Міністерство освіти і науки України
АН Вищої освіти України
Вінницький національний технічний університет
Витебский государственный технологический университет
Вінницький національний аграрний університет
Державне підприємство НДІННП «МАСМА»
Державний університет інфраструктури та технології
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
Інститут проблем ринку та економіко-екологічних досліджень НАНУ
Донбаська державна машинобудівна академія
Запорізький національний університет
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Інститут інформаційних технологій
Інститут радіофізики та електроніки ім. О.Я. Усикова
Київський національний університет культури і мистецтв
Київський національний університет технологій та дизайну
Луцький національний технічний університет
Львівський торговельно-економічний університет
Навчально-науковий інститут механічної інженерії і транспорту
Центральноукраїнський національний технічний університет
Національна металургійна академія України
Національний університет «Запорізька політехніка»
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського»
Одеський інститут ПрАТ «ВНЗ
«Міжрегіональна академія управління персоналом»
Падерборнський університет (Німеччина)
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Харківський національний університет міського господарства
імені О.М. Бекетова
Херсонська державна морська академія
Центральноукраїнський національний технічний університет
Чорноморський національний університет імені Петра Могили

ХНТУ
ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МАТЕРІАЛИ

VII-ої Міжнародної науково-практичної конференції

"Сучасні технології промислового комплексу – 2021",

Вересень 7, 2021 – Вересень 10, 2021

Херсон – 2021

Матеріали VII міжнародної науково-практичної конференції "Сучасні технології промислового комплексу – 2021", випуск 7. – Херсон: ХНТУ, 2021. – 269 с.

В матеріалах конференції викладені нові теоретичні і прикладні результати щодо застосування сучасних інноваційних технологій у промисловому комплексі регіонів та машинобудуванні України. Розглянуті проблеми в галузях: технології машинобудування, обробки матеріалів тиском, технології нанесення та обробки покриттів, виробництві нових матеріалів, зміцнення та відновлення деталей машин, системного аналізу та математичного моделювання складних об’єктів, проблем надійності та енергозбереження, захисту довкілля, екологічної безпеки, ресурсозберігаючих технологій.

Викладені практичні рекомендації по використанню результатів досліджень і дослідно-конструкторських розробок в машинобудуванні. Даний збірник є виданням, в якому публікуються основні результати наукових досліджень провідних вчених України, викладачів, аспірантів та студентів ВНЗ.

Збірник розрахований на наукових і інженерно-технічних робітників ВНЗ, конструкторських організацій і промислових підприємств.

Організаційний комітет конференції:
Голова: **Бардачов Юрій Миколайович** – д.т.н., професор, ректор ХНТУ.
Заступники голови:
Розов Юрій Георгійович – д.т.н., професор, перший проректор ХНТУ;
Дмитрієв Дмитро Олексійович – д.т.н., професор, зав. кафедри автоматизації, робототехніки і мехатроніки ХНТУ;
Сєліверстов Ігор Анатолійович – к.т.н., доцент, декан факультету інженерії та транспорту ХНТУ;
Закора Оксана Василівна – к.т.н., доцент кафедри експертизи, технології і дизайну текстилю ХНТУ.

Автори опублікованих матеріалів несуть відповідальність за підбір і точність наведених фактів, цитат, економіко-статистичних даних, імен та інших відомостей, а також за те, що матеріали не містять даних, які не підлягають відкритій публікації.

© Херсонський національний технічний університет, 2021

З М І С Т

Кузнецов Ю. Н. 13
НЕДАЛЁКОЕ БУДУЩЕЕ – КАЧЕСТВЕННЫЙ ПЕРЕХОД ОТ «ИНДУСТРИЯ 4.0» К «ИНДУСТРИЯ 5.0»

Огинский И.К., Гридин А.Ю., Ремез О.А., Власов А.А., Гречаный А.Н., Васильченко Т.А. 17
НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ВАЛКОВОЙ РАЗЛИВКИ-ПРОКАТКИ

Федорчук Д.Д., Сєліверстов І.А., Сєліверстова Ю.І. 19
РОЗРАХУНОК ПРИВОДУ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ТРУБЧАСТИХ ВИРОБІВ З ПРОФІЛЬНИМИ ПОВЕРХНЯМИ

СЕКЦІЯ 1
«ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНІ МЕТОДИ РЕАЛІЗАЦІЇ ІННОВАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ РОЗВИТКУ ЕКОНОМІКИ»

Безкоровайна Л.В. 20
ДИВЕРСИФІКАЦІЯ ТУРИСТИЧНИХ І ГОТЕЛЬНИХ ПОСЛУГ В УМОВАХ СУЧАСНОГО РИНКУ: МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ, ПРОЄКТУВАННЯ, ІННОВАЦІЇ

Демидчук Л. Б. 23
ІНФОРМАЦІЙНА СЕРВІЗАЦІЯ ТА ЦИФРОВІЗАЦІЯ В ІНФРАСТРУКТУРІ НАДАННЯ ПОСЛУГ В ПІДПРИЄМНИЦТВІ

Євчук Л.А. 28
ЕКОНОМІЧНИЙ АСПЕКТ РОЗВИТКУ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

Луцькова В.А. 31
ВНУТРІШНІЙ ТУРИЗМ ЯК АЛЬТЕРНАТИВА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ УКРАЇНИ В СУЧАСНИХ РЕАЛІЯХ

Ніколайчук Т.О. 33
РОЗВИТОК ЗАПОВІДНИХ ТЕРИТОРІЙ, ЯК ЕКОНОМІКО-ЕКОЛОГІЧНОГО ПРОСТОРУ РЕГІОНУ: ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ

СЕКЦІЯ 2
«ПРОГРЕСИВНА ТЕХНІКА І ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ, МЕХАТРОНІКА, РОБОТОТЕХНІКА І АВТОМАТИЗОВАНЕ УПРАВЛІННЯ»

Алієва Л.І., Левченко В.М., Картамишев Д.О., Таган Л.В. 37
АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ПОПЕРЕЧНО-ПОЗДОВЖНЬОГО ВИДАВЛЮВАННЯ МЕТОДОМ КІНЕМАТИЧНИХ МОДУЛІВ

Karnaukh S.G., Chosta N.V., Markov O.E., Rizak P.I. 39
RESEARCH OF THE PRESS OPERATING MECHANISM, MADE IN THE FORM OF THE WEDGE-JOINT MECHANISM WITH A CURVING WEDGE FOR SEPARATION OPERATIONS

Abhari P., Malii Kh., Tahan L., Chepelenko O. 41
THE USE OF FINITE ELEMENT SIMULATION TO INVESTIGATE POWER MODES OF DEFORMATION IN RADIAL EXTRUSION PROCESS

Березін Л.М. 43
ДО ПАРАМЕТРИЧНОЇ НАДІЙНОСТІ ПРОМИСЛОВИХ РОБОТІВ

Верба І. І., Даниленко О. В., Вегерук Р. В. 46
ВИРОБНИЦТВО ЗАСОБІВ ВИРОБНИЦТВА – УМОВА НЕЗАЛЕЖНОСТІ КРАЇНИ: АКСІОМА

Даниленко О.В., Верба І.І. 50
ПРОБЛЕМИ РОБОТОДАВЦІВ ТА ПУБЛІКАЦІЇ У SCOPUS

Веселовська Н.Р. 55
КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ РОЗШИРЕНОГО ВИРОБНИЦТВА

Воденнікова О.С., Матяшева О.Б., Воденнікова Л.В. 58
МОЖЛИВОСТІ ВИПЛАВКИ МАЛОФОСФОРИСТОГО ШЛАКУ ЗІ ЗАСТОСУВАННЯМ ШИХТИ З МІНІМАЛЬНИМ ТЕПЛОСПОЖИВАННЯМ

Воденнікова О.С., Воденніков С.А., Манідіна Є.А. 62
МОЖЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ КРІОГЕННОГО БЛАСТІНГУ ЯК СУЧАСНОГО МЕТОДУ ОЧИЩЕННЯ ВІД ЗАБРУДНЕНЬ ВИЛИВНИЦЬ ДЛЯ РОЗЛИВКИ СТАЛІ

Гарасимів В.М. 67
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ УСТАНОВКОЮ ЕТАНОЛУ В УМОВАХ ІНФОРМАЦІЙНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Гречаний О.М., Васильченко Т.О., Власов А.О., Петров Д.С. 70
АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ОБЛАДНАННЯ ПОТОКОВИХ ЛІНІЙ ПРОКАТНИХ ЦЕХІВ

Грубник С.О., Солнушко В.В., Грубник О.В. 72
РОЗРОБКА СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ ПОБУТОВОГО ТРИКАМЕРНОГО ХОЛОДИЛЬНИКА З КАМЕРОЮ-«ТРАНСФОРМЕРОМ»

Денисюк В.Ю., Симонюк В.П., Лапченко Ю.С. 74
ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННІ ПРИСТРОЇ МЕТРОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ ПОХИБОК МЕХАНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ ПЕРЕМІЩЕНЬ ОБ'ЄКТІВ

Kapiton A.M., Moroz A. 78
INFORMATION SUPPORT OF THE ENTERPRISE MANAGEMENT SYSTEM

Клюєва О.О., Русанов С.А., Клюєв О.І. 80
ДО ПИТАННЯ КОРОЗІЙНОЇ СТІЙКОСТІ ВУЗЛІВ ТЕПЛОВИХ АКУМУЛЯТОРІВ АВТОТРАНСПОРТУ

Копилов В.І., Кузін О.А., Кузін М.О., Єрко О.О., Люшенко Є.О. 81
ОЦІНКА ПРОЦЕСІВ РУЙНУВАННЯ СТАЛЕЙ НА ОСНОВІ МОДЕЛЮВАННЯ СТРУКТУРИ ПОВЕРХОНЬ ПОДІЛУ РІЗНОГО ХАРАКТЕРУ

Красота М.В., Шепеленко І.В., Осін Р.А. 84
РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ РЕНОВАЦІЇ АВТОМОБІЛЬНИХ ДЕТАЛЕЙ

Кузнєцов Ю. М. 87
РОЗВИТОК ВИНАХІДНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ – ОДИН ІЗ ШЛЯХІВ ВІДРОДЖЕННЯ УКРАЇНИ ЯК ІНДУСТРІАЛЬНО-АГРАРНОЇ ДЕРЖАВИ

Мєшков Ю.Є. 91
ДІАГНОСТИКА АГРЕГАТІВ АВТОМОБІЛЕЙ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРІВ ПРАЦЮЮЧОГО МАСТИЛА

Смирнов І.В., Чорний А.В., Лисак В.В., Щекланов О.В., Андрейцев А.Ю 94
ЗНОС ТА ІМПУЛЬСНО-ПЛАЗМОВЕ ЗМІЦНЕННЯ СТВОЛІВ ВОГНЕПАЛЬНОЇ ЗБРОЇ

Сєліверстова С.Р., Колебанов О.К., Фролов О.М. 99
ЗНИЖЕННЯ РІВНЯ НИЗЬКОЧАСТОТНОГО ШУМУ В N-P-N ТРАНЗИСТОРАХ

Проценко В.О., Маринченко Д.О. 101
ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ МЕХАНІЗМУ ПЛУНЖЕРНОЇ РУЛЬОВОЇ МАШИНИ Р-18

Сапожник Д. І. 104
ПЕРСПЕКТИВИ НАПРЯМКИ ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ У ПІДПРИЄМНИЦЬКІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

Старченко М.В., Котляр О.В., Басова Є.В., Пономарьова О.Б. 107
РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЙНОГО РІШЕННЯ БАГАТОПОЗИЦІЙНОГО ФРЕЗЕРНО-ЦЕНТРУВАЛЬНОГО ВЕРСТАТА З ЧПК

Шепеленко І.В., Черкун В.В. 109
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБРОБКИ ЦАПФ ШЕСТЕРЕНЬ ГІДРОНАСОСІВ

Сухова О.В. 112
СТРУКТУРА ТА ВЛАСТИВОСТІ ДИСПЕРСНОТВЕРДНИХ СПЛАВІВ – ЗВ'ЯЗОК Cu–Ni–Mn–Fe ДЛЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ ПОКРИТТІВ

Тимошенко О.В., Бондарець О.А., Фам Д.К., Мусієнко О.С. 117
ОЦІНКА ВПЛИВУ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ НА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛУ ІМПЛАНТІВ, ЩО ВИГОТОВЛЕНІ МЕТОДОМ 3D ДРУКУ ТИТАНОВИМ ПОРОШКОМ ПРИ РІЗНИХ ВИДАХ НАВАНТАЖЕННЯ

Федорчук Д. Д. 121
ВПЛИВ ПЛАСТИЧНОГО ДЕФОРМУВАННЯ НА МІКРОСТРУКТУРУ МАТЕРІАЛУ ПРИ ОБТИСНЕНІ ТРУБЧАСТИХ ВИРОБІВ З ПРОФІЛЬОВАНОЮ ВНУТРІШНЬОЮ ПОВЕРХНЕЮ

Чурсов С.О. 123
ФРАКТОГРАФІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КОНТРОЛЬОВАНОГО РУЙНУВАННЯ КОМПОЗИЦІЇ ВОЛОКНИСТИХ І МЕТАЛЕВИХ МАТЕРІАЛІВ, У АВТОМОБІЛЬНИХ ШИНАХ

Фертіль І. І., Фешанич Л. І. 127
ІДЕНТИФІКАЦІЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДІЛЯНОК ВОДО-ПАРОВОГО ТРАКТА КОТЛА

Томащук В. М., Фешанич Л.І. 132
ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ УСТАНОВКИ «ВИРОБНИЦТВА СИНТЕТИЧНИХ ЖИРНИХ КИСЛОТ» НА ОСНОВІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

СЕКЦІЯ 3
«ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ТОВАРІВ ЛЕГКОЇ І ТЕКСТИЛЬНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ»

Дзикович Т.А., Климова А.В., Галавська Л.Є. 135
ЗАСТОСУВАННЯ РАПОРТНИХ КОМПОЗИЦІЙ ОРНАМЕНТУ У КОЛЕКЦІЇ ЖІНОЧОГО ВЗУТТЯ

Кизимчук О.П., Мельник Л. М., Арабулі С.І. 136
ПЛИВ ВТО НА СТІЙКІСТЬ КОЛЬОРУ ТРИКОТАЖУ ДЛЯ ДИТЯЧИХ ВИРОБІВ

Єліна Т.В., Галавська Л.Є., Архипенко Л.О. 138
УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТРИКОТАЖНИХ ВИРОБІВ ЗАДАНОЇ ФОРМИ ШЛЯХОМ ОБ'ЄМНО-ПРОСТОРОВОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ЇХ ДЕФОРМАЦІЇ

Коваленко О.Н., Зимина Е. Л. 142
ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГРУНТОВЫХ МОДУЛЕЙ

Коваленко О.Н., Зимина Е. Л. 145
ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ГЕОМОДУЛЕЙ

Рязанова О.Ю., Закора О.В., Штода А.С. 148
ІМІТАЦІЯ «НАТУРАЛЬНОСТІ» ЯК ОДИН ІЗ ЗАСОБІВ ФАЛЬСИФІКАЦІЇ ТЕКСТИЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Асаулюк Т.С., Семешко О.Я., Скалозубова Н.С. 150
ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КРИСТАЛІВ ОКСИДУ ЦИНКУ

Ніколайчук Л. Г., Сапожник Д. І. 151
ІННОВАЦІЙНІ ТЕНДЕНЦІЇ В РОЗВИТКУ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Панкратенко Г.М, Закора О.В. 155
ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ КАМУФЛЯЖНИХ ТКАНИН

Чепелюк О.В., Рогульська С.С. 157
ПРОЕКТУВАННЯ ТКАНИХ ПОЛОТЕН ДЛЯ ВИРОБІВ СКЛАДНОЇ КРИВОЛІНІЙНОЇ ФОРМИ

СЕКЦІЯ 4
«ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАСОБИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН, МЕХАНІЗМІВ, ВУЗЛІВ, ОСНАЩЕННЯ ВЕРСТАТІВ»

Бергер Е.Э., Симинченко И.П. 158
АНАЛИЗ СХЕМ РЕЗАНИЯ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ

Букетов А.В., Житник Д.В., Танська М.В., Бабій К.А. 162
МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОПТИМІЗАЦІЇ ВМІСТУ ІНГРЕДІЄНТІВ ПРИ СТВОРЕННІ ПОКРИТТІВ ДЛЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Букетов А.В., Житник Д.В., Селіфонова Л.В., Субботіна Н.Є., Пуськова Т.Г., Вибач Н.П. 163
ВПЛИВ МАЛЕЇНОВОГО АНГІДРИДУ НА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕПОКСИДНОЇ МАТРИЦІ ДЛЯ ЗАХИСТУ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Добров И.В., Семичев А.В., Суворов В.В. 164
РАСЧЕТНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГОСИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ КРИВОШИПННО-ПОЛЗУННОГО МЕХАНИЗМА

Міщук О.О., Ярмолюк Б.М., Кобилянський Є.В. 169
ЕФЕКТИ САМООРГАНІЗАЦІЇ НАНОКЛАСТЕРІВ ФАТЕРИТУ ТА ОКСИДУ ГРАФЕНУ ПІД ВПЛИВОМ ДВООКСИДУ ВУГЛЕЦЮ ТА ПАР: СИНТЕЗ У ЗВОРОТНИХ МІКРОЕМУЛЬСІЯХ

Питайло О.Ю. 173
ТЕОРЕТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ УМОВ ВІД ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ ПРИ ТОРЦЕВОМУ ФРЕЗЕРУВАННІ ЗАСОБАМИ CAE-СИСИТЕМ

Рубан В.М. 178
ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ РІВНОМІРНОГО ФРЕЗЕРУВАННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ КОЛІСНИХ ПАР

Троханяк О.М. 180
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕМІЩЕННЯ СИПКОГО МАТЕРІАЛУ ГВИНТОВИМИ СЕКЦІЯМИ

Шарко О.В., Марасанов В.В., Степанчиков Д.М., Шарко А.О. 183
КОНТРОЛЬ СТАНУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ПРИ НАЯВНОСТІ ЗАХИСНОГО КОМПОЗИЦІЙНОГО ПОКРИТТЯ ЗА ДАНИМИ СИГНАЛІВ АКУСТИЧНОЇ ЕМІСІЇ

СЕКЦІЯ 5
«ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРІОРИТЕТИ В ГАЛУЗІ ТРАНСПОРТУ І ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ»

Вдовиченко В.О. 188
ВИБІР СПОСОБУ ПЕРЕМІЩЕННЯ ДЛЯ МЕШКАНЦІВ РІЗНИХ РІВНІВ ДОХОДІВ

Войтович О.А., Ткач В.О. 192
АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ТРАНСПОРТІ

Войтович О.А., Петлицький А.О. 195
АНАЛІЗ ЗАХОДІВ ЗІ СТИМУЛЮВАННЯ ВИСОКОЯКІСНОЇ РОБОТИ ПЕРЕВІЗНИКА

Круць Т.І., Зінько Р.В., Кость Р.Ю. 197
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ВИВОДУ ПОВІТРЯ З САЛОНУ АВТОБУСА

Демчук І.Б., Зінько Р.В. 200
ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОМОБІЛЬНОГО ГЛУШНИКА

Зінько Р.В., Смерека Н.С., Гусак С.С. 203
КОМПОНОВКА АВТОПОЇЗДА ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Стець Ю.Р., Зінько Р.В., Стець М.Б. 208
МОДЕЛЮВАННЯ БЕЗКАМЕРНИХ ШИН МЕТОДОМ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Луб'яна Н.П. 210
УПРАВЛІННЯ РОЗВИТКОМ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В СИСТЕМІ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ДЕРЖАВИ

Луб'яний П.В., Шех Ю.О. 215
ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ МІСТ

Любий Є.В., Бєлецька О.М. 218
ДОСЛІДЖЕННЯ ГРАНИЧНОГО ЧАСОВОГО ІНТЕРВАЛУ ПРИ ВИЇЗДІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З ПРИЛЕГЛИХ ТЕРИТОРІЙ

Понкратов Д.П. 222
ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПЕРЕВІЗНОГО ПРОЦЕСУ НА МАРШРУТАХ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Розова А.Ю. 224
СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ ЛОГІСТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЕДИТОРСЬКИХ СИСТЕМ

Славич В.П., Калімбет Р.В., Портер К.А. 227
ТРАНСПОРТНА ЗАДАЧА МІНІМІЗАЦІЇ ЗВОРОТНОГО ПОРОЖНЬОГО ПРОБІГУ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕНІ ВАНТАЖІВ В УМОВАХ НАЯВНОСТІ ОБМЕЖЕНЬ ЗА ПРОПУСКНОЮ ЗДАТНІСТЮ ЛАНОК МЕРЕЖІ

Славич В.П., Лівандовський В.С. 230
МОДЕЛЬ МІНІМІЗАЦІЇ ЗАТРИМОК ПІШОХІДНОГО ПОТОКУ МІСТА

Ковцур К.Г., Федоров В. Ю. 233
ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСУ ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ У ПУНКТАХ НАВАНТАЖЕННЯ ТА РОЗВАНТАЖЕННЯ

СЕКЦІЯ 6
«ПРОБЛЕМИ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ТА МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ ОБ'ЄКТІВ, CAD/CAM/CAE»

Алієв І.С., Грудкіна Н.С., Моісєєва А.М., Коцюбівська К.І. 236
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТОЧНОГО ОБ'ЄМНОГО ШТАМПУВАННЯ ВИДАВЛЮВАННЯМ НА ОСНОВІ РОЗШИРЕННЯ БАЗИ УНІФІКОВАНИХ КІНЕМАТИЧНИХ МОДУЛІВ

Андронова О.В., Курак В.В., Васильєв Є.О. 238
МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ЕЛЕКТРОХІМІЧНИХ АКУМУЛЯТОРІВ В MATLAB/SIMULINK

Сімінченко І.П., Бергер Є.Е. 241
ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ РОБОТИ З РОЗРАХУНКОВИМИ МОДУЛЯМИ САПР AUTODESK INVENTOR ТА SOLIDWORKS В УМОВАХ ВИВЧЕННЯ СТАТИЧНОГО АНАЛІЗУ МІЦНОСТІ ДЕТАЛІ.

