), однак прив'язка вимірювань до точок простору і моментів часу не абсолютна, а схильна до природних коливань у зв'язку з мінливістю конкретних умов. Для метрологічної служби, що розглядає вимірювання інтегрально в рамках усього підприємства, потік вимірювань виявляється нерегулярним, тому управління вимірами являє собою не просту функцію. Основними інструментами управління служать розроблення та реалізація відповідних стандартів підприємства, а також проведення процедур метрологічного обслуговування технічних засобів (методик виконання вимірювань і ЗВ). На першому (верхньому) рівні організації процесів метрологічної діяльності на підприємстві визначається процес МЗ. У ньому виділяють підпроцеси, у ролі яких природно встановити процеси виконання функцій МЗ.

Зазначена структура не є єдиною можливою. Замість змішаного функціонально об'єктного принципу виділення процесів можна послідовно використовувати тільки функціональний принцип. У цьому випадку під процесами 3-го рівня для МЗ були б, наприклад, «Організація МЗ», «Аналіз документів», «Документування та реалізація результатів МЗ». Аналогічно для процесу «Управління засобами» як підпроцеси виступали б «Визначення потреби і оснащення засобами», «Процедури підтвердження відповідності», «Обслуговування та облік коштів», «Списання та утилізація засобів». Іншими словами, були б об'єднані універсальними функціями всі категорії засобів, а відмінності цих категорій враховані особливостями конкретних процедур виконання зазначених функцій. Глибина структурування (кількість рівнів, або підпроцесів) може бути різною залежно від розмірів підприємства і доступних ресурсів

Весь комплекс заходів щодо створення та впровадження системи управління якістю завершується процесом сертифікації системи підприємства на відповідність вимогам стандарту ІСО 9000.

Застосовуючи моделювання, можна досягти необхідних результатів у господарській діяльності підприємства. При цьому:

1. Побудова моделі належить до числа системних завдань, при вирішенні яких синтезують рішення на базі величезної кількості вихідних даних, на основі пропозицій великих колективів фахівців.

2. Використання системного підходу в цих умовах дає змогу не тільки побудувати модель реального об'єкта, але й на базі цієї моделі вибрати необхідну кількість керуючої інформації в реальній системі, оцінити показники її функціонування і тим самим на базі моделювання знайти найбільш ефективний варіант побудови і вигідний режим функціонування реальної системи.

3. При моделюванні необхідно забезпечити максимальну ефективність моделі системи, яка визначається як деяка різниця між якимись показниками результатів, отриманих у результаті експлуатації моделі, і тими витратами, які були вкладені в її розроблення і створення.

*Чернієнко О.І., Веніков В.О., Лямцева А.О.,
Филипович А.Г., Бочечка О.О.* Інститут надтвердих
матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України, Київ, Україна

ПОРИСТІСТЬ КОМПАКТІВ, СФОРМОВАНИХ З АЛМАЗНИХ ПОРОШКІВ З ТИТАНОВИМ ПОКРИТТЯМ ПІД ДІЄЮ ВИСОКОГО ТИСКУ ЗА КІМНАТНОЇ ТЕМПЕРАТУРИ

У даній роботі наведено результати дослідження пористості алмазних компактів, сформованих внаслідок дії за кімнатної температури тиску 8 ГПа на алмазні порошки крупних зернистостей без покриття та з покриттям титану.

Для роботи використовували порошки АС6 125/100 і АС32 500/400 без покриття, та АС32 100/80 і АС32 400/315 з покриттям частинок титаном. Нанесення покриття було проведено методом газотранспортного переміщення металу в газовому середовищі галогенідів [1].

Значення пористості матеріалу визначали за допомогою гідростатичного методу. Суть методу полягає в визначенні густини за результатами двох вимірювань маси зразків. Перше вимірювання маси відбувається в повітряному середовищі, а друге – у рідині. У даній роботі в якості рідини використовували дистильовану воду.

За результатами наведеними на рис. 1, видно, що збільшення зернистості порошку покращує його ущільнення.

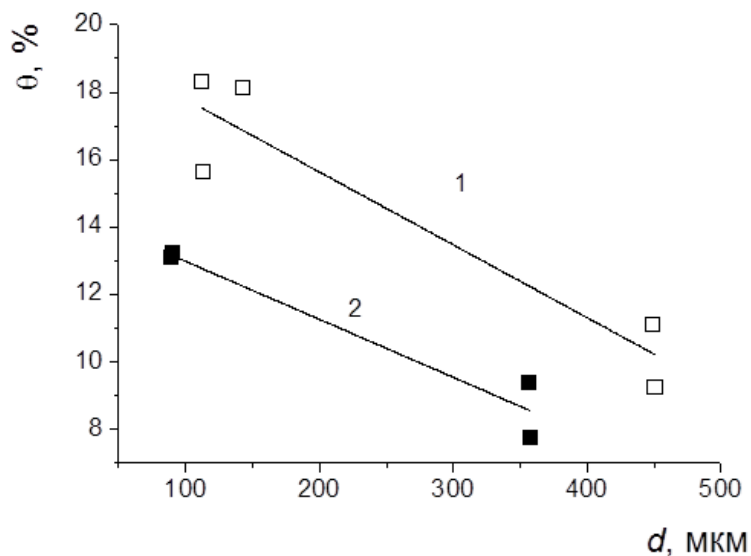


Рис. 1 – Залежність від середнього розміру частинок вихідного алмазного порошку пористості компактів, без покриття (1) та з покриттям титаном поверхні алмазних зерен (2)

Нанесення титанового покриття веде до подальшого зменшення пористості компактів. Із зменшенням розміру зерна вплив покриття на збільшення ступеню ущільнення зростає. Причиною цього є те, що зростає вклад проковзування частинок в ущільнення, що приводить до збільшення густини матеріалу після процесу холодного пресування. [2, 3].