СЕКЦІЯ 7
«РОЗВИТОК НАУКИ ПРО ЖИТТЯ І ЗАХИСТ ДОВКІЛЛЯ»

Крекотень Е. Г. 246
БЕЗОПАСНОСТЬ ДОБЫЧИ СВАЛОЧНОГО ГАЗА НА ПОЛИГОНЕ ТБО

Мельничук О.И. 250
СОВРЕМЕННЫЕ МУСОРОВОЗЫ НА РЫНКЕ ТРАНСПОРТИРОВКИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Наконечная А.В. 254
ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ПОЛИГОНОВ ТБО

Немировський Я.Б., Тунік Т.М., Шепеленко І.В. 257
ОЦІНКА СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА – ОСНОВА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ДОВКІЛЛЯ

Олійник Ю. Г., Ковальський В. П. 261
АНАЛІЗ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ З РАДІАЦІЙНО-ЗАХИСНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Палагнюк Д.М. 263
СИСТЕМА ИНФОРМАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ПО СБОРУ ТБО

Медвєдєва О.В., Немировський Я.Б., Тунік Т.М., Шепеленко І.В. 266
ОЦІНКА СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА – ОСНОВА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ДОВКІЛЛЯ

УДК 330.341.1:004.9]:316.422

НЕДАЛЁКОЕ БУДУЩЕЕ – КАЧЕСТВЕННЫЙ ПЕРЕХОД ОТ «ИНДУСТРИЯ 4.0» К «ИНДУСТРИЯ 5.0»

Кузнецов Ю. Н.
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

«Основной творец – Природа, а Человек – одно из непревзойденных её творений и творец по своему подобию» (© - автор)

Жизнь и деятельность Человека направлена на удовлетворение его личных и общественных потребностей, что заставляет людей взаимодействовать с окружающей Природой и вступать в определённые отношения друг с другом. В процессе такой деятельности Человеком создаются непрерывно усложняющиеся и более эффективные действующие антропогенные системы (АГС) - (от греч. anthropos – человек, genesis – происхождение, становление развивающегося явления) системы, созданные в результате сознательно направленной человеческой деятельности. Можно условно выделить следующие этапы развития орудий труда, созданные Человеком: первые орудия труда в виде простейших приспособлений преимущественно из одной детали (палки, камни, топоры, ножи, копья и т.п.); простейшие механизмы (рычаги первого и второго рода, клинья и т.п.); сложные механизмы (зубчатые передачи, ременные передачи, винтовые механизмы и т.п.); машины с ручным и ножным приводом, с использованием воды, пара и ветра, насосы и т.п.); машины с электрическим приводом; мехатронные системы; машины с искусственным интеллектом.

В каменном веке количество технических систем, которые собирались из одного – трёх тел, не превышали пяти – десяти (обработка камня камнем в Африке 2,4 млн лет тому, каменный топор в Кении 1,65 млн лет тому, освоение огня в Африке 790 тыс. лет тому, прочее). В истории развития техники с появлением машин начали вести разговор о промышленных революциях [9].

Первая промышленная революция произошла с появлением паровой машины во второй половине 18-го века, осуществив переход от ручного труда к машинному. Вторая промышленная революция связана с открытием и освоением электричества и возникновения конвейерного производства. Третья промышленная революция началась во второй половине 20-го века с созданием электронно-вычислительных машин, а далее цифровых компьютеров – основой информационных технологий (IT-технологий).

Сегодня человечество поставлено перед вызовами четвёртой промышленной революции «Индустрия 4.0» [4] с широким проникновением автоматизации, роботизации, информатизации, коммуникации и всего, что касается общества, бизнеса, производства и образования.

Основатель Всемирного экономического форума Клаус Шваб отметил, что наступило время массового внедрения киберфизических систем в производстве, стирающее грани между физическими, цифровыми и биологическими сферами. Появились интеллектуальные роботы, дроны, умные дома и города, исследования головного мозга, а товар в процессе выпуска в состоянии сам определить оборудование, способное произвести его.

В общей картине эволюции эволюций искусственный интеллект подчиняется тем же законам развития, что биологические и АГС, проходя следующие периоды:

предтехника вычислительная, предавтоматы вычислительные, ЭВМ с одним потоком команд и множеством потоков команд (по систематике Флинна).

Удалось установить, что эволюция вычислительной техники проходит под действием естественного закона гомологических рядов по Вавилову Н.И., который является общим для эволюции клетки, Человека и промышленного оборудования (рис.1).

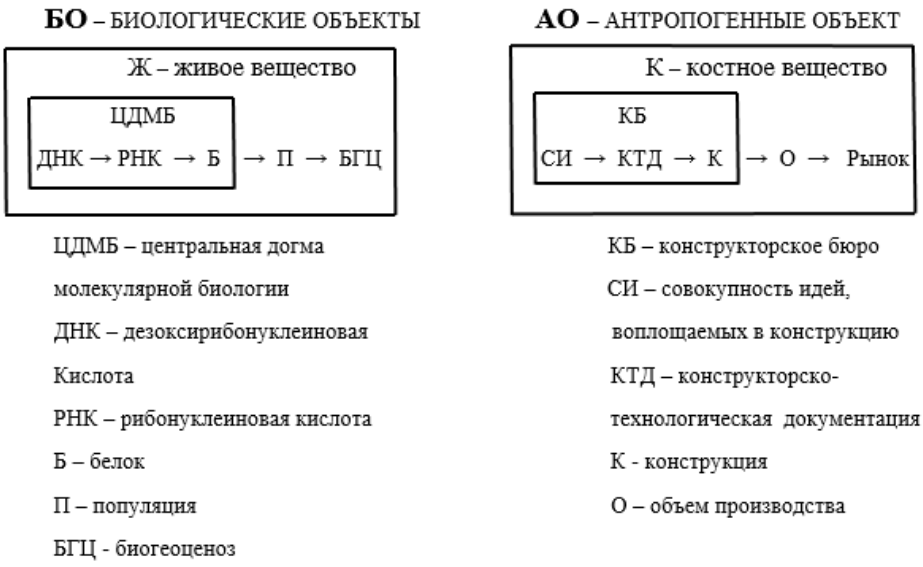


Рисунок 1 – Системы воспроизводства жизни и эволюции биологических и АГС (по Брюховичу Е.И. [2])

Открытие казалось бы на первый взгляд парадоксальним новых ефектов и явлений, объективно существующих в Природе, позволяет на много лет вперёд прогнозировать и даже предвидеть развитие науки и техники, решать сложнейшие проблемы, что выдвинуты перед человечеством, среди которых энергетические, экологические, сырьевые, информационные и другие.

Если обратиться к истокам создания Человеком механических систем, то орудия каменного века представляли собой простые формы тел, на основе каких появились все последующие сотни тысяч изобретений в механике.

Именно с таких позиций можно проследить развитие техники от прошлого через настоящего к будущему на примере эволюции и синтеза станков, как машин, которые создают другие машины [5], используя для этого геометрические построения и объективные законы в Природе (симметрия, универсальные генетические операторы синтеза, геометрические операторы и другое) [6].

Наглядными примерами зарождения искусственного интеллекта в ответ на вызовы «Индустрия 4.0» являются научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, проводимые на основе междисциплинарного подхода учёными кафедр конструирования машин, электромеханики и технической кибернетики КПИ им. Игоря Сикорского. Один пример приведен на рис.2 применительно к зажимным механизмам, в частности, цанговым и другим зажимным патронам для тел вращения.

Когда сегодня речь идёт о современных технологиях, то их обычно связывают с последней промышленной революцией «Индустрии 4.0». Основной чертой «Индустрия 4.0» является преобразование деятельности предприятий для максимально широкого использования в производственных и бизнес-процессах роботов, робототехнических систем и комплексов, искусственного интеллекта [10] и больших данных.

Но на горизонте начинает просматриваться новая промышленная революция, которую уже назвали «Индустрия 5.0». Её отличие от «Индустрия 4.0» и предыдущих трёх заключается в развитии так называемых человекоцентричных технологий, нацеленных на усиление физических возможностей Человека, его творческого и

интеллектуального потенциала [1,3], повышения качества, продолжительности жизни [12-15]. Появилась новая концепция: **будущее технологий — это не технологии, замещающие человека, а технологии, дополняющие человека.**

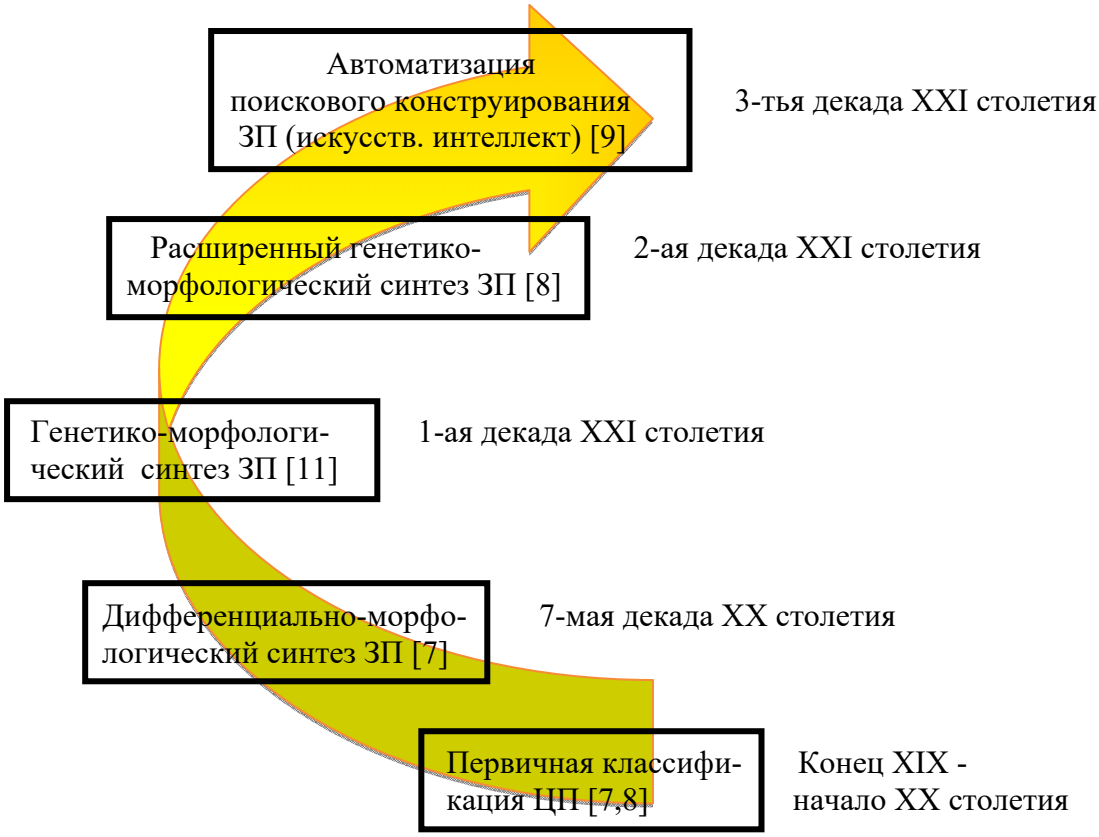


Рисунок 2 – Эволюция творческого мышления при синтезе и генетическом предвидении цанговых (ЦП) и других зажимных патронов (ЗП)

Прогнозированные инновации и новые технологии [12] можно разделить на несколько перспективных групп: ассистивные технологии (силовые экзоскелеты, различные протезы и аппараты для реабилитации), автономные транспортные средства, нейротехнологии, носимые технологии биомониторинга (от фитнес-браслетов до инвазивных датчиков), образовательные технологии, 3D-биопринтинг (биопечать), редактирование генома, глобальная кибербезопасность, новая реальность и функциональное персонализированное питание.

Человеческий мозг и технологии могли бы быть соединены друг с другом, чтобы действовать более интеллектуально, чем один конкретный человек, группа или компьютер [3,15]. Уже есть новейшие технологии совершенствования тела и разума. Появились теории о «смерти смерти», в основе которых планируются технологии, направленные на долголетие.

Будущее также за небольшими ядерными реакторами, технологию производства ими энергии тоже можно назвать прорывной, так как будут резко снижены выбросы углекислого газа. Продукты питания с применением биотехнологий будут производиться не на сельскохозяйственных угодьях, а в лабораториях из клеток.

Вывод: Принимая вызовы «Индустрия 4.0» необходимо понимать, что только конвергенция знаний на междисциплинарном уровне с применением НБИКСЭ (нано-био-инфо-когно-социо-эко)-технологий позволит перейти к новой социально сориентированной формации человеческого общества с максимальной взаимной связанностью людей и машин для максимального удовлетворения потребностей каждого

Человека как личности. Индустриальные революции в будущем приведут к тому, что отношения людей с машинами на производстве и в обычной жизни перейдут на новый уровень. Пока никто не может утверждать, как это скажется на обществе, использующем технику и технологии Индустрии 5.0 и последующие индустриальные технологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аугустинавичюте А. Соционика: в 2-х книгах.-М.: ООО «Фирма «Издательство АСТ»; СПб.: Terra Fantastica, 1998 (1-448с., 2-416с.).
2. Брюхович Е.И. К вопросу информатизации общества //Математические машины и системы.-1997, №2.-С.122-132.
3. Каку М. Будущее разума /Митио Каку; пер. с англ.-М.: Альпина нонфикшин, 2015. – 385 с.
4. Кузнецов Ю.Н. Вызовы четвертой промышленной революции «Индустрия 4.0» перед учеными Украины // Вестник ХНТУ, Херсон, №2 (61), 2017.- С.67-75.
5. Кузнєцов Ю.М. Передача генетичної інформації в процесі еволюції металорізальних верстатів. Журнал «Питання історії науки і техніки», №4(32), 2014.- С.3-10.
6. Кузнецов Ю., Шинкаренко В. Генетический подход – ключ к инновационному синтезу сложных технических систем. Журнал «Fundamental scinces and aplications», т.16, Пловдив (Болгария), к.2, 2011. – с.15 – 33.
7. Кузнєцов Ю.М. Людське мислення і штучний інтелект на прикладі синтезу затискних цангових патронів //6-я межд. науч.-практ. конф.»Информационные технологии и взаимодействия». КНУ им. Т.Г. Шевченко, 2019.-с.236-245.
8. Кузнєцов Ю.М. Етапи еволюції творчого мислення з елементами штучного інтелекту на прикладі синтезу цангових патронів //Журнал «Наукові нотатки». Вип.№67,-Луцьк, 2019.-с.70-81.
9. Очерки истории техники в России с древнейших времён до 60-х годов XIX века /В. К. Кузаков, Н. Н. Стоскова, А. А. Дорогов и др. -М.: Наука, 1978. - 375 с.
10. Рассел Стюарт. Искусственный интеллект: современный подход; пер. с англ. / Рассел Стюарт, Норвиг Питер.-2-е изд.-М.:Вильямс, 2006.-1408 с.
11. Хамуйела Ж.А. Герра. Генетико-морфологический синтез зажимных патронов: Монография /Герра Ж.А.Хамуйела, Ю.Н.Кузнецов, Т.О.Хамуйела; под ред. Ю.Н.Кузнецова.-Луцк: Вэжа-Друк, 2017.-328с.
12. http:prognosis.org.ua/index.shtm Копацкий А.В. Цивилизация богов. Прогноз развития науки и техники в 21-м столетии (10 десятилетий)
13. https://www.hse.ru/news/expertise/463569696.html
14. http://roboticstoday.ru/industriya-5-0-evolyuciya-ili-revolyuciya/
15. https://4esnok.by/obzory-i-rejtingi/budushhee-za-industriej-5-0-i-kommunikaciej-s-robotami/

УДК 621.771

НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ВАЛКОВОЙ РАЗЛИВКИ-ПРОКАТКИ

Огинский И.К., Гридин А.Ю.*, Ремез О.А.**, Власов А.А.,
Гречаный А.Н., Васильченко Т.А.
Запорожский национальный университет
*Падерборнский университет (Германия)
**Национальная металлургическая Академия Украины

К настоящему времени все значительные достижения в области валковой разливки-прокатки (бесслитковой прокатки) связаны с производством тонкого листа. Наряду с традиционным применением предпринимаются активные попытки расширить область её применения, в последнее время опубликованы работы, посвященные новым процессам бесслитковой прокатки. В их числе результаты исследований, выполненных авторами настоящей работы, направленные на получение биметаллических полос методом бесслитковой прокатки, выполненные в Ганноверском университете (Германия). Вызывают интерес работы последнего периода времени выполненные в Рейн-Вестфальской высшей технической школе (г. Ахен, Германия), где методом валковой разливки-прокатки были получены полосы переменной высоты по ширине. Несколько позже подобные разработки и другие были начаты авторами настоящей работы в Ганноверском университете и продолжены в Падерборнском (Германия), создан новый способ получения и устройства для его реализации [1-3], описание технологического комплекса приведено в работе [3]. В развитие последних работ в Запорожском национальном университете (Украина) в сотрудничестве с Падерборнским университетом созданы новый способ и устройство для получения сплошных и полых заготовок [4].

Одним из основных условий для успешной реализации процессов валковой разливки-прокатки является образование эффективного процесса теплообмена в линии валки-металл-система подачи, в свою очередь, основными узлами в названной линии являются водоохлаждаемые валки. В мировой практике сформировались некоторые достаточно общие подходы в части их конструкции. Используются составные валки, в радиально-периферийных участках которых, выполнены отдельные каналы для подачи охлаждающей жидкости. Названные каналы соединены с продольными, которые расположены вблизи рабочей поверхности валка, в результате образуются чередующиеся полые и сплошные зоны в теле валка. Использование валка со множеством каналов, расположенных параллельно рабочей поверхности бандажа, объясняется желанием разработчиков придать кристаллизатору достаточную жесткость. При таком подходе чередование охлаждаемых и неохлаждаемых зон валков создает неравномерность тепловых условий их работы, что приводит к искажению геометрии рабочей поверхности валка от действия термических напряжений и деформаций. Также каналы ограниченных размеров в корпусе валка не способствуют эффективному снижению температуры охлаждающий воды. Последнее приводит к неравномерности температурного поля валков, снижается эффективность теплоотбора от расплавленного металла через инструмент в охлаждающую жидкость. В результате сила деформации во времени приобретает осциллирующий характер, все это вызывает возмущающее воздействие на стабильность процесса разливки, возникает различие размеров полосы по ее длине. При этом возникает и неравномерность свойств по её длине, все это, в конечном итоге, приводит к ухудшению качества полосы в целом. Новая конструкция водоохлаждаемого валка стала одним из принципиально новых узлов при создании экспериментальной установки для Ганноверского и Падерборнского университетов (Германия) [1]. Установка

является составной частью технологического комплекса, предназначенного для экспериментальных исследований процесса валковой разливки-прокатки [3].

Авторами настоящей работы проводятся изыскания в направлении создания новых видов бесслитковой прокатки для получения сплошных и полых заготовок для прокатного передела и машиностроения [4]. В части прокатного передела заготовки предназначены для сортопрокатного и трубного производств и, соответственно, имеют квадратную форму или цилиндрическую. Получение названных заготовок методом валковой разливки-прокатки является новым и перспективным направлением. Дополнительным преимуществом названной технологии является возможность повысить качество заготовки, а в конечном итоге и заключительного металлопродукта – бесшовной трубы. Круглая заготовки может быть успешно использована и в сортопрокатном производстве вместо традиционно применяемой квадратной. Предпочтения при выборе формы заготовки (квадратная или круглая) могут быть установлены на основе дополнительного анализа и учета особенностей последующего передела. Например, заготовка квадратной формы для сортопрокатного передела является достаточно традиционной (применяется также в ряде случаев прямоугольная или фасонная), но с точки зрения деформации такая форма не является обязательной или однозначно необходимой. Квадратная заготовка является традиционной и массово применяемой поскольку обеспечивают технологические достоинства при транспортировке, складировании, осмотре и ремонте, в большинстве случаев и при нагреве (в части её перемещения в нагревательной печи). Выбор и построение системы вытяжных калибров с позиций исходной заготовки (квадрат или круг) является равноценным. С других позиций круглая форма может быть предпочтительной, например, если оценивать заготовку с точки зрения технологии ее получения, формирования свойств и дальнейшего передела, вплоть до получения готового проката. Если рассматривать с позиций затвердевания и охлаждения, то круглая заготовка является более рациональной, поскольку в ней отсутствуют перепады температуры по сечению, происходит равноосная кристаллизация, обеспечивающая достаточно равномерное распределение свойств по сечению. В квадратной же заготовке при затвердевании и охлаждении в первую очередь происходит кристаллизация в угловых зонах, соответственно, будет иметь место неравномерное распределение свойств по сечению, что при последующей деформации может сказываться и на свойствах готового проката.

ЛИТЕРАТУРА

1. Изобретение. Пат. № 104950 Україна, МПК (2006.01) B22D 11/06, B21B 27/03, B21B 27/08 Валок для валкової розливки-прокатки / Гридін О.Ю., Огинський Й.К., Данченко В.М., Головко О.М. (Україна); заявник та патентовласник Національна Металургійна Академія України. – № 201213079; Заявл. 16.11.12. Опубл. 25.03.14, Бюл. №6. – 6 с.: з іл.
2. Изобретение. Пат. № 113368 Україна, МПК (2006.01) B22D 11/06, B22D 11/10 Пристрій для валкової розливки-прокатки профільованих штаб / Гридін О. Ю. (UA), Огінський Й. К. (UA), Бондаренко С. В. (UA), Шапер М. (DE); заявник та патентовласник Національна Металургійна Академія України. – № 201600100; Заявл. 04.01.2016. Опубл. 10.01.17, Бюл. №1. – 5с.: з іл.
3. Grydin O.Yu. Experimental twin-roll casting equipment for production of thin strips / O.Yu. Grydin, Y.K. Ogins'kyy, V.M. Danchenko, F.-W. Bach // Metallurgical and Mining Industry. – 2010. – № 5 (2). – P. 348–354.
4. Изобретение. Пат. № 122095 від 10.09.2020 р. Огінський Й.К., Таратута К.В., Грідін О.Ю., Єршов С.В., Востоцький С.М. Пристрій для валкової розливки-прокатки металевих суцільних і порожнистих заготовок.

УДК 621

РОЗРАХУНОК ПРИВОДУ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ТРУБЧАСТИХ ВИРОБІВ З ПРОФІЛЬНИМИ ПОВЕРХНЯМИ

Федорчук Д.Д., Сєліверстов І.А., Сєліверстова Ю.І.
Херсонський національний технічний університет

Як відомо досить перспективною технологією отримання трубчастих виробів з профільованою внутрішньою поверхнею зовнішнє обтиснення неприводними роликами з проштовхуванням деталі на профільній оправці [1]. Для цього використовуються три- або чотириролікова волока , як технологічне пристосування, в якому профільна оправка вкладена в циліндричну трубчасту заготовку подається за допомогою пресу крізь циліндричний отвір, що укладають зовні неприводні ролики на регульованих опорах безстанинного типу. Така технологія передбачає значних зусиль протягування або штовхання, а нерівномірний тиск по контактній поверхні уздовж твірної профілю каналу[2, 3] і технологічні режими обробки: швидкість обтиснення, кількість проходів, зусилля деформації на якість отримуваних виробів та їх механічних властивості.

Тому в роботі поставлено завдання розрахунку та проектування приводу з можливістю регульованих параметрів швидкості, зусиль протягування (штовхання).

Попередньо робота проводилась на конічній заготовці з фіксацією зусилля навантаження через динамометр (ДОСМ-3-0,2), також були проведені теоретичні розрахунки зусиль осьових деформації. Згідно отриманих даних за незначного ступеня пластичної деформації з'являються досить великі осьові зусилля від 1300Н до 30000 Н.

Базуючись на досвід проектування, для отримання таких зусиль успішно може застосовуватись гідравлічний привод з роботою гідроциліндру односторонньої дії за допомогою подавання тиску в поршневу або штокову порожнину.

Гідропривод складається з гідроциліндру (діаметр 75мм), гідравлічного насосу НШ 10, гідророзподілювача NEO-DCV P40 та гідравлічної арматури.

За результатами теоретичних розрахунків. Привод забезпечує осьове зусилля 70000 Н при роботі на поршневу порожнину та 59000Н при роботі на штокову порожнину. Для регулювання швидкості деформації (руху поршня) у приводі передбачено ступеневе змінення частоти обертання валу гідронасосу через зміну діаметрів шківів клинопасової передачі, тобто 1200 $хв^{-1}$, 2200 $хв^{-1}$ та 3500 $хв^{-1}$. За таких частот обертання маємо наступні швидкості руху поршня: 2,58 м/хв, 4,73м/хв, 7,47м/хв при роботі на поршневу порожнину та 3,0 м/хв, 5,6м/хв, 8,9м/хв при роботі на штокову порожнину, відповідно.

Таким чином теоретичні розрахунки приводу повністю відповідають поставленим вимогам до забезпечення необхідних зусиль та швидкостей для деформування з корисною потужністю 3,4 кВт та максимальною до 8,7кВт.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Розов Ю. Г. Моделювання і конструктивне забезпечення технології виготовлення трубчастих виробів з профільною поверхнею / Ю. Г. Розов, Д. О. Дмитрієв, С.А.Русанов, Д. Д. Федорчук // Вісник Херсонського національного технічного університету. - Херсон. ХНТУ. - 2020. - №3 (74), С. 38-44.
2. Шейкін С. Є. Про контактну взаємодію твердосплавних деформуючих протяжок із заготовкою при формоутворенні пазів в отворах трубчастих виробів/ С.Є. Шейкін, О.В. Грушко, В.В. Мельниченко, С.Ф. Студенець, І.Ю. Ростоцький, Д.В. Єфросінін, Я.В. Мельниченко// Науковий журнал Надтверді матеріали, 2021, №3. - С. 91-101.
3. Цеханов Ю.А., Шейкин С.Е. Механика формообразования заготовок при деформирующем протягивании. Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад., 2001. 201 с.

СЕКЦІЯ 1
«ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНІ МЕТОДИ РЕАЛІЗАЦІЇ ІННОВАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ РОЗВИТКУ ЕКОНОМІКИ»

УДК: 338.48:005.591.61]:004.738.5

ДИВЕРСИФІКАЦІЯ ТУРИСТИЧНИХ І ГОТЕЛЬНИХ ПОСЛУГ В УМОВАХ СУЧАСНОГО РИНКУ: МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ, ПРОЄКТУВАННЯ, ІННОВАЦІЇ

Безкоровайна Л.В.
Запорізький національний університет

Вступ. Необхідність розгляду обраного питання зумовлена тим, що нині проблема розвитку туристичної галузі має випереджальний характер на всіх рівнях економіки. Не зважаючи на ресурсний потенціал та туристично-рекреаційні можливості, Україна сьогодні не може конкурувати з розвиненими державами. Задля доцільного та продуктивного використовування туристичних, природних, лікувальних, рекреаційних ресурсів необхідно сформувати туристично-рекреаційний терен через забезпечення діяльності зон піднесення туризму та курортів і підготувати, запровадити та запропонувати споживачеві конкурентоспроможний національний туристичний продукт.

Однією із скерованостей рішення зазначених проблем є стратегічна державна політика, основоположним завданням якої є формулювання туризму як одного із визначних напрямів держави, впровадження економіко-правових механізмів вдалого туристичного бізнесу, інвестиційного механізму розросту інфраструктури, інформаційно-маркетингових заходів із формування туристичної репутації держави [4].

Слід зауважити, що серед стратегічних цілей розвитку галузі туризму та курортів України на період до 2026 р., є такі, як: виробництво конкурентоспроможного національного туристичного матеріалу на засадах комплексної маркетингової практики, спрямованої на тверде позиціонування багатоманітних туристичних продуктів, що адаптовані до вимог й очікувань споживачів; забезпечення результативного й комплексного (економічного, соціального, екологічного та інноваційного) використовування наявного туристичного та курортно-рекреаційного потенціалу через рішення питання рекреаційного природокористування й охорони довколишньої природної царини та удосконалення територіальної структури галузі туризму та курортів; системне підняття доброякісності інфраструктури курортів через покращання матеріально-технічного підніжжя з використовуванням кластерних моделей, державно-приватного партнерства, соціального замовлення; поліпшування інформаційної інфраструктури через сфери туристичного повідомлення та популяризування туристичних матеріалів в процесі ярмаркової, фестивальної та виставкової діяльності; забезпечення відповідності ціни та добротності туристичних продуктів через оптимізацію організаційно-економічної структури діяльності суб'єктів малого та середнього бізнесу у сфері туризму і опрацьовування національних шаблонів щодо надання туристичних обслуговувань відповідно до міжнародних; будівництво порядку доброякісної підготовки, підвищення фаху професіоналів в галузі туризму і курортів [4].

В контексті формування цільного всесвітнього інформаційного простору та заглиблення напрямів інформаційної та економічної інтеграції країн важливим компонентом зовнішньої поведінки і національної безпеки України є популяризування,

виготовлення позитивного реноме та просування інтересів країни на інтернаціональному поприщі. У сучасних глобалізаційних та геополітичних угодах повстає закономірність формулювання дійового механізму повідомлення всесвітньої спільності про назрілі явища, що проходять в Україні. Сьогодні у всесвітньому інформаційному терені практично відсутня нейтральне та актуальне інформування про Україну. У наслідку іноземці, українська діаспора отримують дані про факти, що розігруються в Україні, в окремому спектрі або з перекривленою сутністю. Результатом цього є створення репутації нашої країни, що відповідно позначається на політичній, туристичній, інвестиційній та інакших галузях [3].

Варто акцентувати, що диверсифікація національних туристичних обслуговувань і туристичного продукту, задоволення варіативної туристичної потреби та вимог внутрішніх і в'їзних візитерів під час мандрівки, результативне використання природно-рекреаційних потенціалів на національному ринку туристичних сервісів ймовірно не тільки через формування та розріст інноваційних секторів, а ще й завдяки пристосуванню звичних секторів туризму країни в умовах заглиблення інтеграційних ходів до всесвітніх стандартів та практик ведення підприємництва [1, с. 361]. Процеси розроблювання туристичного продукту, досліджування потреби споживачів повинні супроводжуватися вивченням стану туристичної індустрії, ґрунтовним аналізом та прогнозуванням її розвитку, визначенням можливостей та результатів диверсифікації туристичних обслуговувань.

Як зазначається в Законі України «Про туризм» *туристичний продукт* є попередньо розробленим комплексом туристичних послуг, котрий поєднує не менше ніж дві такі послуги, що реалізується або пропонується для реалізації за визначеною ціною, до складу якого входять послуги перевезення, послуги розміщення та інші туристичні послуги, не пов'язані з перевезенням і розміщенням (послуги з організації відвідувань об'єктів культури, відпочинку та розваг, реалізації сувенірної продукції тощо) [5].

На жаль, необхідно зауважити, що на сьогодні криза, що породжена пандемією COVID-19, зруйнувала економіку туристичної індустрії, що спричинило помітні наслідки для робочих місць та функціонування туристичних і готельних підприємств. Туризм нині є однією із сфер господарського функціонування, що максимально постраждали через вживання заходів щодо уповільнювання захворювання COVID-19. На сьогоднішній день туризм перебуває в стані такої галузі, що найбільш постраждала від наслідків пандемії COVID-19. Так, за оцінками ЮНВТО, в 2021 р. кількість міжнародних туристичних прибуттів на світовому рівні може скоротитися на 30%, що відповідно спричинить за собою скорочення доходів від міжнародного туризму орієнтовно на 450 млрд. доларів США. Водночас, слід наголосити, що туризм був постійним спільником у ділі відновлювання положення після перебутих криз, й наслідок від його потужних здобутків вийшов за рубежі цієї галузі, створивши певну економічну цінність [6].

В межах особистого започаткування щодо співробітництва з власними компаньйонами, закладами та експертами в галузі охорони здоров'я Всесвітньою радою з туризму та подорожей (The World Travel & Tourism Council (WTTC)) було опрацьовано протокольні папери для мандрівок і туризму задля приведення особистого сектору адекватно до спільних шаблонів, дійового зм'якшення результатів пандемії COVID-19 та забезпечення безпеки персон, задіяних у туристичній галузі, подорожуючих і туристів. Протоколи безпеки мандрівок, що презентовано WTTC, покликано послужити туристичним виробництвам, невеликому і мікро- бізнесу провадити власну практику у відповідності з сучасними правилами і міжнародними шаблонами щодо забезпечення безпеки як службовців, так і мандрівців. Переважну кількість цих протоколів перекладено та відображено на сайті Національної туристичної організації України [2, с. 6-7].

Висновки. Таким чином, на основі теоретичного аналізу з'ясовано, що проблема проєктування туристичних і готельних послуг в умовах сучасного ринку, є важливою та актуальною. Підкреслено важливість вибору доцільних методів для аналізу туристичного

ринку, з'ясування доречних інновацій, прогнозування розвитку туризму. Підкреслено важливість диверсифікації туристичних і готельних послуг відповідно до вимог ринку, потреб споживачів, особливостей ресурсних можливостей.

Публікацію опрацьовано в межах проєкту «Диверсифікація сільського туризму через збалансованість та креативність: поширення європейського досвіду в Україні» / «Diversification of rural tourism through sustainability and creativity: disseminating European experience in Ukraine» (DIRUT) 620720-EPP-1-2020-1-UA-EPPJMO-MODULE за підтримки Програми Erasmus+: Jean Monnet Європейського Союзу, що реалізується у Запорізькому національному університеті (2020-2023).

ЛІТЕРАТУРА:

1. Горіна Г.О. Розвиток ринку туристичних послуг України в умовах просторової поляризації: дис. … д-ра економ. наук: 08.00.03 / Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського, Вищий навчальний заклад «Університет імені Альфреда Нобеля», Дніпро, 2017. 493 с. URL: https://duan.edu.ua/images/head/Science/UA/Academic_Council/D_08_120_0/19250.pdf
2. Особливості розвитку ринку туристичних послуг України під впливом COVID-19 та карантинних обмежень: монографія [Електронний ресурс] / Г.О. Горіна, С.Р. Бабушко, Л.В. Безкоровайна, Г.А. Богатирьова та ін.; наук. ред. Г.О. Горіна. Кривий Ріг : Вид. Р.А. Козлов, 2021. 134 с. С. 120-129. URL: http://elibrary.donnuet.edu.ua/2254/ ISBN 978-966-385-363-5
3. Про схвалення Концепції популяризації України у світі та просування інтересів України у світовому інформаційному просторі від 11 жовтня 2016 р. № 739-р Київ. URL: https://www.kmu.gov.ua/ua/npas/249407991
4. Про схвалення Стратегії розвитку туризму та курортів до 2026: розпорядження Кабінету Міністрів України від 16.03.2017 р. №168-р. Урядовий портал. 2017. № 168-2017-р. URL: https://www.kmu.gov.ua/ua/npas/249826501
5. Про туризм: Закон України від 15.09.1995 р. № 324/95-ВР. Відомості Верховної Ради України. 1995. № 31. Ст. 241. Із змінами, внесеними згідно із Законом № 222-VIII (222-19) від 02.03.2015 р., Відомості Верховної Ради України. 2015. № 23. ст. 158. URL: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1282-15
6. World Tourism Organization. UNWTO. URL: https://ukraine.un.org/uk/sdgs

УДК 330.123.6

ІНФОРМАЦІЙНА СЕРВІЗАЦІЯ ТА ЦИФРОВІЗАЦІЯ В ІНФРАСТРУКТУРІ НАДАННЯ ПОСЛУГ В ПІДПРИЄМНИЦТВІ

Демидчук Л. Б.
Львівський торговельно-економічний університет

Технологічні досягнення двох останніх десятиліть зробили великий вплив на новації в області послуг – від нових видів продуктів до нових технологій сервісного обслуговування клієнтів. Можна позначити два домінуючих тренди неоекономіки – прискорення інформаційного розвитку і глобалізацію економічних і соціальних інститутів, які визначили генеральну лінію еволюції сучасного суспільства в найближчому і віддаленому майбутньому. Наслідком цих трендів стала зміна ситуації, ієрархії факторів виробництва в бік лідерства висококваліфікованого творчої праці [1, 2], обумовленого формуванням неоекономіки.

Абсолютна сума послуг, відображена в статистиці МВФ, є заниженою в порівнянні з реальною величиною за оцінками експертів на 40-50%. Труднощі підрахунку пов'язана з тим, що, як правило, послуги надаються в комплексі з товарами. Тому важко відокремити ціну послуги від ціни товару. Ще однією причиною, що ускладнює облік, є відсутність єдиної класифікації послуг. За класифікацією МВФ виділяють чотири групи послуг: фрахт, інші транспортні, туризм, інші. ЮНКТАД виділяє 8 основних груп: фінансові, зв'язок, будівельні та проектно-конструкторські, транспортні, професійні та ділові, комерційні, туризм, аудіовізуальні послуги. В рамках СОТ виділяється 12 груп: ділові, комунікаційні, будівельні та супутні їм послуги, послуги з охорони навколишнього середовища, фінансові послуги, пов'язані із здоров'ям та соціальні послуги, туризм, рекреаційні, культурні, спортивні, транспортні та інші послуги.

Сервізація передбачає розвиток сфери послуг. Зауважимо, що дане поняття, з одного боку, характеризує зростання питомої ваги послуг у загальноекономічних показниках, що характеризують стан розвитку національної економіки, а з другого – процеси проникнення сфери обслуговування у невластиві їй галузі, наприклад, у матеріальне виробництво. Власне друга тенденція сьогодні є свідченням економічного зростання провідних країн світу, щоправда спостерігається поступове зменшення у загальному випуску та кількості зайнятих частки традиційних послуг і зростання частки промислово-виробничих послуг.

Поняття інформатизації базується на створенні, розвитку, процесах використання систем інформації, інформаційних мереж та ресурсів, новітніх інформаційних технологій, створених із застосуванням сучасної обчислювальної, електронної та комунікаційної технік підприємствами з метою забезпечення їх ефективного функціонування.

У вітчизняному інформаційному просторі дуже мало конкретики про результати цифровізації, а тому, цей процес прагне до систематизації. Технологія трансформацій до цифрової компанії з надання туристичних послуг повинна складатися з трьох основних частин: стратегії, діджиталізації ринку і автоматизації переважної більшості операційних процесів. Стратегія починається із вбудовування діджиталізації в стратегію розвитку підприємництва, в цілому. Підприємства, в яких налагоджена автоматизація з електронним оцифруванням зони, де відбувається контактування з клієнтами і продажу), мають можливість стрімко випередити неавтоматизованих аналогів. Однак, у провідних підприємствах галузі спостерігається нечітке розуміння, яким чином її діджиталізація допоможе підприємництву і позначиться на його ефективності. Поряд з цим, їх власників часто опановує думка, що по суті автоматизація – це тотальна перебудова, яка занадто складна, а співробітники їхнього підприємства не зможуть впоратися з софтом, тобто новим підходом до виробничих процесів. Наступним кроком є перебудова під цифрові

технології бізнес-процесів і актуальним становиться прийняття ділового рішення щодо інвестицій, включно придбання потрібного програмного забезпечення, технічного переоснащення та навчання персоналу. В стратегію також входить розвиток в підприємстві діджитального способу мислення (персоналу потрібно розуміти, як, так звана, "цифра" вплине на його ефективність) [3].

Однією з відмінних рис сучасного періоду є перехід розвинутих країн від так званої індустріальної економіки до сервісної, в центрі якої знаходяться послуги. Цей процес отримав назву сервізації. В першу чергу сервізація пов'язана з тим, що сфера послуг перетворюється в рушійну силу господарського розвитку.

Сучасний етап розвитку міжнародних зв'язків характеризується тим, що виключно швидко розвиваються нові форми зовнішньоекономічних зв'язків і, перш за все, ринок послуг, на частку якого припадає близько 20% світової торгівлі. Міжнародна статистика свідчить про те, що торгівля послугами є одним з найбільш швидкозростаючих секторів світового господарства. Якщо на початку другої половини XX ст. частка послуг у ВВП розвинених країн становила близько 55%, то на прикінці – понад 70%. У країнах, що розвиваються це співвідношення було 45% і 55% відповідно [4].

Характерною рисою сучасного суспільства є виробництво послуг та інформації, яке в даний час значно перевищує виробництво товарної продукції. Свідченням тому є, наприклад, дані статистики по країнах західної Європи, США, Азіатсько-Тихоокеанського регіону. В сучасному постіндустріальному суспільстві інформаційні послуги на різних рівнях економічної діяльності все ширше включаються в матеріально-речову структуру виробництва і споживання.

Передумови вбудовування інформаційних послуг і консультування в матеріально-речове виробництво мають такі підстави:

- наявність в системі продуктивних сил інфраструктурних елементів, функціонування яких створює загальні умови виробництва і є потужним динамічним чинником організації виробничого процесу;
- розвиток об'єктивного процесу зростання взаємопов'язаності і взаємозалежності в економічній системі, перерозподіл на цій базі рольових функцій, а також відповідальності зі сторони виробництв обслуговування;
- поява і долучення до господарської діяльності невідомих нових або незначущих до цього часу ресурсів, серед яких яскраво постає нематеріальний ресурс – послуга (зокрема, інформація);
- інтенсифікація процесу дифузії нематеріального виробництва в сфері виробництва матеріального, обумовлена ускладненням економічної середовища і необхідністю пристосування до неї господарських суб'єктів з метою зниження прямих і непрямих витрат.

Зростання міжнародної торгівлі послугами підсилює потребу в міжнародному регулюванні цієї торгівлі. Воно відбувається в різних формах.

По-перше, у вигляді двосторонніх угод, як галузевих (наприклад, транспорт), так і торгово-економічних. По-друге, у вигляді багатостороннього регулювання в рамках інтеграційних угрупувань. По-третє, в рамках міжнародних організацій.

Цифрова (оцифрована) економіка сьогодні пронизує підприємництво у всіх сферах економічної та господарської діяльності, не тільки в інформаційних секторах та телекомунікаційному просторі, а в усіх базових промислових галузях, будівництві, сільському господарстві та ін. Вона проникає в усі сектори різної категорійності: державні та приватні; матеріальні, невиробничі та фінансові; сектори переробки та сфери надання послуг. На сьогодні цифрові тренди – це галузі розвитку суто цифрових технологій.

Ключовими об'єктами цифрових трендів сьогодення вважаються [5]:

– інформаційні дані, що є джерелом формування конкурентоспроможності;
– internet of things (IoT);

– цифрові процеси трансформації як окремих видів підприємництва, так і цілих підприємницьких секторів;
– sharing economy;
– повна віртуалізація усіх інфраструктурних IT-систем;
– artificial intelligence, (AI);
– формування та використання цифрових платформ.

Проте називають і фактори, які стоять на перешкоді розвитку цифрових трендів в Україні, а також процесу трансформації національної економіки в цифрову. Зокрема, серед них визначають: інституційні (низька дотичність державних органів до процесу реалізації Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства (так звана, Цифрова адженда України); недостатня відповідність спеціалізованого законодавства глобальним вимогам та реальним можливостям (навіть розроблені окремі законопроекти ще й досі не стали законами); невідповідність різного рівня програмних стратегій розвитку реальним цифровим можливостям); інфраструктурні (недостатній рівень покриття нашої території цифровими інфраструктурами (наприклад, в ЄС до 2020 р. покрито 100% території широкосмуговим доступом до Інтернету, в Україні – близько 60%); відсутність деяких цифрових інфраструктур (Інтернету речей, електронної ідентифікації тощо); нерівний доступ членів громад до цифрових технологій та їх можливостей (так звані "цифрові розриви"); *екосистемні* (слабка спрямованість державної політики стосовно стимулювання та заохочень розвитку економіки інноваційності; слабкий ринок інвестиційного капіталу; система освіти, методик навчання, відсутність орієнтування на STEM-освіту, soft skills та практичні навички, недосконалі види трансферу новітніх технологій; дефіцит кваліфікованих кадрів для належного розвитку цифровізації взагалі та, зокрема, цифрової економіки); у сфері електронного уряду та урядування (так звана "держава у смартфоні") завдяки низькому рівню цифровізації та автоматизації послуг держави при слабкій мотивації установ урядову (відсутність належного розуміння потенційних переваг від впровадження цифровізації).

Вигоди від цифровізації очевидні для усіх – громадян, бізнесу, державних службовців, політиків, економіки України в цілому.

Цифрова трансформація має на меті інтеграцію сучасних цифрових технологій у всі сфери підприємництва. Цей процес призводить до принципових перемін у діяльності споживачів, підприємств і організацій, яких вони забезпечують, ціннісне ставлення для себе, власних співробітників, партнерів та клієнтів, метою чого є досягнення особистих і суспільних, соціальних та економічних цілей дешевше, швидше на ному рівні якості.

Цифровізацію розглядають в якості інструменту, а не само мети. Системний державницький підхід до впровадження цифрових технологій сприяє створенню робочих місць, підвищенню продуктивності праці, економічному зростанню та підвищенню рівня якості життя самих громадян. У "Цифровій адженді України" та Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на сьогодні сформульовані основні принципи процесу та технології цифровізації. Дотримання зазначених принципів є фундаментальним для створення та реалізації тих переваг, які надають сучасні цифрові технології, та користування ними, серед яких:

1) в результаті цифровізації кожному громадянинові повинно бути забезпечено **рівний доступ** як до послуг, так і інформації та знань про них, наданих на основі інформаційних, комунікаційних і цифрових технологій;

2) по суті цифровізація повинна спрямовуватись на **створення переваг** у різних сферах суспільного життя. Даний принцип передбачає підвищення рівня якості надання послуг, зокрема, з отримання освіти, створення нових робочих місць, розвиток самого підприємництва, транспорту, екологічних заходів, сприяння знищенню бідності, унеможливлення катастроф, гарантування громадянської безпеки тощо;

3) цифровізація має бути інструментом економічного зростання завдяки підвищенню **ефективності, продуктивності та конкурентоздатності** завдяки

впровадженню цифрових технологій. Принцип має у собі цифрову трансформацію усіх галузей економіки, сфер функціонування, набуття ними оновлених конкурентних властивостей;

4) цифровізація має сприяти **розвитку інформаційного суспільства** та засобів масової інформації, створення українського контенту відповідно до національних та регіональних потреб, а також сприяти соціальному, культурному та економічному розвитку суспільства;

5) цифровізація повинна бути зорієнтована на міжнародне, європейське та конкретне регіональне співробітництво з метою **інтеграції України до ЄС**, виходу на європейський і міжнародні ринки.