Таким чином, ступінь ущільнення алмазного порошку під дією високого тиску за кімнатної температури можна покращити за допомогою напилення на поверхні частинок металевого покриття.

Література

1. Шефер Г. Химические транспортные реакции / Г. Шефер. – М. : Мир, 1964. – 189 с.
2. Кардасевич, В.С. Исследование усадки навески алмазного порошка при спекании под давлением / В.С. Кардасевич, Т.Н. Нестеренко, Г.Я. Дегтярь и др. // Алмазы и сверхтвердые материалы. – 1983. – Вып. 3. – С 3–5.
3. Бочечка О.О. Фізико-хімічні основи спікання алмазних порошків під дією високого тиску та високої температури / О.О. Бочечка. – Київ : Наукова думка, 2019. – 240 с.

ЗМІСТ

<i>Бондаренко Ю.К., Ковальчук О.В.</i> ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКУ ЗВАРНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ПРОТЯГОМ ЇЇ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ	3
<i>Бондаренко Ю.К., Логінова Ю.В.</i> СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ ДЛЯ ПІДТРИМКИ НЕОБХІДНОЇ ЯКОСТІ ЗВАРЮВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ	5
<i>Бурикін В.В., Клименко С.Ан.</i> СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТУ ЯКОСТІ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА	9
<i>Волошина Л.В., Строїн С.І.</i> ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ НА ПІДПРИЄМСТВАХ УКРЗАЛІЗНИЦІ	11
<i>Волошин Д.І., Волошин О.Д.</i> ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ ЗНОШУВАНИХ ПОВЕРХОНЬ ФРИКЦІЙНИХ КЛИНІВ ВІЗКІВ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ	13
<i>Григор'єва Н.С., Шабайкович В.А.</i> ПІДРУНТЯ ЯКОСТІ	16
<i>Даниленко Ю.А., Ромашико А.С., Юрчишин О.Я.</i> СТВОРЕННЯ ТК У 201 «УПРАВЛІННЯ ІННОВАЦІЯМИ» ЯК ДЗЕРКАЛЬНОГО КОМІТЕТУ ISO/ТС 279 «INNOVATION PROCESS»	18
<i>Льницька Г.Д., Лавріненко В.І., Логінова О.Б., Зайцева І.М., Котинська Л.Й., Тимошенко В.В., Базалій Г.А., Горохов В.Ю.</i> ОЦІНКА ВМІСТУ ДОМІШОК ТА ВКЛЮЧЕНЬ В СИНТЕТИЧНИХ АЛМАЗАХ	21
<i>Клименко С.А., Копейкіна М.Ю., Мельнійчук Ю.О.</i> ОЦІНКА ОБРОБЛЮВАНOSTІ РІЗАННЯМ МАТЕРІАЛІВ З ГЕТЕРОГЕННОЮ СТРУКТУРОЮ	24
<i>Комарова Г.Л., Жигун В.О.</i> АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕГЛАМЕНТУ ПРО МЕДИЧНІ ВИРОБИ В УКРАЇНІ	27