Проте на сьогодні існують реальні перешкоди щодо належного розвитку інформаційної сервізації в Україні. Серед таких:

1) відсутність дієвих державних програм, структур заохочення та підтримки підприємництва щодо застосування цифрового інструментарію, розвитку інноваційного підприємництва;

2) відсутність бачення та стратегії ініціатив щодо цифровізації національної економіки, сфер діяльності країни та суспільства в цілому;

3) відсутність усталеної системи запровадження цифрових навичок та прийомів інноваційного підприємництва на рівнях загальної та вищої освіти, да і загалом у секторах економіки та в суспільстві в цілому.

Констатовано, що у вітчизняному інформаційному просторі дуже мало конкретики про результати цифровізації, а тому, цей процес прагне до систематизації. Технологія трансформацій до цифрової компанії з надання туристичних послуг повинна складатися з трьох основних частин: стратегії, діджиталізації маркетингу та автоматизації складових процесів. Стратегія починається із вбудовування діджиталізації в цілому у програму розвитку підприємництва. Підприємництва, в яких налагоджена автоматизація з її оцифруванням, мають можливість просунутися на порядок вперед, випереджаючи неавтоматизовані аналоги. Однак, досвід окремих відомих підприємств показує нечітке розуміння того, яким чином діджиталізація може допомогти підприємництву і позначитися на його ефективності. Поряд з цим, керівників часто переслідує помилкова думка, що автоматизація – це занадто складна перебудова, при якій співробітники підприємства можуть не впоратися з софтом, новими підходами до роботи. Наступним кроком є перебудова під цифрові технології бізнес-процесів і актуальним стає прийняти інвестиційних рішень, включаючи придбання програмного забезпечення, технічне оновлення та навчання персоналу. До стратегії також слід віднести розвиток діджитального мислення, яким чином “цифра” полегшує життя.

Складові сучасних інновацій в підприємницькій діяльності, які характеризують основні положення їх реалізації, наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Складові сучасних інновацій в індустрії гостинності [6]

Складові	Характеристика
Відповідність потребам споживачів	Інноваційний продукт повинен відповідати рівню попиту споживачів, який має властивість змінюватись.
Комплексність	Розробка інноваційних стратегій повинна базуватись на врахуванні комплексу факторів впливу зовнішнього і внутрішнього середовища.
Відповідність фінансовим можливостям інвестора	При нововведенні інноваційного продукту на ринок галузі індустрії гостинності слід зважати на ризики та фінансові можливості для інвестування.
Науковість	Ефективне застосування наукових досліджень, аналітичної та статистичної баз під час розроблення інноваційного продукту.

Безпеки та гарантій	Уникнення негативних наслідків та мінімізація ризиків їх появи після нововведення інноваційного продукту, як для споживачів так і суб'єкта інновацій.
Результативність	Чітке конкретизоване планування всіх етапів появи та використання продукту інновації, що дає бути можливим в підсумковому результаті отримати належні: попит, популярність, прибутковість).

Основними завданнями стимулювання інноваційної діяльності галузі підприємництва є: розвиток інституціональних засад інтеграції наукової, інноваційної, виробничої сфер; перетворення наукової складової на активного чинника нагромадження інноваційного потенціалу цієї галузі; формування її ефективної інноваційної інфраструктури. Зважаючи на європейський досвід, забезпечення усталеного розвитку та виведення українського підприємництва на зовнішній ринок, підвищення рівня якості послуг, слід ввести зміни до діючих нормативних документів, що здійснюють регулювання сфери підприємництва, спираючись на міжнародні та європейські нормативні документи.

Ключовими завданнями на шляху до побудови цифрових платформ, особливо в частині розвитку електронної взаємодії підприємництва (e-business) є:

1. Імплементація в сферу підприємництва Україні регуляторних норм регламенту e-IDAS.
2. Приєднання України до Програми ЄС Interoperability Solutions for European Public Administrations 2 (ISA2), проектів e-CODEX, e-Invoicing, а також ініціатив Single Digital Gateway.
3. Впровадження системи електронної взаємодії у відповідності до вимог ЄС, зокрема European Interoperability Framework 2.0.
4. Виконання робіт з гармонізації електронних документів з вимогами ЄС та введення Єдиного уніфікованого документу (SAD).
5. Організація сумісності чинної в Україні системи контролю за переміщенням вантажів із загальноєвропейською системою NCTS.

ЛІТЕРАТУРА

1. Евстигнеева, Л. П., Евстигнеев, Р. Н. (2005). Экономический рост: либеральная инициатива, 2005. Москва: Наука, 2005, 519 с.
2. Schwab K. (2016) The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond, *World Economic Forum*. Available at: https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/.
3. Сапожник Д. І., Демидчук Л. Б. (2021). Інформаційна сервізація в системі трансформації інфраструктури надання послуг індустрії гостинності. *Підприємництво і торгівля : збірник наукових праць*. – Вип. 28. – С. 89-97.
4. Сервизация: условия и причины возникновения, формирование "нового качества жизни". – URL: https://poznayka.org/s42516t1.html.
5. Україна 2030 – країна з розвинутою цифровою економікою. – URL : https://strategy.uifuture.org/kraina-z-rozvinutoyu-cifrovoyu-ekonomikoyu.html.
6. Sapozhnyk D. I. (2020). Consumer component in modern approaches to the development of the hospitality industry / D. I. Sapozhnyk, M. N. Koval, L. B. Demydchuk // Current trends in the development of science and practice / Abstracts of XXI International Scientific and Practical Conference (15-16 June, 2020). Haifa, Israel: Published on Bowker LLC, 2020. – 262 p. – Availableat : DOI : 10.46299/ISG.2020.XXI (Pp. 63-69).

УДК 330.341.1

ЕКОНОМІЧНИЙ АСПЕКТ РОЗВИТКУ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

Євчук Л.А.
Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Вступ. Головним напрямом розвитку технологій сьогодні, у тому числі промислового комплексу, є автоматизація процесів, диджіталізація, широке запровадження роботи штучного інтелекту. Тобто, основний зміст технологій сучасності полягає у розробці й впровадженні інновацій.

Актуальність досліджень. Значимість інновацій у житті суспільства є безспірною і має наукове та практичне підтвердження. Емпіричне дослідження впливу інновацій було проведено американським вченим Полом Ромером, за що він у 2018 році отримав премію Нобелевського комітету в області економіки. Теорія ендогенного зростання, з якою він працював, наголошує, що людський капітал і ринки пов'язані з технічним розвитком і економічним зростанням. Вчений довів, що запровадження інновацій позитивно впливає на економічне зростання [1; 2].

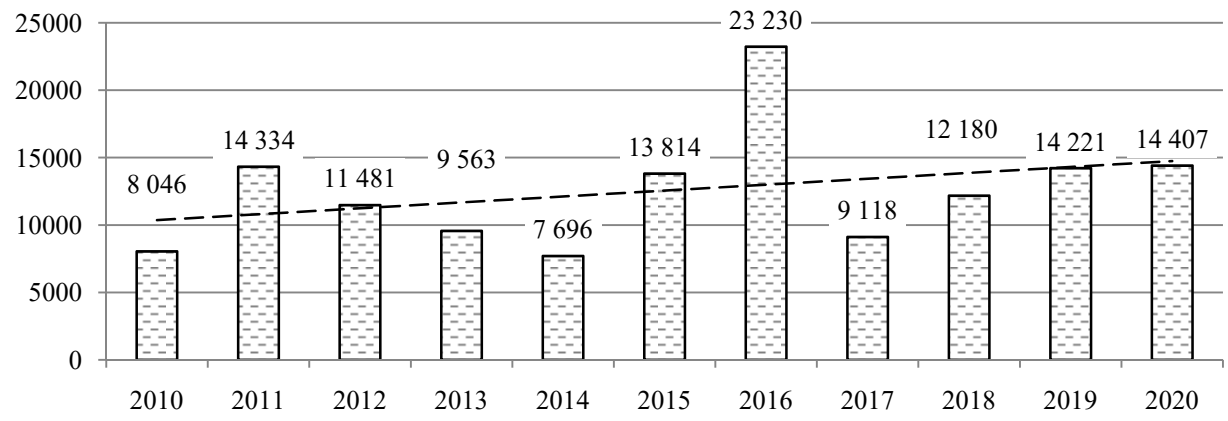
З практичної позиції значимість розвитку інновацій доводить широкий набір грантових пропозицій, де донори пропонують велике фінансування на розробку проривних прогресивних інноваційних проектів.

Постановка задачі. Зважаючи на світових флагманів розвитку технологій – Японію та Китай, розробки українських інженерів (за винятком окремих випадків) значно поступаються. Такій ситуації є різні пояснення. У своїх тезах ми розглянемо економічний аспект проблеми. Дослідимо ведення інноваційної діяльності на українських промислових підприємствах.

Результати досліджень. За інформацією Державної служби статистики України, частка кількості промислових підприємств, що впроваджували інновації (продукцію та/або технологічні процеси) у загальній кількості промислових підприємств за останні 20 років постійно змінювалась від найменшого значення 8,2% у 2005 році до найбільшого – 16,6% у 2016 році і становила у 2020 році 14,9%.

Витрати підприємств на інновації також коливались, та лінія тренду показує зростання (рис. 1). Оскільки за цей період мали місце суттєві стрибки інфляції, відкоригувавши значення витрат на коефіцієнт інфляції, маємо тенденцію скорочення витрат промислових підприємств на інновації [3].

Витрати на інновації



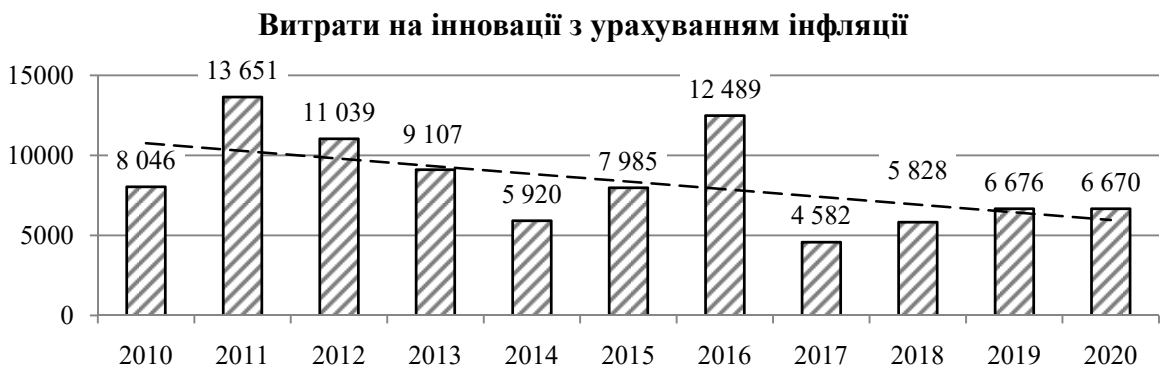


Рисунок 1 – Динаміка витрат на інновації промислових підприємств України, млн грн
Джерело: Державна служба статистики України

Для більш повного розуміння картини ситуації розглянемо напрями використання коштів інноваційної діяльності. За даними статистики, більшість ресурсів направлялась на заміну зношеного обладнання. Майже однакова частка 23% коштів витрачалась на розширення виробничих потужностей, на раціоналізацію виробництва та на інші інвестиції (рис. 2).

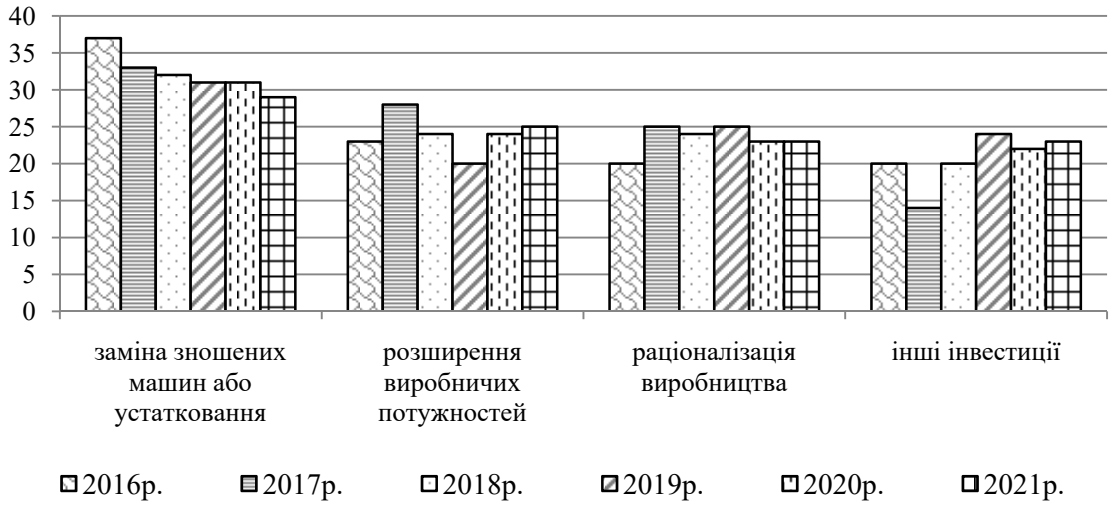


Рисунок 2 – Структура інвестицій у промисловості за їх цільовим призначенням у наступному році за очікуваннями в Україні (опитування у жовтні поточного року), %
Джерело: Державна служба статистики України

Рисунок доводить, що розвиток сучасних технологій та технологій майбутнього не є пріоритетною задачею українського промислового комплексу. І це цілком закономірно. Україна ніколи не вирізнялася у світі прогресивними технологіями в промисловості, за винятком окремих випадків.

Нині світова спільнота активно обговорює питання негативного впливу на економіку переважної більшості країн епідемії COVID-19. Великих збитків зазнали сектор гостинності, туристичний бізнес та сфери, що пов'язані з ними. У той же час, за даними Щотижневого огляду: глобальний вплив коронарірусу та наслідків (тиждень 61), технологічним компаніям епідемія принесла надприбутки. Неочікуваний сплеск попиту на продукти та послуги, пов'язані з роботою і навчанням з дому, розтягнули глобальні ланцюги поставок. Нестача напівпровідникових чіпів, яка мала місце у 2020 році, тепер розповсюдилась і на автомобільний сектор [4]. Тобто, не зважаючи на прогнозоване епідеміологами подальше поширення пандемії, продукти промислового комплексу мають

гарні перспективи попиту з боку споживачів. Тому вкладати кошти у розвиток технологій на українських промислових підприємствах продовжує мати свій сенс.

За даними опитування, основними факторами, що впливають на інвестиції у промисловості, є: фінансові ресурси (вплив 45% у 2021 році), попит (вплив 27%), технічні фактори (вплив 13%). Проблема з фінансовими ресурсами, на думку керівників промислових підприємств, стає на заваді розвитку і запровадженню прогресивних технологій.

Структура джерел фінансування інноваційної діяльності промислових підприємств України показує, що у 2020 році на долю власних коштів підприємств припадало 85,4% витрат, державного бюджету – 1,9%, коштів інвесторів-нерезидентів – 0,9%, інших джерел – 11,8%. Частка залучених грантових коштів інвесторів-нерезидентів є дуже мізерною. За останні 20 років найбільше значення вона мала у 2010 році у розмірі 30%. Меншим був показник 2009 року – 19% і 13% у 2013 році [3].

В останній час зарубіжні донори постійно оголошують гранти на розробку інноваційних продуктів, пропонують фінансування на значні суми. Українські розробники мало використовують такі можливості. За словами представників грантових організацій, українці забирають менше половини коштів по грантових проектах, які готові фінансувати донори на вирішення різних задач, у тому числі й інноваційні технологічні розробки.

Ще одна проблема в розвитку інновацій полягає у невмінні багатьох підприємців сфери промислового комплексу управляти грошовими потоками бізнесу. За словами експертів-практиків: «Зараз у світі немає проблем ні з хорошими ідеями, ні з інноваціями. Є проблеми з тим, як із них отримати прибуток». Підприємці реалізують гарні стартапи, невелику ідею розвивають до рівня великого бізнесу, проте абсолютно не займаються управлінням грошима свого підприємства, що згодом веде до банкрутства чи продажу збиткового бізнесу [5].

Висновки. Провівши дослідження ми можемо зробити наступні висновки.

1. Подальший розвиток технологій промислового комплексу в Україні є можливий і доцільний. Розробникам слід більше використовувати задля ведення робіт фінансування грантових проектів.

2. Відповідно до концепції спеціалізації та міжнародного поділу праці, при розробці стратегічних планів розвитку підприємства й галузі в цілому, доцільно опиратись на свої сильні сторони. Тому при відсутності можливості власних технологічних розробок на окремих промислових підприємствах, слід купувати вже готові технології зарубіжних фахівців. Часто це стає вигідним і з економічної точки зору.

3. При розробці інновацій, новітніх прогресивних технологій важливо не випускати з уваги економічні складові процесу та результатів роботи. Вкладені зусилля, час і кошти повинні приносити прибуток.

ЛІТЕРАТУРА

1. Як інновації впливають на економіку: роз'яснюємо теорію Нобелівського лауреата [Електронний ресурс] : BusinessViews. 18.01.2019. – Режим доступу: https://businessviews.com.ua/ru/economy/id/jak-innovaciji-vplivajut-na-ekonomiku-rozjasnjujemo-teoriju-nobelivskogo-laureata-1910/
2. Press release: The Prize in Economic Sciences 2018. Integrating innovation and climate with economic growth [Electronic resource] : The Nobel Prize. Access mode: https://www.nobelprize.org/prizes/economic-sciences/2018/press-release/
3. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.ukrstat.gov.ua/
4. Weekly Update: Global Coronavirus Impact and Implications [Electronic resource]. – Access mode: : https://www.counterpointresearch.com/coronavirus-weekly-update/
5. Мудрість в книгах і бізнесі [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://open.kmbs.ua/mudrist-v-knigah-i-biznesi/

УДК 338.48

ВНУТРІШНІЙ ТУРИЗМ ЯК АЛЬТЕРНАТИВА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ УКРАЇНИ В СУЧАСНИХ РЕАЛІЯХ

Луцькова В.А.
Одеський інститут ПрАТ «ВНЗ «Міжрегіональна академія управління персоналом»

Вступ. Пандемія коронавірусу (COVID-19) не тільки мала значний вплив на здоров'я населення, але й серйозно вплинула на одну з провідних галузей світової економіки -індустрію туризму. Оскільки багато країн запровадили комендантську годину та обмеження на подорожі, щоб стримати поширення вірусу, з початку 2020 року туристичні пасажирські перевезення по всьому світу значно скоротилися. Фінансові наслідки коронавірусу вже почали проявлятися в туристичній галузі. За оцінками, у 2020 році глобальний дохід від туристичної галузі впав з прогнозованих 711,94 млрд доларів США до 568,6 млрд доларів США, що менше на 20 відсотків за попередній рік. Європа зазнала найбільших втрат, де доходи зменшились у 2019 році з 211,97 млрд доларів США до приблизно 124 мільярдів доларів США у 2020 році [1]. Зважаючи на вищевикладене, можливо припустити, що в сучасних реаліях більшість країн будуть орієнтовані на посилений розвиток внутрішнього туризму.

Україна із численними природними ресурсами, зокрема наявні Карпатські гори, Азовське та Чорне моря, різні озера та річки, має потужний потенціал для розвитку внутрішнього туризму, який налічує різні види (рис. 1).

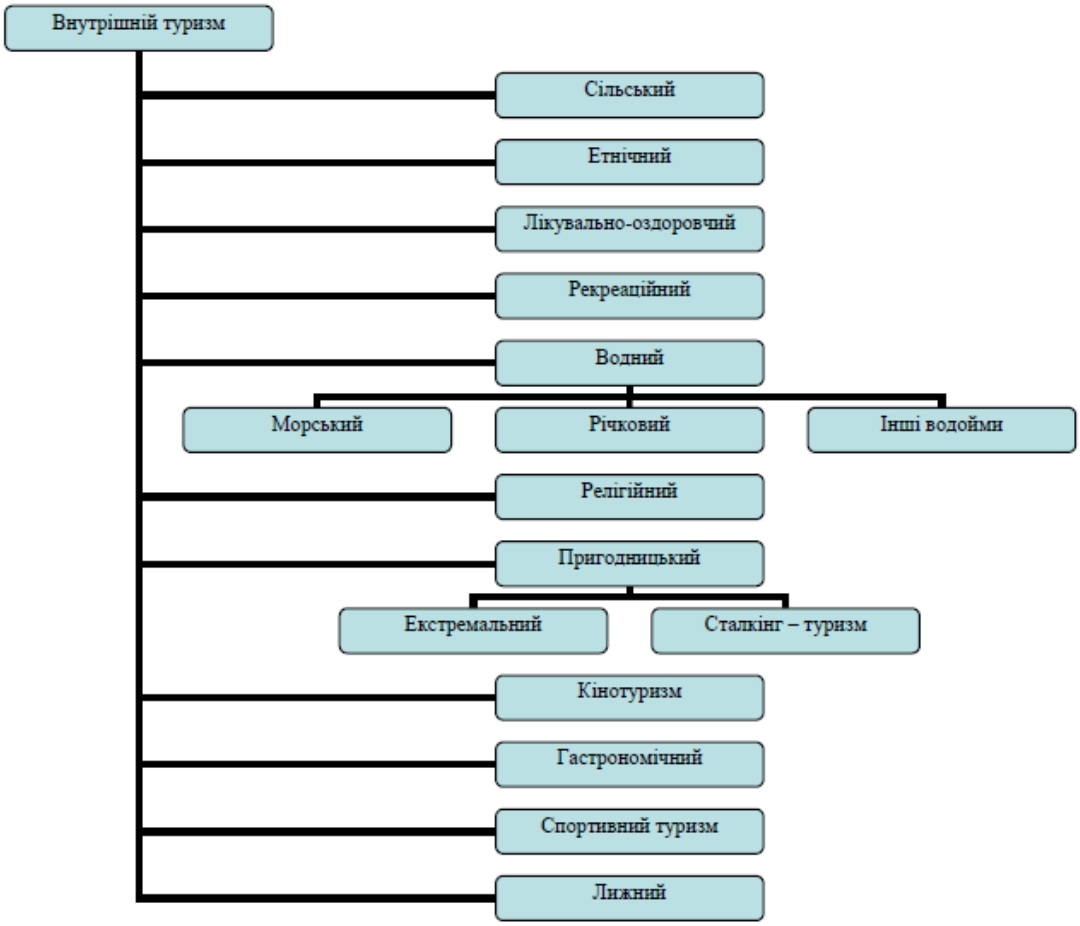


Рисунок 1 – Види внутрішнього туризму в межах України

Як видно з рисунка 1, на території України існує розмаїття видів внутрішнього туризму. Крім того, подорож до певного місця може включати одразу декілька видів туризму. Так, у м. Одеса водний туризм можливо поєднати з лікувально-оздоровчим, етнічним, рекреаційним, гастрономічним, релігійним і навіть з кінотуризмом (Одеський кінофестиваль). В окремих місцевостях нашої країни розвинений певний вид внутрішнього туризму, завдяки конкретним природним особливостям або складеним історичним подіям: лижний – в Карпатських горах, сталгкінг-туризм – в Чорнобилі.

Окрім зазначених видів туризму, в Україні необхідно розвивати інші, менше розповсюджені види подорожей, що сприятимуть як географічним відкриттям територій, так і покращенню інфраструктури туристичної галузі. Саме до таких видів належить Джайлоо-туризм, що включає подорожі до менш населених пунктів або місця, віддалених від цивілізації. Прикладом для такої подорожі можуть слугувати Карпатські гори, невеликі поселення На Буковині, Поділлі. Також в Україні можливо розвивати каучсерфінг, який серед туристів досить популярний, оскільки передбачає приймання гостей-туристів зі всього світу на безоплатній основі.

Внутрішній туризм є поширений у багатьох країнах світу, оскільки передбачає посилення соціально-культурних, правових, соціально-економічних і технологічних явищ у суспільстві.

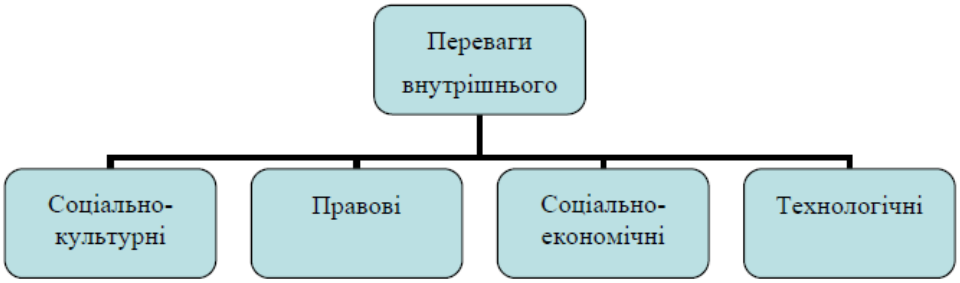


Рисунок 2 – Переваги внутрішнього туризму

Зовнішні геополітичні обставини, зміна географічних кордонів України, частковий розкол у суспільстві диктують необхідність популяризації внутрішнього туризму, який насамперед, ставить мету об'єднання громадян, виховання патріотичної самосвідомості, пошани до національної спадщини, розуміння національної культури і традицій [2]. Разом з цим, для подорожі в межах України паспортно-візові, митні або інші формальності не потрібні, що, у свою чергу, полегшує туристичне перебування громадян. Крім того, розуміння мови, специфіки роботи транспорту, відсутність необхідності оплати роумінгу для мобільного зв'язку сприяють комфортному відпочинку. До соціально-економічних переваг внутрішнього туризму належать можливості отримання інвестицій для туристичних підприємств, збільшення робочих місць, ведення бізнесу в національних умовах. Однак, на жаль, вітчизняний туристичний продукт є менш привабливим і конкурентоспроможним порівняно із закордонним, оскільки державна підтримка внутрішнього туризму майже відсутня.

Найбільшого успіху від початку пандемії в збільшенні пасажиропотоку всередині країни досяг Китай, де 62 млн чоловік здійснили внутрішні подорожі [3]. Це єдина країна в світі, яка з приходом коронавірусу показала зростання внутрішніх авіаперельотів. Згідно ForwardKeys, кількість бронювань в серпні 2020 року досягло 98% від рівня 2019 року. Цьому сприяли комплексні заходи з боку туроператорів, авіакомпаній і уряду, а саме китайські авіалінії ввели знижки на авіаквитки. Компанія «Spring» здійснила перевезення понад 2 мільйонів пасажирів у вересні 2020 року, що на 48% більше, ніж попереднього року. Кількість вихідних рейсів в міжнародному аеропорту «Фенікс» в серпні минулого року виросло на 12%. Крім того, в Китаї для стимуляції туризму 400 парків і музеїв зробили вхід безкоштовним. Всі реєстрації проходили онлайн для дотримання гігієнічних вимог і контролю потоку відвідувачів.

Висновки. З урахуванням проблеми поширення COVID-19 у світі, внутрішній туризм може вплинути на покращення як економічної ситуації, так і сприятиме модернізації туристичного іміджу України для населення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Coronavirus: impact on the tourism industry worldwide - statistics & facts. Режим доступу: https://www.statista.com/topics/6224/covid-19-impact-on-the-tourism-industry/
2. Коцур Л. Внутрішній туризм як ефективний інструмент об'єднання Української нації/ Коцур Л.// Наукові записки з української історії . – 2016. - № 40. – С.187-192.
3. Coronavirus: Flights within China to 'fully recover' next month. Режим доступу: https://www.bbc.com/news/business-53927980

УДК 165.242.2:(330.15:502.171)

РОЗВИТОК ЗАПОВІДНИХ ТЕРИТОРІЙ, ЯК ЕКОНОМІКО-ЕКОЛОГІЧНОГО ПРОСТОРУ РЕГІОНУ: ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ

Ніколайчук Т.О.
Інститут проблем ринку та економіко-екологічних досліджень НАНУ

Станом на сьогоднішній день, об'єкти ПЗФ України є не тільки природоохоронними осередками регіону, що забезпечують екологічне благополуччя та здоров'я населення, такі території мають розвиватись у симбіозі з економіко-екологічними потребами місцевих громад та регіонів. Об'єкти природно-заповідного фонду [1] мають комплексний ресурсовий потенціал, що може не тільки знизити негативні прояви сучасних урбаністичних територій, а також стати тим самим простором для формування економіко-екологічної господарської діяльності, яка відповідає сучасним суспільним потребам.

Нами пропонується формування основних принципів здійснення екосистемної господарської діяльності на заповідних та суміжних територіях:

- мережевість екосистемної господарської діяльності (далі – ЕГД), тобто формування інструментів для здійснення ідентичної господарської діяльності, яка буде притаманна установам ПЗФ або приватним підприємцям, що співпрацюють з ними або працюють на цих територіях (Таблиця 1).

Таблиця 1 – Мережевість екосистемної господарської діяльності

Мережева співпраця власне установ ПЗФ	Мережева співпраця представників приватного сектору економіки
Здійснення ідентичних видів господарської діяльності, що притаманна майже всім об'єктам природно-заповідного фонду України, незалежно від геополітичного та географічного розташування (наприклад, здійснення підприємницької діяльності під брендом або логотипом установ ПЗФ, надання короткострокового відпочинку, тощо)	Здійснення екологоорієнтованої господарської діяльності, в тому числі надання екологомістких послуг, що будуть користуватись попитом на об'єктах ПЗФ незалежно від геополітичного та географічного розташування, та мати дозволений рівень антропогенного навантаження на природні комплекси (наприклад, здійснення підприємницької діяльності на умовах угод екологічного франчайзингу)

Джерело: розроблено автором

- просторове планування господарської діяльності на заповідних територіях відповідно до державних проектів сталого розвитку регіонів;
- формування інструментів сталого інвестування («циркуляційна економіка», що максималізує ефективне використання природних ресурсів, зменшення утворення відходів);
- «доказовість» господарської діяльності, тобто її здійснення на підставі еколого-економічного досвіду інших регіонів, сформованих статистичних даних, аналізу показників економіко-соціального розвитку регіону;
- територіальна та секторальна концентрація ЕГД, тобто врахування показників еколого-економічного розвитку регіону, наприклад згуртованість, концентрація природних ресурсів, динаміка міграції трудового населення;
- партнерство та співпраця під час здійснення ЕГД, тобто наявність програм партнерства представників приватного сектору економіки та публічних інституцій;
- формування комплексного територіального підходу: врахування регіональної політики, наявність набору соціальних, просторових еколого-економічних особливостей території, потенціал економічного розвитку регіону, аналіз ресурсів, бар'єрів та потреб місцевого населення;
- субсидіарність, тобто реалізація ЕГД на мінімально можливих еколого-економічних рівнях, наприклад співпраця установ ПЗФ та мікропідприємців, фізичних осіб-підприємців;
- форматування підприємництва, тобто поєднання інтересів місцевих громад та суб'єктів господарювання, зменшення рівня антропогенного навантаження на природні комплекси;
- стандартизація та маркування ЕГД, тобто наявність мінімально допустимих вимог для подолання організаційно-економічного бар'єру входження в заповідну галузь;
- міжвідомча координація, тобто підвищення рівня забезпечення ЕГД, з боку представників приватного сектору економіки та публічних інституцій (наприклад, співпраця з фінансовими установами, екологічний факторинг, тощо);
- зонінг та планування, тобто формування системи диференціації видів та форм здійснення ЕГД (наприклад, підприємства-інклюзори, майн-підприємці, підприємці-донори [2], тощо).

З урахування сучасних суспільно-комунікаційних перетворень розвиток будь-яких форм господарської діяльності та формування міжгалузевих зв'язків неможливий без належного рівня інформаційного забезпечення. Нами пропонується створення веб-порталу (наприклад, у тестовому режимі на порталі великих міст, в т.ч. м.Одеси [3]) для візуалізації заповідної території (еколого-економічного простору), що поєднує в рамках однієї платформи всі необхідні сервіси, ресурси та інструменти для комплексного управління 3-Д простором заповідної території [4], з обов'язковою наявністю таких підсистем та можливостей:

- мобільний додаток, який забезпечить доступний та простий вхід до такої системи громадянам України;
- система маркування видів господарської діяльності, яка планується (наприклад, екологічно-ризикована господарська діяльність, компенсаторна, підприємницька діяльність еколого-інклюзивного напряму, тощо);
- моніторинг та форми ідентифікації видів підприємницької діяльності, що здійснюється в ареолі розташування майбутнього об'єкту ПЗФ (наприклад, зона 20 км);
- рівень розвитку економіко-соціальної інфраструктури (наприклад, наявність дорожньо-транспортних шляхів, паркувальних майданчиків, магазинів, закладів харчування);
- єдиний інтерфейс контролю з доступом до інформації про статистичні дані та інформацію щодо нормативно-організаційного забезпечення здійснення господарської

діяльності на заповідних територіях; напрями господарської діяльності в інших заповідних об'єктах регіону/суміжних регіонах; умови оподаткування; рівень зайнятості населення; механізми державно-приватного партнерства (наприклад, наявність цільових програм м.Одеси та Одеської області, тощо [5]);

- наявність підсистем аналітики, статистики, генерації заяв/звернень громадян та звітності, в тому числі динаміки участі населення в таких проектах;

- формування он-лайн сервісу бізнес – консультування, інформаційної підтримки та аналізу запропонованих видів господарської діяльності, бізнес-ініціатив;

- розроблення програмного інтерфейсу доступу до певної категорії запланованих екосистемних послуг дистанційно, резерв та можливості їх безготівкової оплати;

- пропозиції щодо створення так званого «продукту», що можуть надавати установи ПЗФ, шляхом співпраці з представниками приватного сектору економіки (наприклад, брендінг [6]);

- розробка ефективної промоції еколого-економічного простору заповідних територій для національного та міжнародного ринків (наприклад, створення туристичних маршрутів до заповідних об'єктів з центру великих міст; отримання туристичного QR-коду; виготовлення багатомовних рекламно-інформаційних матеріалів про туристичний потенціал простору; формування «заповідного логотипу», та розроблення дієвої франшизи його подальшого використання [7]);

- моделювання еколого-економічного простору заповідного об'єкту, як комфортного середовища відпочинку та отримання позитивних вражень для туристів незалежно від вікових особливостей та стану здоров'я (наприклад, формування різнорівневої інфраструктури для задоволення будь-яких побажань майбутніх клієнтів).

В свою чергу, господарську діяльність на заповідних територіях пропонується зонувати на:

- «екологічно ризиковану» з відповідними рівнями ризику для унікальних природних комплексів та заповідних об'єктів (наприклад, за рівнями антропогенного навантаження, об'ємами викидів в атмосферне повітря, тощо);

- «компенсаторну», тобто підприємницьку діяльність еколого-економічного спрямування (наприклад, екологізація виробництва існуючих підприємств, створення еколого-інклюзивних векторів підприємницької діяльності).

Оскільки об'єкти ПЗФ – це не тільки унікальні природні комплекси та біоценози, це також певна частина економіко-соціального регіону країни, нами пропонується запровадження *консенсуальної форми (КФ) охорони заповідних територій*, що містить наступні елементи:

- використання ультрасучасних технологій під час охорони, збереження та відтворення унікальних екосистем та територій з урахуванням концепції сталого розвитку регіону;

- формування векторів еколого-економічної господарської діяльності, що можуть повноцінно «працювати» на заповідних або суміжних територіях, а також задовольняти еколого-економіко-соціальні потреби місцевих громад та бізнес- угруповань;

- поєднання інструментів охорони, збереження та відтворення заповідних територій та формування урбаністики відповідного регіону розташування об'єкту ПЗФ;

- побудова культури ведення екологоорієнтованої господарської діяльності, яка орієнтована на взаємодію природоохоронних органів та представників приватного сектору економіки;

- формування взаємозв'язку між конкурентоспроможністю економіки регіону, турботою про навколишнє середовище та якістю життя місцевого населення (громади);

- стимулювання розвитку віддалених регіонів, маленьких міст, селищ та сіл, розкриття їх еколого-економічного потенціалу;

- запровадження екологомістких технологій виробництва на заповідних об'єктах та суміжних територіях; вирішення питання сталого фінансування еколого-економічних напрямів господарювання;

- розроблення інструментів екологічно збалансованого природокористування та реалізації економіко-соціальної політики розвитку регіону.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про природно-заповідний фонд України: Закон України від 16.06.1992р., № 2456-XII. *Відомості Верховної Ради України*. 1992.№ 34. Ст. 503.URL:http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2456-12.
2. Ніколайчук Т.О., Хумарова Н.І. Методологічні засади розвитку підприємницької діяльності соціально- природоохоронного напряму на основі інклюзивного підходу. *Збірник наукових праць «Економічні інновації»*. 2019. Вип. 21.№4 (73).С.125-137.
3. Офіційний сайт міста Одеси. Відкрите місто. URL:https://omr.gov.ua/ua/odessa/data/odessa-sohranyaet-status-goroda-millionnika/
4. Ніколайчук Т.О. Розробка методу кібернетичного планування як інструменту сучасного розвитку заповідної справи. *Міжнародний науковий журнал "ScienceRise"*. 2019. №. 6 (59). С.13-18.
5. Про затвердження Програми економічного і соціального розвитку міста Одеси на 2020 рік: рішення Одеської міської ради № 5470-VII від 11.12.2019 р. URL: https://omr.gov.ua/ru/acts/council/177365/
6. Т. Ніколайчук. Брендінг установ природно-заповідного фонду, як інструмент інноваційного розвитку. *III міжнародна науково-практична конференція «Бренд-менеджмент:маркетингові технології*», 11 березня 2021, м. Київ. С. 62-65.
7. Т. Ніколайчук. Використання франчайзингових угод у сфері заповідного фонду: позитивні та негативні аспекти. *Європейський науковий журнал Економічних та Фінансових інновацій*. 2019. № 2(4). С. 14-20.

СЕКЦІЯ 2
«ПРОГРЕСИВНА ТЕХНІКА І ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ, МЕХАТРОНІКА, РОБОТОТЕХНІКА І АВТОМАТИЗОВАНЕ УПРАВЛІННЯ»

УДК 621.777.4

АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ПОПЕРЕЧНО-ПОЗДОВЖНЬОГО ВИДАВЛЮВАННЯ МЕТОДОМ КІНЕМАТИЧНИХ МОДУЛІВ

Алієва Л.І., Левченко В.М., Картамишев Д.О., Таган Л.В.
Донбаська державна машинобудівна академія,
Інститут радіофізики та електроніки ім. О.Я. Усикова НАН України

Процеси комбінованого послідовного поперечно-поздовжнього видавлювання характеризуються витіканням металу заготовки в поперечному (переважно у радіальному) напрямку, заповненням поперечної порожнини роз'ємної матриці (з формуванням фланця на цьому етапі процесу) і подальшим розворотом течії в поздовжньому (в прямому або зворотному) напрямку з формуванням порожнистої деталі типу стакану або гільзи з глухим отвором [1, 2].

При використовуванні енергетичного методу верхньої оцінки (балансу потужностей) для аналізу силового режиму процесів видавлювання було розглянуто можливості методу кінематичних модулів, які б точніше описували реальну картину течії при видавлюванні за рахунок вибору полів швидкостей більш складних конфігурацій і аналіз яких можна виконати окремо незалежно від суміжних пластичних зон (модулів) і жорстких зон.

Розрахункова схема в загальному варіанті (рис. 1) включає центральний (осьовий) трикутний модуль 2, перехідний модуль 3, модуль для фланцевої зони 4 і модуль розвороту течії металу 5 (рис. 2).

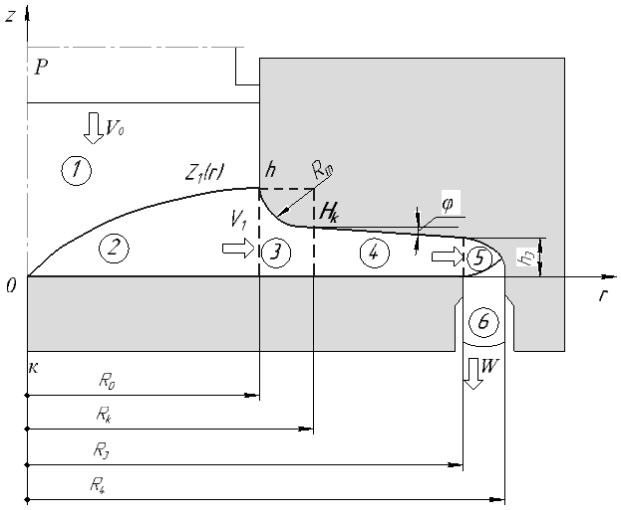


Рисунок 1 – Схема процесу комбінованого видавлювання

У разі відсутності зони 3 і для кута $\varphi = 0°$ кінематично можливе поле швидкостей (КМПШ) для модулів 2 і 4, які представляють собою в загальному випадку циліндричну і кільцеподібну зони, меридіональні перерізи яких до і після деформації залишаються прямокутними, відноситься до найпростіших полів паралельної течії. Для такого варіанту з КМПШ прямокутної форми можна використати у межах 1–4 зон залежність для першого етапу процесу, а саме для радіального видавлювання [3]:

$$\overline{p}_1 = 1 + \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \left[\frac{2}{3} \cdot \frac{R_0}{h} + \frac{h}{R_0} + 2 \cdot \ln \frac{R_3}{R_0} \right] + \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \mu_s \cdot \left[\frac{2 \cdot H_1}{R_0} + \frac{R_3 - R_0}{2 \cdot h} \right], \qquad (1)$$

де R_0 – радіус заготовки; R_3 – радіус фланця, що видавлюється на даному етапі; H_1 – висота зони контакту для модуля 1; μ_s – коефіцієнт контактного тертя; h – висота радіальної порожнини (зони 4).

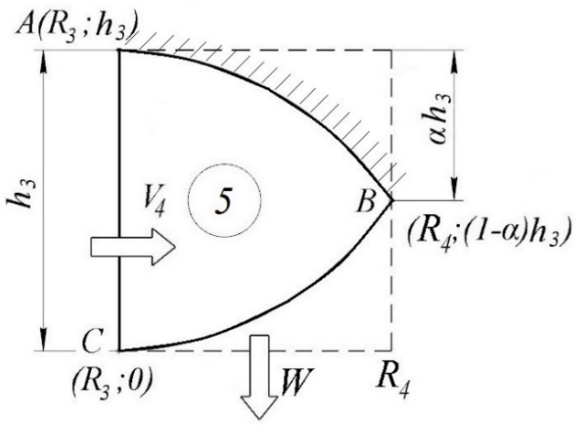


Рисунок 2 – Схема кінематичного модулю розвороту течії металу

Однак, рішення на основі простих прямокутних кінематичних модулів дають завищені оцінки силових параметрів і не дозволяють розглянути течію матеріалу для деталей і в осередках деформації більш складної форми [2, 4].

Для осьового модулю 2 (радіального видавлювання) можна прийняти формули для розрахунку тиску деформування для трикутного модулю з криволінійною стороною, які дають мінімальні верхні оцінки [4].

Було встановлено, що в зоні розвороту 5 найменше значення приведеного тиску дає кінематичне поле у формі криволінійного трикутника, і опуклий (параболічний) трикутний модуль (рис. 2) був обраний як той, що більш підходить для вирішення задачі радіально-прямого видавлювання з роздачею. Конфігурація кривої в залежності від параметра α дозволяє описати кінематичний модуль з опуклою похилою границею і в подальшому використовувати цей параметр у якості параметра оптимізації.

На основі моделювання процесу комбінованого видавлювання з використанням розроблених модулів можна сказати наступне. Оптимізація параметра α в модулі 5 показала, що при значенні $\alpha = 0{,}8 \ldots 0{,}9$ для умов тертя, характерних для холодного видавлювання (μ_s =0,08…0,16), приведений тиск деформування металу в цьому модулі приймає найменше значення. На приведений тиск всього комбінованого видавлювання $\overline{p} = p/\sigma_s$ найбільший вплив мають таки параметри процесу, як відносна товщина стінки порожнистої деталі s/h, радіус порожнини $\overline{R}_3$, відносна товщина дона $\overline{h}$ і коефіцієнт тертя μ_s.

ЛІТЕРАТУРА

1. Алиев И. С. Технологические возможности новых способов комбинированного выдавливания. Кузнечно-штамповочное производство. 1990. 2. С. 7–10.

2. Алиева Л. И. Совершенствование процессов комбинированного выдавливания : монография. Краматорск: ООО «Тираж–51». 2018. 352 с.
3. Алиева Л. И., Титов А.В., Корденко М. Ю. Моделирование процессов поперечного бокового выдавливания. Обработка материалов давлением. Краматорск : ДГМА. 2019. 1 (48). С. 35–44.
4. Hrudkina N., Aliieva L., Markov O., Kartamyshev D., et all. Modeling the process of radial-direct extrusion with expansion using a triangular kinematic module, Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020. 105. 3/1, pp. 17–22. DOI: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.203989

УДК 621.97-231.32:621.96

RESEARCH OF THE PRESS OPERATING MECHANISM, MADE IN THE FORM OF THE WEDGE-JOINT MECHANISM WITH A CURVING WEDGE FOR SEPARATION OPERATIONS

Karnaukh S.G., Chosta N.V., Markov O.E., Rizak P.I.
Donbass State Engineering Academy

Rational use of metal, saving energy resources, reducing labor intensity and improving product quality are important tasks that should be solved at all technological stages of metalworking production, including the materials forming and a component of these processes - the separation of rolled steel into cut-to-length sections. Currently, in the field of separation operations, traditional technologies are used, implemented on well-known serial equipment - presses and shears, so progress is possible provided that new techniques are applied in technologies using non-standard mechanisms in machines.

Separating operations differ from other forming operations by the fact that they require maximum separation force at the beginning of the working stroke. At the same time, in the most popular crank presses and shears, the maximum force on the slide, on the contrary, is provided at the end of the working stroke. Therefore, it can be stated that traditional crank mechanisms, which are the main operating mechanisms in this equipment, do not provide the required power load during separation. Because of this, it is necessary to choose crank presses with a nominal force much higher than the technological separation force. As a result, the power of the pressing equipment is not fully used.