<i>Людвіченко О.П., Лещук О.О., Петруша І.А.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛООВОГО СТАНУ КОМІРКИ АПАРАТА ВИСОКОГО ТИСКУ ТИПУ «ТОРОЇД» ДЛЯ ВИВЧЕННЯ РОЗЧИННОСТІ НІТРИДУ ГАЛІЮ У ЗАЛІЗІ	30
<i>Олійник Н.О., Ільницька Г.Д., Базалій Г.А.</i> ВПЛИВ СПОСОБУ ПІДГОТОВКИ ПОРОШКІВ СИНТЕТИЧНОГО АЛМАЗУ ДО РОЗПОДІЛУ У МАГНІТНОМУ ПОЛІ НА МАГНІТНОФРАКЦІЙНИЙ СКЛАД ПРОДУКТІВ РОЗПОДІЛУ	32
<i>Павлова Г.О.</i> ПРОБЛЕМИ ЯКОСТІ В МАШИНОБУДІВНОМУ ВИРОБНИЦТВІ	35
<i>Петасюк Г.А., Лавріненко В.І., Пасічний О.О., Полторацький В.Г., Білоченко В.П., Скрябін В.О.</i> УЗАГАЛЬНЮЮЧИЙ АНАЛІЗ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ШЛІФУВАЛЬНИХ КРУГІВ З МОРФОМЕТРИЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ І ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ ВИКОРИСТАНИХ У ЇХ РІЗАЛЬНОМУ ШАРІ АБРАЗИВНИХ ПОРОШКІВ	36
<i>Посвятенко Е.К., Посвятенко Н.І.</i> АСПЕКТИ СИНЕРГЕТИКИ У ВИНАХІДНИЦТВІ	41
<i>Псярнецька Т.О., Лещук О.О.</i> ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ІНЖЕКЦІЙНОГО ФОРМУВАННЯ ВИРОБІВ З КОНСТРУКЦІЙНОЇ КЕРАМІКИ НА ОСНОВІ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ	46
<i>Роїк Т.А., Віщук Ю.Ю., Бровкін А.О.</i> ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ КОМПОЗИТНИХ ДЕТАЛЕЙ ТЕРТЯ ДРУКАРСЬКОГО ОБЛАДНАННЯ	48
<i>Руденко П.М., Зяхор І.В., Дідковський О.В., Антіпін Є.В., Шило Ю.А.</i> МІЖНАРОДНІ СТАНДАРТИ У ПРОГРАМІ СТАТИСТИЧНОГО КОНТРОЛЮ ПРОЦЕСУ КОНТАКТНОГО СТИКОВОГО ЗВАРЮВАННЯ ОПЛАВЛЕННЯМ (КСЗО) ЗАЛІЗНИЧНИХ РЕЙОК	51
<i>Рябченко С.В., Нежебовський В.В., Муковоз С.Ю.</i> ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ШЛІФУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН АБРАЗИВНИМИ КРУГАМИ З МОНОКРИСТАЛІЧНОГО КОРУНДУ	55

<i>Сахнюк І.О., Кириленко Л.В.</i> СТАНДАРТИЗАЦІЯ В УКРАЇНІ ВІДПОВІДНО ДО ПРОГРАМИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО СПІВРОБІТНИЦТВА ЗБРОЙНИХ СИЛ КРАЇН НАТО	56
<i>Сахнюк І.О., Кириленко Л.В., Тітова Г.М., Федосєєва І.К.</i> ПРО НОВУ СТРАТЕГІЮ СТАНДАРТИЗАЦІЇ	58
<i>Сахнюк І.О., Рудак Н.П.</i> СТАНДАРТИЗАЦІЯ ПЕВНИХ ФОРМ ДЕРЖАВНОЇ ДОПОМОГИ З ПИТАНЬ ФІНАНСУВАННЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	59
<i>Сохань С.В., Сороченко В.Г., Сороченко Т.А.</i> ОСНОВНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ПРОЦЕСУ ПРЕЦИЗІЙНОЇ АЛМАЗНО- АБРАЗИВНОЇ ДОВОДКИ КЕРАМІЧНИХ ШАРИКІВ	60
<i>Степаненко С.М., Атанасова А.О.</i> КОРПОРАТИВНІ СТАНДАРТИ ДЛЯ МАТЕРІАЛІВ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ В АВІАБУДІВНІЙ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ	62
<i>Степаненко С.М., Марініна Г.М.</i> ЗВ'ЯЗОК РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ СУЯ І КОНТЕКСТУ ПІДПРИЄМСТВА	65
<i>Столбовий В.О., Манохін А.С., Клименко С.А., Копеїкіна М.Ю.</i> СКРЕТЧ-ТЕСТУВАННЯ ВАКУУМНО-ДУГОВОГО БАГАТОКОМПОНЕНТНОГО ПОКРИТТЯ (TiAlSiY)N/CrN	67
<i>Тимофєєва Л.А., Германов Д.М.</i> АНАЛІЗ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ МЕТРОЛОГІЧНИХ РОБІТ	70
<i>Тимофєєва Л.А., Козловська І.П.</i> АНАЛІЗ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ СТРУКТУР УПРАВЛІННЯ МЕТРОЛОГІЧНОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ УКРЗАЛІЗНИЦІ	72
<i>Тимофєєв С.С., Гарбуз О.С.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ МЕТРОЛОГІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ	74
<i>Чернієнко О.І., Веніков В.О., Лямцева А.О., Филипович А.Г., Бочечка О.О.</i> ПОРИСТІСТЬ КОМПАКТІВ, СФОРМОВАНИХ З АЛМАЗНИХ ПОРОШКІВ З ТИТАНОВИМ ПОКРИТТЯМ ПІД ДІЄЮ ВИСОКОГО ТИСКУ ЗА КІМНАТНОЇ ТЕМПЕРАТУРИ	77

ЯКІСТЬ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ, КОНТРОЛЬ: ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА

Матеріали 22-ї Міжнародної науково-практичної конференції

04–05 жовтня 2022 р.

Комп'ютерна верстка: Копейкіна М.Ю.

Підписано до друку 25.09.2022

Формат 60×84×1/16.

Ум. вид. арк. 11.

Асоціація технологів-машинобудівників України
04074, м. Київ, вул. Автозаводська, 2

Тел. /Факс +38-044-430-85-00, www.atmu.net.ua

E-mail: atmu@ism.kiev.ua, atmu@meta.ua, atmu1@meta.ua