The further development of press-forging equipment for the implementation of separation operations is inseparably associated with the search and conduct of a wide range of complex scientific research of operating mechanisms, which, according to the graph of deformation force variance, would be as close as possible to the typical graph of separation processes forces characteristic. Such an operating mechanism is the proposed to be the wedge-joint mechanism with a concave wedge [1].

The wedge-joint mechanism of the press (Fig. 1) consists of a curving wedge 1, a link 2 and a slide 3. The wedge 1 has two working surfaces, one of which is flat and is in resting contact upon a thrust piece - the press top-end transverse member. The second working surface of the wedge is curving cylindrical with the radius R and mates with the protruding cylindrical surface of the link 2. The link 2 has a second protruding cylindrical working surface, with a radius r and mates with the curving cylindrical surface of the slide 3. The wedge-joint mechanism works as follows. Under the action of the drive force F_h, the curving wedge 1 moves horizontally by the amount of stroke h_h, affects the link 2, which, turning around, moves the slide 3. Slider 3 makes a vertical working stroke h_V, affecting on the workpiece by a force equal

in value to the force of the useful resistance of the workpiece F_V, and, reaching the lowest point, returns to its initial position.

The power analysis of the wedge-joint mechanism is carried out by constructing friction circles similarly to the method of determining the kinetostatic characteristics for toggle presses, taking the following assumptions: the counterbalance force ensures that the joints in the links and the wedge coupling with the upper plate do not open; we neglect the weight and inertial forces of the mechanism links, since they are relatively small and taking them into account insignificantly affects the final result; the friction coefficients in the joints and the friction coefficients in the wedge guides and slide are equal to each other. A diagram of the forces operating in a real wedge-joint mechanism is shown in the Fig. 2.

Therefore, the required relation between the driving force $\vec{F}_h$ and the force of the useful resistance $\vec{F}_V$ (1)

$$F_V = F_h/tg(\varphi + \rho + \psi) = F_h/tg\big(\varphi + arctgf + arcsin(f \cdot (R + r)/R)\big). \qquad (1)$$

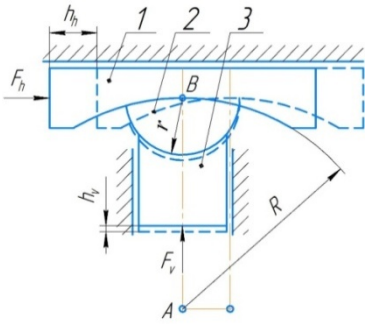


Figure 1 – Scheme of a wedge-joint mechanism with a curving wedge

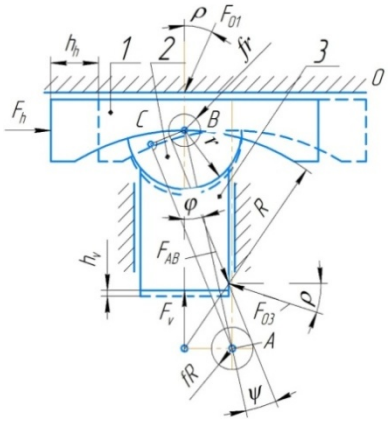


Figure 2 – Force analysis of a wedge-joint mechanism with a curving wedge

On the basis of the separation processes analysis and equipment for its implementation, the expediency of using a wedge-joint mechanism with a curving wedge in presses for the implementation of metal forming separation processes is substantiated. It's diagram of the deformation force change in time is the closest to the technological typical diagram of the force change during separation. A comparative analysis of typical diagrams of the press-forging plant efforts used for separation operations is shown in the Fig. 3.

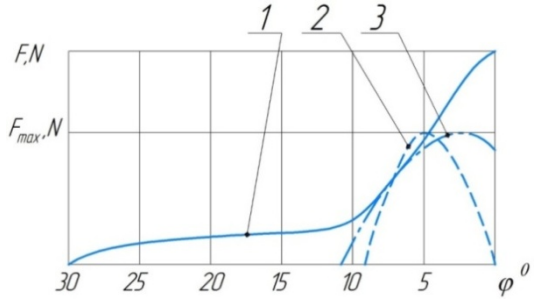


Figure 3 – Typical force diagrams of press-forging plants: 1 – toggle press; 2 – wedge-joint press with a curving wedge; 3 – typical force graph at the cutting by shear

Conclusion. It has been established that the cutting stroke in the press with a crank-slide operating mechanism 1 begins when the eccentric shaft does not reach the extreme lower position by 15°. In the press with the wedge-joint mechanism with a concave wedge 2, the cutting stroke theoretically starts at $\varphi = 0^0$. Since in the press with a crank-slide operating mechanism 1, the contact of the billet during the cutting occurs at a certain speed of the slide, this determines its high dynamics. In this case, in the press with the wedge-joint mechanism with

a curving wedge 2, the speed at the very beginning of the segment is equal to zero. A press with a wedge-joint mechanism with a curving wedge has large supporting surfaces, a small height of the links in the direction of the working force. If the height of the crank press is taken to be 1.0, then the height of the wedge press with a curving wedge will be 0.6. Thus, the use of a wedge-joint mechanism with a curving wedge in presses ensures less elastic deformation and press dynamics, and the press utilization rate increase.

REFERENCES

1. Karnaukh S.G., Chosta N.V., Markov O.E., et all. Development and research of the press operating mechanism, made in the form of the wedge-joint mechanism with a curving wedge for separation operations, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology (2021). DOI: 10.1007/s00170-021-07718-8.

UDC 621.777.4

THE USE OF FINITE ELEMENT SIMULATION TO INVESTIGATE POWER MODES OF DEFORMATION IN RADIAL EXTRUSION PROCESS

Abhari P., Malii Kh., Tahan L., Chepelenko O.
Donbass State Engineering Academy

Metal forming can be classified into cold, warm, and hot forging. In recent years, there has been a greater need for cold forging technology to provide precision parts with various complex shapes. Cold forging process is an economical process and extrusion process can be used in cold state with room temperature is type of cold forging process. There are principal types of extrusion process such as forward, backward, radial, lateral and combined that can be produced axisymmetric and non-axisymmetric parts.

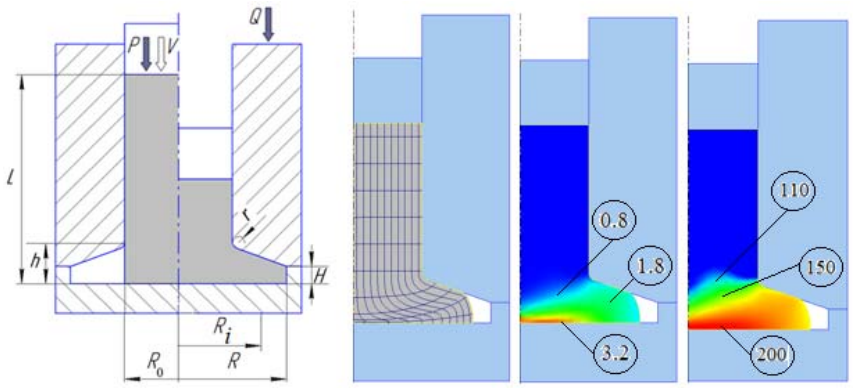
Based on the finite element simulation that is one of the powerful tools of CAE to solve and analyze forming characteristics such as deformation patterns (gridlines distortion), distributions of effective strain and stress and power modes of deformation by using QForm 2D software in single-ended scheme of radial extrusion process have been investigated [1, 2, 3].

The die scheme with axisymmetric billet and finite element simulation for single-ended radial extrusion process are shown in fig. 1. The die geometry parameters, axisymmetric billet dimensions and power mode parameters are as follows: R_0 – the radius of billet (R_0 = 18mm), R – the radius of flange or formed part (R = 36mm), R_i – the intermediate flange radius, L – the billet height (L= 70mm), r – the radius of fillet on the matrix (r =2mm), V – punch velocity (V=1mm/s), P – punch load, Q – matrix disclosure load, The friction factors between the billet and tools are constant (Zibel's law, μ=0.08).

In this investigation, the material used for the simulation is AA 6060 aluminum alloy. The relationship between flow stress and effective strain for AA 6060 aluminum alloy can be approximated by:

$$\bar{\sigma} = 191.55\,\bar{\varepsilon}^{0.202}\ (MPa) \qquad (1)$$

During the single-ended radial extrusion process with an axisymmetric billet, a movable punch that is a rigid body applies force on billet material and the material flows to form the formed part in die cavity. The billet is modeled as a rigid-plastic body, the punch and other tools are modeled as rigid bodies. Deformation patterns (gridlines distortion), distributions of effective strain and stress with relationship R_i/R_0=1,75 for this extrusion process are shown in figure 1.

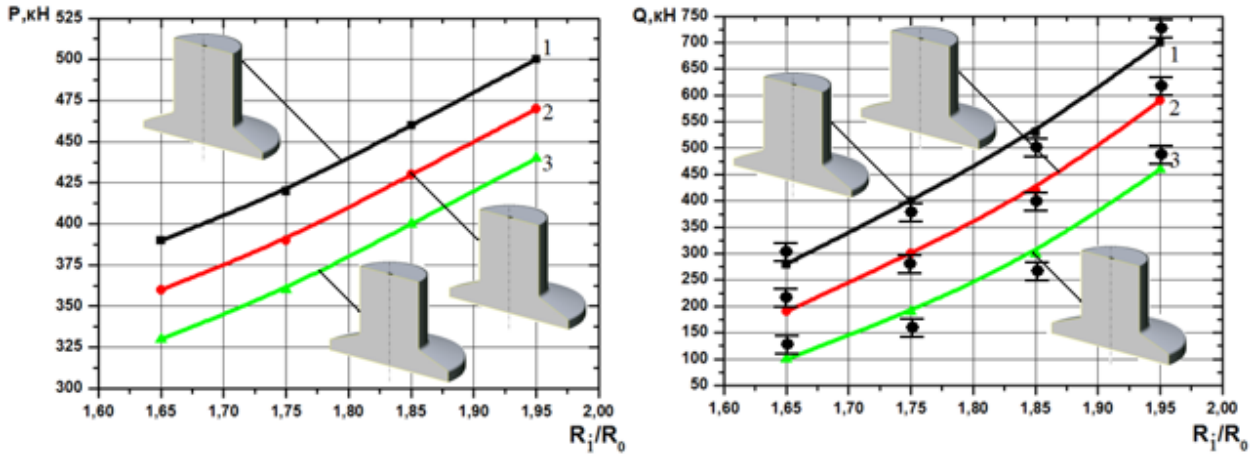


a) b) c) d)

Figure 1 – Die scheme of single-ended radial extrusion process (a) deformation patterns or gridlines distortion (b), distributions of effective strain (c), distributions of effective stress (d)

It is observed in this figure 1, that the maximum deformation patterns are occurred in central area of the forming process and the effective strain and stress of the billet were symmetrical distributed in the processes with maximum effective strain and stress by using relationship R_i/R_0=1,75 that are calculated as follows: ε_{max} =3.2, σ_{max} =200MPa.

The variations of punch load and matrix disclosure load with various relationships R_i/R_0 in single-ended radial process by using H/R_0= 0.2, 0.25, 0.3 and comparison of load changes have been determined by finite element simulation (fig. 2).



a) b)

Figure 2 – The punch load (a) and the matrix disclosure load (b) vs. the relative dimension R_i/R_0 in single-ended radial extrusion process with h/R_0=0.65 by different relationships such as H/R_0 =0,2 (1), 2 – H/R_0=0,25 (2).and H/R_0=0,3 (3)

Based on the obtained curves in the figure 2a, it can be seen that with a relative value R_i/R_0=1.85 the load of the punch by H/R_0=0.2 is equal to P=460 kN, by H/R_0=0.25 – P=430 kN and by H/R_0=0.3 – P=400 kN. The load of matrix disclosure in the figure 2b, that has been determined based on the obtained curves it is observed that with a relative value R_i/R_0=1.85, the matrix disclosure load by H/R_0=0.2 is equal to Q=540 kN, by H/R_0=0.25 – Q=430 kN and by H/R_0=0.3 – Q=300 kN.

From these curves in the figure 2, it is seen that the load with increasing relative value R_i/R_0 increases in a certain value from the relative value H/R_0. This is due to the fact that the increase in the relative dimension R_i/R_0 leads to an increase in the amount of metal that fills the flange cavity.

REFERENCES

1. Aliev I.S. Radial extrusion processes. Soviet Forging and Metal Stamping Technology (English Translation of Kuznechno-Shtampovochnoe Proizvodstvo), 1988, Part 3, pp. 54–61. ISSN: 0891-334x.
2. Abhari Payman. Finite Element Simulation of Flashless Radial Extrusion Process / Payman Abhari, Igramotdin Aliiev // IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE), e-ISSN: 2278-1684, p-ISSN: 2320-334X, Volume 14, Issue 4 Ver. III (Jul. – Aug. 2017), PP 79 – 83, DOI: 10.9790/ 1684-1404037983.
3. Abhari Payman. Application of Numerical Simulation to Investigate Material Flow in Hollow Radial Extrusion/ Payman Abhari // International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology (IJSRSET). – July-August-2017. – Volume 3. – Issue 5. – p. 556–560.ISSN 2394-4099. DOI :10.32628/IJSRSET1734145.

УДК 62-192:004.896

ДО ПАРАМЕТРИЧНОЇ НАДІЙНОСТІ ПРОМИСЛОВИХ РОБОТІВ

Березін Л.М.
Київський національний університет технологій та дизайну

Надійність – властивість об’єкту зберігати за часом в установлених межах всі параметри, які забезпечують виконання необхідних функцій в заданих умовах експлуатації [1]. Враховуючи підвищення навантажень при одночасному зменшенні металоємкості промислових роботів, їх конструктивні ускладнення та необхідність об'єднання в гнучкі автоматизовані комплекси, питання надійності роботів є актуальними. За ознакою несправності відмови роботів поділяють на параметричні, коли ряд параметрів робота змінюються в недопустимих межах, та функціональні – при яких виконання призначених функцій роботом неможливе. У відповідності до [2] в залежності від призначення роботів до визначальних характеристик параметричної надійності відносять точність та повторюваність позиціонування роботів.

Під точністю позиціонування робота розуміємо його здатність досягати заданої точки в робочій зоні, яка характеризується відстанню між заданим та фактичним положення робочого органа. Відповідно повторюваність роботів характеризується здатністю відтворення повторних переміщень в задану точку, тобто визначається відстанню між кінцевими положеннями робочого органу при багатократному переміщенні в задану точку.

Оскільки більшість цих відхилень мають ймовірнісну складову, то введення в алгоритм керування відповідних математичних моделей фіксованих похибок не достатньо для їх повного усунення. Частково ці похибки усуваються при застосуванні датчиків в кінематичних парах роботів, які за каналами зворотного зв’язку надають в систему керування робота інформацію про фактичне положення його ланок. Але недостатня розрядна здатність датчиків обмежує практичне застосування цього напрямку. Тому для забезпечення параметричної надійності роботів доцільним є їх періодичне тестування з подальшим калібруванням за критеріями точності та повторюваності.

За точку виміру при тестуванні беруть центральну точку інструменту (TCP -Tool Center Point). Результати виміру положення та орієнтації (x_j, y_j, z_j, a_j, b_j, c_j) представляються в базовій системі координат або в системі координат, яка зв’язана з вимірювальним пристроєм. Точність позиціонування AP визначається різницею між

заданою позицією та середнім значенням фактичних позицій, які маємо при переміщенні робота в задане положення з однакових напрямків. Розрізняють точність розміщення (різницю між розміщенням заданої позиції та центром мас фактичної позиції) та точність орієнтації (різницю між орієнтацією в заданій позиції та середнім значенням фактичних орієнтацій). Положення та орієнтація промислових роботів задається впорядкованим набором узагальнених координат, який надходить в управляючий пристрій, що формує виконавчі сигнали стосовно приводів ланок роботів. Внаслідок можливих похибок на практиці маємо певні розбіжності між заданою за алгоритмом та реальною конфігурацією роботів. До основних похибок позиціонування передусім відносять [3,4] похибки округлення значень параметрів через розрядну здатність алгоритмів власної системи управління, помилки перетворення координат, виробничі похибки через задані проєктні допуски, систематичні похибки двигунів приводних пристроїв, похибки від деформацій ланок робота та його передаточних механізмів, зміни зазорів в підшипниках, тощо.

Повторюваність позиціонування характеризує наближеність між фактичними позиціями, які отримані після заданої кількості повторів переміщення в задану позицію з одного з напрямків. Для кожної з позицій повторюваність характеризується RP_i - радіусом сфери, центр якої розміщений в центрі тяжіння та розсіянням значень кутів $\pm 3S_a$, $\pm 3S_b$, $\pm 3S_c$ відносно середніх значень кутових складових $\bar{a}$, $\bar{b}$ та $\bar{c}$ відносно осей x, y та z, де S_a, S_b та S_c - середнє квадратичні відхилення при умові нормального розподілу значень кутів.

Точність розміщення в координатній формі визначається як

$$AP_P = \sqrt{\left(\bar{x} - x_C\right)^2 + \left(\bar{y} - y_C\right)^2 + \left(\bar{z} - z_C\right)^2},$$

де $\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} x_j$, $\bar{y} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} y_j$, $\bar{z} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} z_j$ - середні значення координат серії по виміру точок позицій при n випробуваннях, що відповідають координатам центру тяжіння кластера цих точок;

x_C, y_C, z_C - координати заданої позиції робота;

x_j, y_j, z_j - аналогічно координати фактичної $j-$ой позиції вимірювання, які реєструються вимірювальною системою при багаторазових повторних переміщеннях в автоматичному режимі роботи як відповідь на задану позицію.

При тестуванні інформацію про задані координати захватного пристрою робота в окремих позиціях отримували з контролера (використовують методи програмування навчанням, ручне введення числових даних або програмування в автономному режимі [5]), а фактичних – за результатами вимірів на основі координатно-вимірювальної машини. Тоді точність орієнтації характеризується наступними величинами

$$AP_a = \left(\bar{a} - a_c\right);\ AP_b = \left(\bar{b} - b_c\right);\ AP_c = \left(\bar{c} - c_c\right),$$

де $\bar{a} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} a_j$, $\bar{b} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} b_j$, $\bar{c} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} c_j$ - відповідні середні значення кутів орієнтації відносно осей x, y та z; a_c, b_c, c_c та a_j, b_j, c_j - кути заданої та j-ої фактичної позиції.

Повторюваність розміщення визначається за формулою $RP_l = \bar{l} + 3S_l$ при

$$\bar{l} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} l_j;\ \ l_j = \sqrt{\left(x_j - \bar{x}\right)^2 + \left(y_j - \bar{y}\right)^2 + \left(z_j - \bar{z}\right)^2};\ S_l = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n}\left(l_j - \bar{l}\right)^2}{n-1}},$$

де $\bar{l}$ - середня відстань; l_j - відстань між фактичною позицією та центром тяжіння фактичної позиції; S_l - середнє квадратичне відхилення.

Повторюваність орієнтації обчислюють через наступні складові

$$RP_a = \pm 3S_a - \pm 3\sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n}\left(a_j - \bar{a}\right)^2}{n-1}}\ ;\ RP_b = \pm 3S_b - \pm 3\sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n}\left(b_j - \bar{b}\right)^2}{n-1}}\ ;\ RP_c = \pm 3S_c - \pm 3\sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n}\left(c_j - c\right)^2}{n-1}}\ .$$

Для визначення точності та повторюваності позиціонування робота виконують вимірювання координат x_j, y_j, z_j та кутів a_j, b_j, c_j в п'яти фактичних позиціях $P_1 - P_5$ робота на площині, яка розміщується всередині куба в межах найбільш вживаної робочої зони. Чотири можливі положення площин в межах куба з вершинами $C_1 - C_8$ та тестові траєкторії переміщення регламентовані в [2], як і розміщення вимірювальної системи відносно базової системи координат.

Запис положень в фактичних позиціях при вимірюванні точності та повторюваності позиціонування робота переважно виконують дзеркальними вимірювальними зондами SMR, де використовують явище світлової інтерферометрії [6]. Центральним елементом інтерферометра є напівпрозора пластинка, яка призначена для розподілу світлового променя на два когерентні промені з подальшим об'єднанням їх, що забезпечує інтерференцію. Інтерференційна картина залежить від різниці оптичного шляху двох променів, що закладено в принцип дії координатно-вимірювальних машин, наприклад, трекера FARO Laser Vantage [7]. Координати точок розраховуються комп'ютером в системі координат трекера за рахунок відомих двох кутів повороту лазерної головки трекера відносно горизонтальної та вертикальної осей, та відомої відстані до відбивача. За допомогою сервоприводів, які встановлені в поворотній головці, трекер автоматично слідкує за переміщенням вимірювального відбивача та визначає координати його положення в режимі реального часу. Система виміру відстані TruADM в трекері FARO Laser Vantage забезпечує лінійну та кутову точності 16 мкм + 0,8 мкм/м та 20 мкм + 5 мкм/м відповідно, що значно менше допустимої інструментальної похибки, яка не повинна перевищувати 25% від значення характеристики тестування.

Відмінність значень заданих та фактичних координат ТСР передбачає внесення відповідних змін параметрів в алгоритмах обліку помилок позиціонування програмного забезпечення робота, які пов'язані з ефектами кінематичного та механічного характеру.

Обробка даних тестування показує [8], що точність та повторюваність робота варіюється в залежності від його руху в робочій зоні вимірювального куба. Тому доцільно окрім середніх значень названих технічних характеристик надавати інформацію по найкращим та найгіршим положенням в робочій зоні. Це дозволяє аналізувати вплив на параметричну надійність промислового робота програмно заданої послідовності операцій в робочому просторі, тобто у випадках, коли при реалізації завдання роботом є декілька конфігурацій, маємо можливість вибору найбільш наближеної до оптимальної. Поєднання параметричної надійності з апаратною та програмною надійністю є запорукою проектування промислових роботів майбутнього покоління.

ЛІТЕРАТУРА

1. Решетов Д.Н. Надежность машин / Д.Н. Решетов, А.С. Иванов, В.З. Фадеев. – М.: Высшая школа. – 1988. – 238 с.
2. ИСО 9283:1998. Роботы промышленные манипуляционные. Рабочие характеристики и соответствующие методы тестирования" (ISO 9283:1998, Manipulating industrial robots - Performance criteria and related test methods, IDT).

3. Петров Д.Ю. Надежность манипуляционных роботов // Вестник СГТУ. 2007. № 3 (26). Вып. 1. С. 71-83
4. Şirinterlikçi A, Tiryakioğlu M, Bird A, Harris A, Kweder K. Repeatability and accuracy of an industrial robot: laboratory experience for a design of experiments course. *The Technology Interface Journal.* 2009. Vol. 9(2). Pp.1-10.
5. Крахмалев О.Н., Петрешин Д.И., Крахмалев Г.Н. Математические модели систем управления для калибровки ориентации инструмента промышленных роботов. *Мехатроника, автоматизация, управление*. – 2017. - 18(10). - с.664-669.
6. Mooring, B. and Pack, T., "Aspects of Robot Repeatability," *Robotica,* Vol. 5, pt. 3, Jul/Sept 1987, Pp. 223-230.
7. Центр САПР - официальный представитель FARO Technologies Inc. в Украине. [Электронный ресурс]: Информация о трекере FARO Laser Vantage. – Режим доступа: http://www.faro.in.ua/tracker_vantage.html.
8. Płaczek M, Piszczek Ł. Testing of an industrial robot's accuracy and repeatability in off and online environment. *Eksploatacja i Niezawodnosc Maintenance and Reliability.* 2018; 20(3). Pp. 455–464.

УДК: 621.9.04

ВИРОБНИЦТВО ЗАСОБІВ ВИРОБНИЦТВА – УМОВА НЕЗАЛЕЖНОСТІ КРАЇНИ: АКСІОМА

Верба І. І., Даниленко О. В., Вегерук Р. В.
Національний технічний університет України
„Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського“

Як відомо, у 1990 р. СРСР був на другому місці в світі за споживанням металообробного обладнання і на третьому місці з його виробництва. Верстатний парк налічував понад 5,5 млн. одиниць обладнання, а річна потреба промисловості становила близько 200 тис. верстатів. Галузь розвивалася випереджаючими темпами (на 1-2 % щорічно) по відношенню до всієї вітчизняної промисловості. Розпад СРСР і наступна за ним економічна криза поставили верстатобудівну промисловість в важкі умови [1]. Верстатобудування, як і вся промисловість переживала в 1990-і роки період мінімального фінансування та відсутності замовлень. Верстатобудування виявилось не актуальним, бо почалося падіння промисловості, зокрема й машинобудування. З радянських часів залишився певний запас обладнання, що й дозволило якось триматися окремим підприємствам в умовах переходу до ринкової економіки. Про рентабельність виробництва та конкурентоздатність продукції мова переважно не йшла. Низка підприємств виявилися реструктурованими й поділились на кілька компаній. Деіндустріалізація країни продовжується і нині (за даними державної служби статистики, [2]).

Так це чи ні, але свого сучасного верстатобудування і своєї верстато-інструментальної промисловості в Україні фактично більше немає. Як немає (або майже немає) і тих, хто міг би ефективно працювати на цих сучасних верстатах. Висококваліфіковані робітники, насамперед оператори верстатів з ЧПК, – дефіцит. А інженерний склад? Де б їм набути досвід за відсутності працюючих заводів? Нехай не по конструюванню сучасного верстатного обладнання, а хоча б з його експлуатації. Про яке технічне переозброєння може йти мова: без досвідчених інженерів, без верстатів, без робітників?

Країна, яка не має власного розвинутого верстатобудування, приречена на роль другосортної держави. Верстатобудування є базою для виробництва засобів виробництва і

тому займає особливе положення в економіці. Ця галузь є порівняно невеликою за обсягами випуску продукції: в більшості розвинених країн створюється менше 1% ВВП, але верстатобудування в значній мірі визначає технологічний рівень всієї економіки країни і, в свою чергу, стан технологічної незалежності країни. Наївно сподіватися, що нас врятує покупне обладнання (навіть не у дефіциті грошей справа, просто не все надається до продажу, особливо це стосується найновішого прогресивного обладнання та обладнання стратегічного призначення). Тож ми будемо змушені відмовитись від сучасних технологій та певних промислових підприємств: авіабудування, суднобудування, космічна сфера, швидкісний залізничний транспорт, озброєння, тощо.

У спадок від СРСР нам лишились технології, які досі не втратили свого значення і є актуальними, зокрема, у авіакосмічній галузі, військовому суднобудуванні. Саме це викликає інтерес можливих інвесторів. А чи буде користь Україні, окрім скороминущої? Звісно, можна не думати про майбутнє: після нас – хоч потоп. І що ми лишимо у спадок своїм дітям замість гордої й багатої держави часів СРСР? А наші фахівці будуть розвивати яку завгодно країну, окрім власної Батьківщини? І це ще в разі, що ми матимемо можливість достойно їх навчати, а викладачі самі бачили сучасне обладнання в кращому разі на виставці, альтернатива – відео, що, звісно, краще за фото в книзі.

Який вихід? Відновити верстатобудівну галузь. Так, але це просто фраза. Спробуємо хоч побіжно проаналізувати ситуацію. Одразу бачимо кілька питань і напрямків.

1. Технічне переозброєння підприємств. Від стану верстатів залежить не тільки виробництво самих верстатів, а і взагалі продукції машинобудування. Верстатне обладнання, яке є в Україні, переважно фізично зношене й морально застаріле (наприклад, незначна доля обробних центрів з ЧПК). А звідси й неможливість випускати конкурентоздатну продукцію. Але ж можна його оновити! Цим шляхом, хоч і не дуже швидко, рухаються окремі підприємства, які мають певні кошти, бо мають закази на свою продукцію. Це стосується насамперед підприємств, які випускають щось унікальне чи користуються власними технологіями. Наприклад, ПрАТ «КЦКБА» (Київське центральне конструкторське бюро арматуробудування), що відокремилось свого часу від заводу «АРМА» і випускає продукцію на замовлення, зокрема для аерокосмічної галузі та для атомних станцій. Зараз з'явилась можливість технічного переозброєння підприємства за рахунок верстатів-аналогів, які випускають, наприклад, Тайвань, Китай, що динамічно розвивається останнім часом, тощо. Якість цього обладнання в багатьох випадках достатня (хоча точність не перевищує 5 мкм), та ще й вартість досить приваблива (до 3-х разів менша) порівняно із верстатами західноєвропейських чи японських фірм.

Виявилось, що дешевше і простіше встановити новий китайський верстат, ніж здійснити капітальний ремонт і модернізацію застарілого вітчизняного.

Тож необхідними є організація й підтримка розробок і досліджень щодо обґрунтованого визначення складу обладнання в разі технічного переозброєння підприємства або придбання нового обладнання з підтвердженням його завантаженості в майбутньому, створення на державних засадах чи за державної підтримки інжинірингових центрів для розробки концепції та проектної документації щодо осучаснення й модернізації існуючого обладнання, спеціальних ремонтних (назва умовна) підприємств, які здатні застосовувати сучасні технології в оновленні існуючих верстатів і ще додатково виготовляти запчастини на продаж;

2. Обґрунтований вибір майбутньої продукції підприємства. Якщо мова йде конкретно про верстатобудівну галузь, то важливим є питання, яке саме обладнання випускатиме завод і якою буде організація виробництва. В нас зникли великі верстатобудівні заводи, наприклад, Київський верстатобудівний концерн „Веркон". А чи доцільно намагатися відтворити його в первісному вигляді? З ливарним цехом майже в центрі Києва. Як бути з використанням блочно-модульного принципу конструювання і глобалізацією виробництва? Тобто просто виділені кошти (фантастична подія, але все ж таки!) нічого не вирішують.

Потрібна розробка проекту майбутнього підприємства і бізнес- плану з урахуванням сучасних реалій та потреб ринку. І хоч побажання чи навіть вимога щодо «проведення масштабних комплексних політичних, законодавчих, організаційних та економічних заходів по розвитку верстатобудування, як основи економіки держави» зустрічається часто, вона є справедливою, але безрезультатною. Навіть затвердження на державному рівні відповідної цільової програми мало що дасть: дуже багато змін у концепції самого обладнання й вимогах до нього, дуже значне відставання організації виробництва від світового рівня. А це, відповідно, собівартість і ціна. Потрібні фахівці-ентузіасти і досвід, якого немає.

3. Переорієнтація (можливо, тимчасова) верстатобудування: окремих підприємств на дещо іншу продукцію та діяльність.

Зменшення імпортної залежності у складі верстатного парку та заміщення імпортного обладнання машинобудівних заводів в умовах важкого стану вітчизняного верстатобудування, обмежених інвестицій та обмежених кваліфікованих людських резервів є малоймовірним. Як можливі шляхи, що дозволять не втратити і підтримати ще існуючі підприємства й забезпечити розвиток верстатобудування, можна назвати наступне

- створення підприємств, спільних з провідними закордонними верстатобудівними фірмами, та підтримка й відновлення існуючих власних заводів (в першу чергу орієнтація на виробництво модульного з можливістю реконфігурації спеціального й прецизійного обладнання для оборонної й аерокосмічної промисловості, важкого машинобудування);
- розвиток малого й середнього підприємництва, в першу чергу – виробництво модульних мехатронних вузлів, на які є попит у українських виробників і розробників і які можуть бути об'єктами експорту (приклад – завод „Мікрон" (Одеса)), приділення уваги адитивним технологіям та обробці композитних матеріалів і відповідному обладнанню;
- створення верстатобудівних кластерів (до речі, подібні пропозиції щодо оптимальної форми розвитку верстатобудування лунають і в Росії, де розглядається формування двох кластерів – Івановського й Амурського). Вже є певний досвід роботи з підприємствами в цьому напрямі у АППАУ (Асоціація підприємств промислової автоматизації України).
- Зважаючи на складність відродження серійного виробництва фрезерних, агрегатних, шліфувальних, деревообробних верстатів, доцільно сконцентрувати зусилля на таких напрямах, як надання послуг із високоточної механообробки.

4. Розвиток нетрадиційних колись напрямків верстатобудування. Може слід звернути увагу на обладнання, яке призначене для обробки не металу, а, наприклад, каменю чи деревини і часто є конструктивно простішим? І то не на таке, яке треба застосовувати лише на великих підприємствах.

Україна має близько 5 % світових ресурсів природного декоративного каменю, займаючи при цьому лише 0,4 % площі світового суходолу, і лишається однією з провідних країн-постачальників декоративного каменю на світових ринках, зокрема блоків досить високої якості, слябів, плитки з граніту, габро, лабрадориту (при цьому ці породи мають більшу міцність порівняно з індійськими, китайськими й бразильськими аналогами). Не дивлячись на постійну конкуренцію із різними штучними імітаціями, які з'являються на ринку, прогнозується подальше зростання виробництва й споживання природного каменю (стабільно 6-9 % щорічно), широке впровадження технологій з використанням алмазного інструменту й фізико-хімічних методів обробки каменю та видобуток і обробка порід, які раніш не використовувались, бо є дефіцит невідновлюваних кольорових порід типу мармуру і він буде зростати [3, 4].

Фінансування каменеобробки є недостатнім, обладнання (не обов'язково нове), яке придбане здебільшого за кордоном в Італії, Франції, Туреччині, Німеччині, має кращі виробничо-технологічні показники порівняно з тим, що залишилось з радянських часів.

Каменеобробне обладнання, якщо хтось його і виробляє зараз, призначене для власного використання або за окремими замовленнями і в незначній кількості.

Взагалі серед каменеобробних підприємств України можна виділити як великі компанії (десь більше 10) із сучасним імпортним обладнанням, так і середні компанії (є майже у всіх обласних центрах) і маленькі приватні підприємства, що знаходяться переважно у місцях видобутку каменю. Наприклад, більшість підприємств кам'яної галузі у Житомирській області, де зосереджено майже 45 % загальних запасів тільки декоративного каменю України (117 родовищ), є малими підприємствами невеликої потужності й знаходяться у приватній чи комунальній власності. Деяка інформація про існуючі українські компанії, які займаються каменем і, зокрема, каменеобробним обладнанням, подана у [5].

Досить значна кількість підприємств здатні здійснювати експортні поставки каменю [4]. Високі ціни та недостатня якість готових виробів гальмують просування на світовий ринок і експортується переважно сировина. Створення й випуск власного каменеобробного обладнання для внутрішніх потреб, тобто імпортозаміщення, могло б стати чинником зростання експорту відповідної продукції [5].

Високоякісний інструмент, якого потребує сучасне обладнання, не виробляється в Україні (хоча є досить цікаві розробки й досвід, наприклад, Інституту надтвердих матеріалів НАН України), а імпортний інструмент значно збільшує собівартість продукції, що випускається.

За експертними оцінками Україна може в 1,5-2 рази збільшити експорт продукції каменеобробки, але актуальним є підвищення продуктивності і якості виробів, що є неможливим без впровадження нових технологій та сучасного обладнання

То що ми бачимо? Є спеціалісти, є розробки, але до пуття не доведені. Почали, не отримали зацікавленої підтримки та й кинули на півдорозі.

5. Побутові, особливо багатофункціональні, верстати, які використовуються не лише у побуті, а й невеликими виробничими й ремонтними підприємствами. Часто йдеться про деревообробку [6], але й металообробка також реалізується. Це дуже відрізняється (ну хоч можливою наявністю системи ЧПК) від колишніх саморобних верстатів [7], до яких верстатники ставляться дещо зверхньо: ще б пак – не порівняти з обробними центрами. Напевне вже на часі звернути увагу: простіше реалізувати, нижче вартість, характеристики, правда, в чомусь обмежені. Але це робочі місця, можливість збереження кадрів, І як не крути, це продукція верстатна і лише від розробника залежить, що й як вона «вміє». Універсальність та багатофункціональність якраз придатні для виробництва продукції малими серіями чи індивідуального, хіба ні?

Ну і який висновок: до чого прагнути, що робити? Думати й працювати. Якщо спрацюють всі наші лозунги й вимоги та здоровий глузд керівництва, треба бути готовими цим скористатися на користь ненці Україні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Акимочкин А. А., Рыжакина Т. Г. Современные тенденции и перспективы развития станкостроения России // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9-1 – С. 128-133; – URL: http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=34656 (дата обращения: 10.05.2021).
2. Скаршевський В. Госстатистика подтверждает: деиндустриализация продолжается. – URL: https://bit.ly/3gfpxmL
3. Казарян Ж.А. Обзор отечественного и мирового рынка природного камня и перспективы развития: Доклад на симпозиуме „Неделя горняка“, – 2000, Москва, МГТУ, 31 января-4 февраля 2000 г.
4. Состояние, перспективы и актуальные задачи производства продукции из природного и искусственного камня на Украине / А.Е. Капустян, В.С. Попов,

И.М. Билоник, А.С. Петрашов. – URL: http://www.promdex.com/data/files/12817939244c6689b4677a1.gif
5. Верба І. І., Даниленко О.В. Інноваційне конструювання обробного обладнання та спеціалізованих роботів. Обладнання для обробки природного каменю. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 131 „Прикладна механіка“, спеціалізації „Технології комп’ютерного конструювання верстатів, роботів та машин“; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 7,32 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 288 с. – URL: https://ela.kpi.ua/handle/123456789/37231
6. Многофункциональный бытовой деревообрабатывающий станок: правила приобретения и важные особенности эксплуатации. Дмитрий Дубовицкий. – URL: https://bit.ly/3mkCoI2.
7. Вегерук Р.В. Саморобні верстати: передумови проектування / Р. В. Вегерук, І. І. Верба // Інновації молоді в машинобудуванні (Youth Innovations in Mechanical Engineering). За заг. ред. Данильченка Ю. М. – К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – № 3. – 460 с., С. 195-201. – Режим доступу до ресурсу: http://imm-mmi.kpi.ua/proc/article/view/231636. DOI:https://doi.org/10.20535/2708-3926.2021.3.231636.

УДК 621

ПРОБЛЕМИ РОБОТОДАВЦІВ ТА ПУБЛІКАЦІЇ У SCOPUS

Даниленко О.В., Верба І.І.
Національний технічний університет України
„Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського“

Не є несподіванкою, що деіндустріалізація України викликала ще й супутні проблеми: від’їзд за кордон технічних спеціалістів. Йдеться саме про спеціалістів, а не взагалі про «трудову еміграцію», в якій також немає нічого доброго для країни, бо вона є ознакою відсутності робочих місць на власних підприємствах.

З якогось моменту з’явилось офіційне занепокоєння, в усякому разі в медійному просторі, процесом відтоку мізків («утечки мозгов» (рос.)) [1, 2, 3].

З певного часу виникла проблема у роботодавців: як втримати талановитих спеціалістів. Ситуація стає все гострішою й набирає оберти. Причина всім відома: економічна ситуація в країні, зокрема, спад всіх макроекономічних показників, а також спад виробництва, відсутність стабільності. Куди їдуть? Найбільш популярні Росія(принаймні була), Польща, Німеччина, а також Казахстан, Азербайджан [2].

На рис.1 наведено результати опитування роботодавців (оцінка за сумою двох найвищих оцінок за 5-бальною шкалою (4 і 5)) [4].

Кадровий портал HeadHunter [4] надав дані по стану ринку праці в січні 2021 р. І така сфера як виробництво (зазначте, без уточнення яке саме) за кількістю вакансій займає аж (!) 6 % (рис. 2).

Вся ця ситуація безпосередньо стосується вищих навчальних закладів. З одного боку, це саме ми готуємо тих спеціалістів, які набувають досвіду, стають висококваліфікованими і їдуть за кордон. Звісно, ми бажаємо всяких гараздів своїм вихованцям, але ми зацікавлені у міцних зв'язках з промисловістю – з підприємствами, де вони працюють. Інакше порушується зв'язок ВНЗ – виробництво і, замість спільної праці над удосконаленням виробничих процесів та обладнання, ми маємо з боку ВНЗ «мистецтво заради мистецтва».

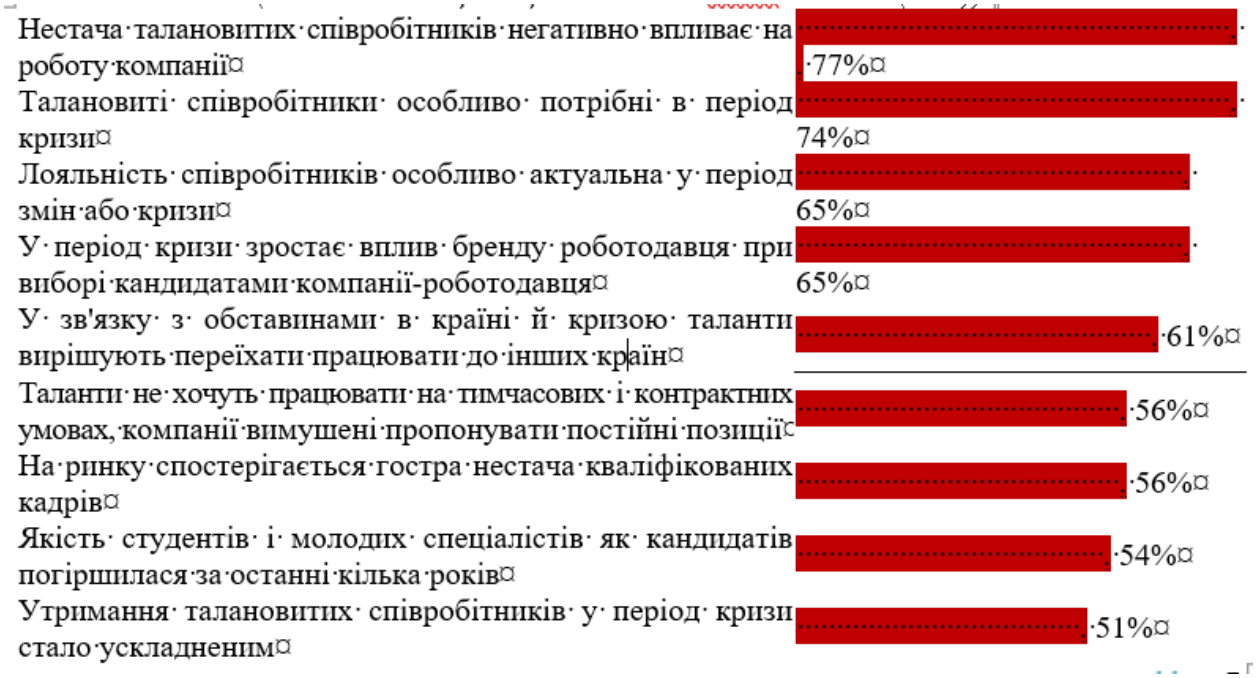


Рисунок 1 – Результати дослідження кадрової ситуації (очима роботодавців) (за даними кадрового порталу HeadHunter [https://kiev.grc.ua/]

І наукові проблеми, якими все ж таки намагаються займатися у ВНЗ все в більшій мірі стають академічними, а не прикладними, або просто не отримують впровадження: дуже цікаво і, мабуть, корисно, але замовника немає. Окремий винахід чи конструктивне рішення можна спробувати популяризувати через передбачені Укрпатентом спеціальні сайти або конкурси типу Sikorsky Challenge Ukraine, який вже переріс межі КПІ. А з дослідженнями як?

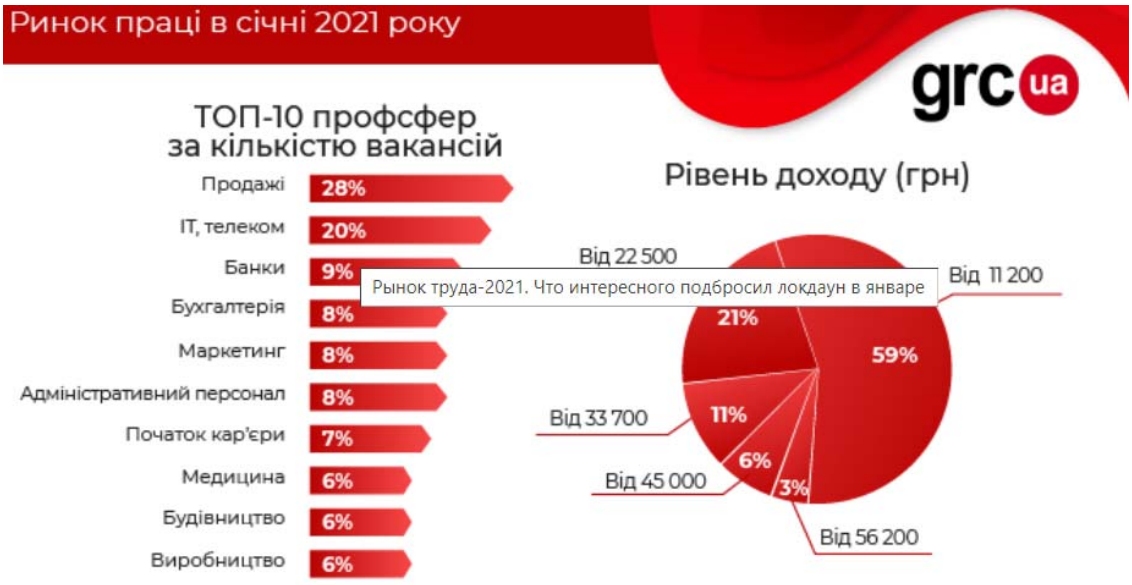


Рисунок 2 – Ринок праці в січні 2021 р.[4]

Але це лише один бік медалі. Слід розуміти, що сам навчальний заклад є роботодавцем для викладачів та інженерного складу (де він ще зберігся). Ми маємо молодих викладачів, які захищають дисертації, які прекрасно вписались у колектив і на них покладають певні надії, а вони натомість виїздять за кордон. Там працюють в багатьох випадках на не аби-яких посадах (не обов'язково у викладацькій сфері) і приносять користь, але не Україні. І ми за них радіємо, ними пишаємось і тільки гіркий

присмак виникає від усвідомлення, що колектив кафедр та наукових груп ЗВО старіє, старіє, старіє…

В НАН України лише 20 % докторів наук мають вік до 35 років. За 2014-2015 р.р. кількість дослідників, що працюють в Академії наук, зменшилась на 13 %, а це 5619 осіб. Взагалі 20 000 молодих дослідників покинули країну [3].

Причина та сама, економічна. У інтернет-ресурсі [3] наведені дані Інституту статистики ЮНЕСКО щодо витрат на науково-дослідницькі та дослідно-конструкторські розробки (рос. – НИОКР) у відсотках до ВВП та на душу населення. Дані стосуються ще 2012 р., не нові, але тенденцію показують. Погодьтесь, що це були не найгірші часи для України: ні війни, ні проблем із Кримом – ніяких посягань на цілісність країни. І порівняння з такими країнами, як Польща, Румунія, Аргентина, Туреччина, Росія (не з Німеччиною, Великою Британією, США, тощо). За витратами на науково-дослідницькі та дослідно-конструкторські розробки у перерахунку на душу населення Україна має показник, що майже вдесятеро менший за середній світовий. Україна має науку, яка фінансується вкрай низько, отож ситуація критична. А наука лежить в основі економіки всіх успішних країн. Якщо не з'являються нові знання, то що ви можете запропонувати світові, що у вас куплять?

Зверніть увагу ще на одну обставину. У рамках реалізованого «відтоку мізків», фахівець, який виїхав за кордон, буде одержувати за свою працю закордонну заробітну плату (інакше не їхав би). А той фахівець, який залишився в Україні, мало того, що має зарплату іншого рівня, так ще й роботодавці (читай – ЗВО) примушують науково-педагогічні кадри виконувати наукові розробки і дослідження (у багатьох випадках без оплати за виконану роботу) та публікувати одержані результати у закордонних виданнях, оплачуючи це власними коштами авторів (із заробітної плати, як то кажуть, «бюджетника»).

До речі, стосовно науковців ЗВО (переважно науково-педагогічних працівників), це призводить до додаткових втрат часу, який відривають від безпосередніх обов'язків – підготовки навчальних матеріалів (які теж вимагають!) – тобто це негативно впливає на якість підготовки спеціалістів. Хоча на сьогодні навіть сама кваліфікація „спеціаліст“ (як раніше „інженер“) вилучена. А якщо викладач займається дослідженнями, то цікаво знати, яку частку витраченого часу згаяно на пошуки можливості опублікувати результати досліджень відповідно до вимог МОН та ЗВО.

Кількість наукових публікацій в міжнародних виданнях, що індексуються в базі даних Thomson Reuters WEB of Science (Core Collection) розглядається як характеристика рівня наукової діяльності. Для України це зменшення кількості наукових публікацій, бо раніше цей показник розглядався інакше. Але у нас переважно були відсутні самі ці міжнародні (закордонні) видання й доступ до них. Зараз бібліотеки вимушені підписуватись на дуже дорогі закордонні видання, а підписка на українські наукові видання, кількість яких зросла, зменшується. Дякуємо, що є інтернет-доступ – якщо знаєш, що шукати.

Найновіший циркуляр цього спрямування пропонується в МОН України – фінансування ЗВО за рейтингом, до якого включено і публікації в індексованих закордонних виданнях [5, 6]. Під усе це підводиться відповідна база: ми рухаємося у світовий інформаційний простір, свої здобутки треба висвічувати у журналах, які індексуються у базі SCOPUS, бо це престиж науковця, рейтинг університету. Спокусливо погодитись. Бо хочеться, щоб тебе знали і не тільки у межах України. Але чи є підтвердженням інтеграції української науки до світового наукового простору публікація саме у базі видань SCOPUS?

Є попит, повинна бути пропозиція. І вона є. На рис. 3 наведено лише один з прикладів реклами постачальників послуг.



Рисунок 3 – Реклама спеціальних новорічних акцій для науковців.

Було б смішно, якби плакати не хотілося.

І це наука?! Студент-двієчник, якому за гроші виконують навчальну роботу, а не науковець. В якості послуг пропонують не лише якісний переклад технічного тексту чи просування вашої роботи в певні терміни, а навіть написання роботи за вимогами певного видання або включення вас у склад авторів чужої роботи. Що це таке, як не окозамилювання? І не виконувати ці правила немає ніякої можливості: не пройдеш по конкурсу, втратиш як не роботу, то зарплату, не захистиш дисертацію і так далі.

Найцікавішим є те, що світова наукова спільнота дуже неоднозначно сприймає вимогу публікацій у журналах видавництва Elsevier (розробника й власника бібліографічної й реферативної бази наукових видань SCOPUS) [7]. Видавництво значно підвищило вартість публікацій академічних статей: за період 1984-2002 р.р. – у 6 разів і ці ціни десь у 6,5 разів перевищують середні. Близько 80 % прибутку видавництва забезпечують університетські бібліотеки, які змушені купувати підписку на журнали. Від підписок на журнали Elsevier відмовились Бібліотека Конгресу США, Гарвардський та Масачусетський технологічний інститути, університет штату Північна Кароліна та ін.

У травні 2012 р. члени секції фізики й техніки на своїй нараді прийняли декларацію «The cost of Knowledge» («Вартість знань») щодо реалізації відкритого доступу для читачів до наукових статей та проти необгрунтованих платежів від авторів. Пролунав заклик до науковців утриматись від публікацій статей у журналах Elsevier (тобто і в базі SCOPUS). До спільноти приєдналися математики, пізніше – вчені-медики. Вона налічує більш за 20 тис. учасників [за посиланням http://thecostofknowledge.com/ можна ознайомитись із декларацією та списком тих, хто її підтримав].

А в Україні, наприклад, один з фахових журналів, що видається у Харкові, висунув вимогу до статей: мінімум 7 посилань на закордонні джерела (не країни СНГ) та мінімум 3 з них – на статті у виданнях, що індексовані у базі SCOPUS. Колеги такі прихильники SCOPUS? Та думаю, що просто іншого виходу не було.

Часи змінились. Треба змінювати вимоги до публікацій та їхнього розміщення. Публікація на власній сторінці вченого є швидким способом довести інформацію до наукової

спільноти, бо публікації у журналі чекаємо десь рік. Але, звісно, і відповідальність зростає. А аспірант коли повинен публікувати основні наукові результати? На другий рік аспірантури? Звідки ж вони візьмуться?

Для вченого, особливо молодого, важко пробитися у SCOPUS, тому й з'являються шахраї із своїми пропозиціями, тому публікуються псевдонаукові статті (як то кажуть, «для галочки»), а вся ця ситуація аж ніяк не сприяє ознайомленню зацікавлених із результатами наукових досліджень.

Мета цього виступу в першу чергу інформаційна: може, хтось не зустрів подібну інформацію, яку, на мій погляд, треба довести до кожного науковця. Рішення кожен приймає на свій розсуд – чи то з принципів, чи то через особисті обставини, але знати що й до чого повинен.

І який же висновок з усього наведеного? Лозунг «Треба щось робити»? А таки треба! Як мінімум, не мовчати, підкорюючись будь-якому рішенню, нехай навіть управлінських органів або власного керівництва. І не робити вигляд, що «у нас же все до ладу». Ми хочемо зберегти нашу науку і нашу наукову молодь? То, може, не треба змішувати поняття «наукове дослідження», «результати наукового дослідження» та «презентація результатів наукового дослідження», «поширення відомостей про результати наукового дослідження», як писалося [8] ще в 2018 р. в рамках громадського обговорення проекту наказу «Про затвердження змін до наказу Міністерства освіти і науки України від 17 жовтня 2012 року № 1112 «Про опублікування результатів дисертацій на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук». Між іншим, стаття опублікована у газеті «Голос України» – газеті Верховної Ради України. Колектив шановних авторів зробив висновок про те, що вказаний наказ та пов'язані з ним інші акти МОН України «не відповідають вимогам чинного законодавства України, порушують принципи і критерії оцінювання наукової діяльності та атестації наукових кадрів, спричиняють істотну шкоду розвитку науки і культури в Україні, є викликом національній безпеці в сфері науки, освіти і культури». Недоцільно повторювати їхню аргументацію (можете ознайомитись за посиланням), але, як на мене, то вона досить переконлива.

Отож ще мине не так багато часу й ми пожинатимемо плоди недбалого ставлення до кадрового питання. Ніяких проблем: талановиті фахівці не їдуть за кордон, бо їх просто немає – вчити нікому. А от у роботодавців–ЗВО проблеми виникнуть. І останнє запитання: якщо це роблять, то комусь воно вигідне. Явно не Україні, тоді кому ж?

ЛІТЕРАТУРА

1. Утечка мозгов: Талантливые сотрудники массово покидают Украину / І. Малик. URL: http://ubr.ua/labor-market/ukrainian-labor-market/utechka-mozgov-talantlivye-sotrudniki-massovo-pokidaut-ukrainu-347688
2. Утечка мозгов: почему украинцы уезжают работать за границу. URL: http://zik.ua/ru/news/2016/06/28/utechka_mozgov_pochemu_ukrayntsi_uezzhayut_rabotat_za_granytsu_711716.
3. Остановить «утечку мозгов». Реформа науки в Украине возможна? URL: https://antikor.com.ua/articles/116955-ostanovitj_utechku_mozgov._reforma_nauki_v_ukraine_vozmohna.
4. Дослідження кадрової ситуації – публікації порталу HeadHunter / URL: https://kiev.grc.ua/
5. Виші отримуватимуть кошти за рейтинг та результативність роботи – МОН (назва з екрану). / URL: https://life.pravda.com.ua/society/2017/06/7/224584/
6. Гроші на науку отримають лише найкращі виші. / URL: http://osvita.ua/vnz/reform/59116/
7. Зачем украинским ученым SCOPUS или Цена знаний" / URL: http://primat.org/news/zachem_ukrainskim_uchenym_nuzhen_scopus/2016-03-27-1166
8. Scopus замість науки: чи потрібно це Україні? / URL: http://www.golos.com.ua/article/303608

УДК 510.5:621

КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ РОЗШИРЕНОГО ВИРОБНИЦТВА

Веселовська Н.Р.
Вінницький національний аграрний університет

На сучасному етапі впровадження комп'ютерно-інтегрованих гнучких виробничих систем (КІГВС) технологічної підготовки розширеного виробництва надає можливість так організувати виробництво, щоб на наявному обладнанні обробляти досить широкі за номенклатурою групи деталей будь-якими партіями, у будь-який за вимогами складання час при собівартості масового виробництва. Суть в тому, що концепція гнучкого виробництва вимагає нового підходу до проєктування технологічних процесів і ділянок багатономенклатурного виробництва. При цьому технологія гнучкого автоматизованого виробництва (ГАВ) має специфічні особливості, пов'язані з мінливим характером виробництва, швидкою змінюваністю виробів, що випускаються, застосуванням обладнання з числовим програмним керуванням (ЧПК), автоматизованих транспортних систем, прогресивних технологічних процесів та інструменту. Багато проблем гнучкого інтегрованого виробництва розв'язуються із залученням принципів групового виробництва. Тому групове виробництво - це прогресивне форма організації дискретних виробничих процесів, економіко-організаційною основою яких є предметна спеціалізація ділянок і цехів, а технологічною складовою – уніфікована групова форма побудови технологічних процесів, а створення ГАВ - логічний крок об'єднання досягнень науково-технічного прогресу в галузі верстато- та роботобудування, електроніки, обчислювальної техніки, організації та управління виробництвом.

Комп'ютерно-інтегрована гнучка виробнича система (КІГВС) технологічної підготовки розширеного виробництва – це своєрідний прообраз заводу майбутнього, який має такі основні особливості: найвищу продуктивність машин і праці, високий ступінь гнучкості виробництва; забезпечення випуску високоякісної продукції із заданими характеристиками; низькі енергозатрати; високі коефіцієнти використання машин і сировини; високу надійність машин; умови праці, що забезпечують збереження здоров'я людини; забезпечення охорони навколишнього середовища та динамічне використання досягнень науки і техніки. У проєктуванні, створенні та впровадженні ГВС основну роль відіграє інноваційна технологія.

На підставі технологічних розрахунків створюються прогресивні організаційні форми виробництва та структура оброблюючих систем. на основі інформаційних технологій на базі CALS-технологій та PLM-рішень.

Машинобудівна галузь як найбільш наукомістка переходить до проєктування, виготовлення та експлуатації техніки за допомогою електронних технологій із заміною паперової конструкторської, технологічної й експлуатаційної документації електронним описом виробу. Упровадження й використання сучасних комп'ютерних технологій дає можливість приймати проєктні, планові й управлінські рішення на підприємствах на рівні моделей. При цьому реальні об'єкти і процеси стають своєрідним відображенням «віртуальних» об'єктів і процесів у зовнішньому середовищі, тобто відбувається «віртуалізація» сучасного підприємства, що створює передумови організації розширених виробництв.

Основою сучасної інтеграції стає підприємство, яке не має фіксованої організаційної й територіальної структури. Розширене підприємство створюється шляхом добору необхідних людських, організаційно-методичних і технологічних ресурсів з різних підприємств та їхньої комп'ютерної інтеграції, що приводить до формування гнучкої,

динамічної організаційної системи, найбільш пристосованої до якнайшвидшого випуску нової продукції та її оперативного постачання на ринок. Взаємодія реально наявних фахівців і підрозділів різних підприємств у віртуальному просторі за допомогою новітніх інформаційних та комунікаційних технологій забезпечує підвищення рівня кооперації та координації партнерів і, як результат, конкурентоспроможність виробленої ними продукції.

При аналізі інформації про розробки та впровадження розширених підприємств визначено, що термін «розширене підприємство» розкриває організаційні, а не функціональні аспекти діяльності підприємств. Тому в подальшому будемо використовувати термін «розширене виробництво», який може відображати як рівень використання сучасних інформаційних технологій, так і динаміку розвитку самого підприємства. Розширені виробництва (РВ) можуть створюватись як на базі одного розширеного підприємства, так і на базі кількох.

РВ має забезпечувати реалізацію всього виробничого циклу виробу. При цьому портфель замовлень може змінюватися в короткий термін так само, як і склад організацій, що беруть участь у його виконанні. Тому організація РВ потребує наявності спеціальної інфраструктури. Типову інфраструктуру розширеного виробництва в загальному вигляді подано на рис. 1.

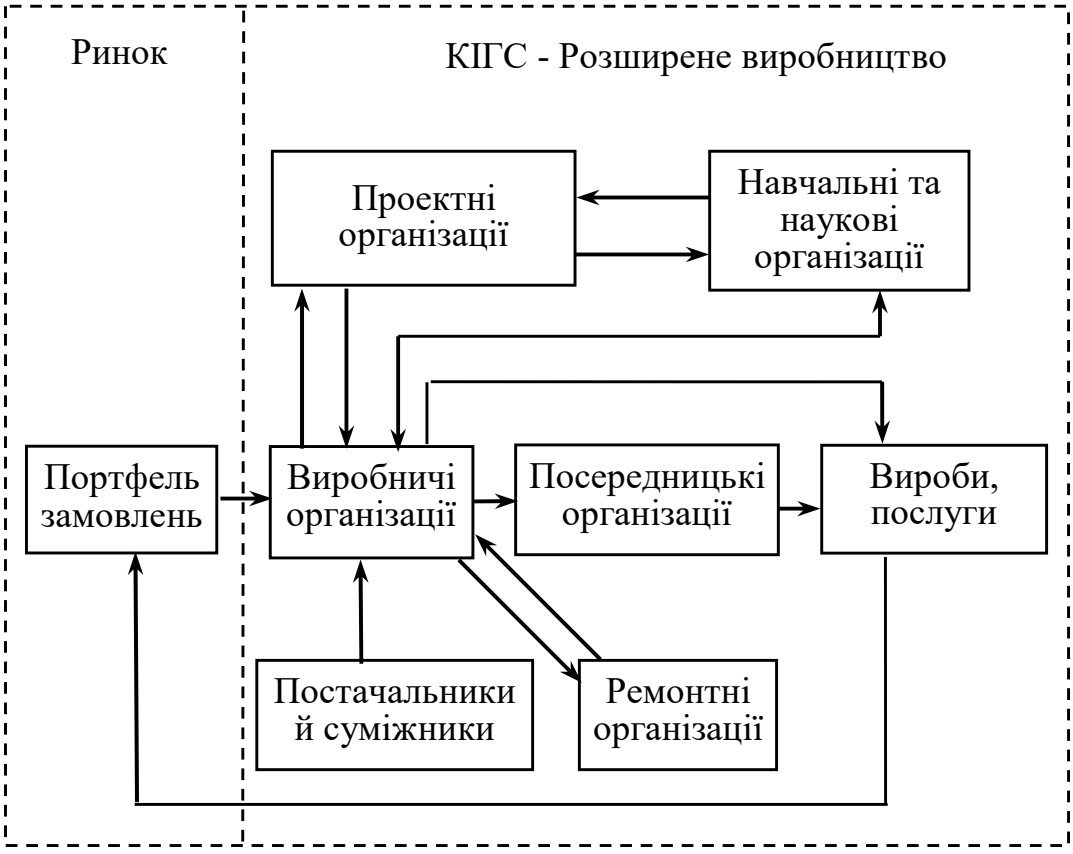


Рисунок 1 – Типова інфраструктура КІГС розширеного виробництва

Створення розширеного виробництва означає інтеграцію унікального досвіду, виробничих можливостей та передових технологій ряду підприємств-партнерів навколо проекту, який вони не можуть виконати окремо. Сучасний стан промисловості та економіки України в значній мірі вимагає прискореного розвитку і переоснащення машинобудівних виробництв, що є базою і джерелом розвитку всієї решти галузей, на основі впровадження прогресивних технологій, високопродуктивного технологічного обладнання з пристроями числового програмного керування (ЧПК), робототехнічних комплексів, систем автоматизованого керування, сучасного програмного забезпечення.

Вказане визначає актуальність автоматизації процесу керування вибором обробного

центру та ПР для гнучкого механоскладального виробництва та проектування ГКІВС в цілому.

У теперішній час в машинобудівній галузі спостерігається значний розрив в досягнутих рівнях автоматизації ТП механообробки. Так, наприклад, якщо в ТП обробки деталей рівень автоматизації наближається до 100% в масовому і 70-75% в серійному виробництві, то на операціях збирання – не більше ніж до 5%. Тому потребують подальшого поглиблення і розширення дослідження в галузі теоретичних основ автоматизації складання, включаючи питання проектування автоматизованих систем обробки.

Традиційні інженерні методи вибору технічних рішень і розрахунку техніко-економічних показників (ТЕП) в умовах частої зміни об’єктів виробництва, як це відбувається в ГКІВС механообробки, виявляються малоефективними, тому що потребують значних матеріальних витрат та витрат часу, обмежені по кількості альтернативних варіантів рішень. Тому використання математичного моделювання є одним із основних інструментів рішення задач синтезу і проектування ГКІВС.

Ефективність виробництва багато в чому визначається раціональним вибором обладнання. До теперішнього часу не розроблені ефективні методи виділення із загальної величезної сукупності основного і допоміжного обладнання такого його набору, який найбільш доцільний за техніко-економічними показниками для виготовлення деталей певної номенклатури. Визначення "відносин" між елементами системи можливе тільки при дослідженні інтегрованої системи проектування, здатної оцінити реальні взаємозв’язки в системі "деталь - інструмент - верстат - робот - накопичувач - транспортний пристрій". Надаються методи визначення структур і компоновок основного і допоміжного ТО і комплектів інструментального оснащення з урахуванням технологічного призначення виробничої системи і її техніко-економічної ефективності, а також основні вимоги до АСК, її функцій і алгоритмів при управлінні системою, забезпечуючи ефективну і повну реалізацію службового призначення ТП при виготовленні продукції.

Зростаючі технічні можливості персональних ЕОМ (ПЕОМ), їх все велика доступність орієнтують виробництво на застосування інструментальних засобів на базі сучасних засобів КІГВС. У системі "проектування - виготовлення" проектні роботи по трудомісткості складають у ряді випадків біля третини всіх витрат. Тому дуже важливим є підвищення ефективності проєктних робіт з одночасним вдосконаленням якості проектних рішень за рахунок збільшення числа даних робочих варіантів рішень. Українським підприємствам необхідна не тільки наявність певних КІГВС ТПВ, а й методичне та інформаційне забезпечення, адаптоване до міжнародних стандартів у галузі цифрових і об’ємних моделей об’єктів виробництва, з інтеграції автоматизованих систем.

ЛІТЕРАТУРА

1. Веселовська Н.Р., Зелінська О.В. Моделі інтегрованих комп’ютерних систем управління технологічними процесами на основі сучасних інформаційних технологій: монографія. Вінниця:ТОВ «ТВОРИ», 2020. 427с.
2. Іскович-Лотоцький Р. Д. Основи теорії розрахунку та розробка процесів і обладнання для віброударного пресування : монографія, Вінниця : УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2006. 338 с.
3. Веселовська Н.Р., Іскович-Лотоцький Р.Д., Ковальова І.М. Теорія різання та інструмент: навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2019. 335 с.

УДК 669.15-198'162.1:358.953

МОЖЛИВОСТІ ВИПЛАВКИ МАЛОФОСФОРИСТОГО ШЛАКУ ЗІ ЗАСТОСУВАННЯМ ШИХТИ З МІНІМАЛЬНИМ ТЕПЛОСПОЖИВАННЯМ

Воденнікова О.С.[1], Матяшева О.Б.[2], Воденнікова Л.В.[3]
[1]Запорізький національний університет, [2] Науково-методичний центр професійно-технічної освіти у Запорізькій області, [3] Запорізький державний медичний університет

Вступ. У сучасному світі енергозбереження є однією з головних завдань, особливо для великих виробництв. Впровадження програм енергозбереження на підприємствах металургійної галузі повинно бути комплексним, а в перспективі мають бути інвестиції в модернізацію і створення екологічно чистих виробничих процесів, оновлення виробничого фонду та впровадження інноваційних ощадливих технологій, що дозволяють скоротити всі види втрат на підприємстві [1].

Так першочерговими завданнями для підвищення конкурентоспроможності феросплавної галузі є застосування сучасних енерго-та ресурсозберігаючих технологій, розширення сортаменту феросплавів та лігатур, технічне переоснащення виробництва, підвищення якості металопродукції та обсягів випуску [2, 3].

Актуальність дослідження. Відомо, що на відміну від закордонних марганцевих руд (наприклад руди Австралії, Індії та ПАР містять 0,0013 %, 0,012 % та 0,08 % фосфору відповідно), руди України мають більш високий вміст фосфору. Так в рудах Нікопольського родовища міститься фосфору 0,15–0,3 % в оксидний рудах та до 0,6 % в карбонатних рудах [4]. Цей факт істотно впливає на технологію отримання малофосфористого шлаку (МФШ) і товарного феромарганцю та визначає можливість виробництва марганцевих сплавів з регламентованим вмістом фосфору [5, 6].

Так виплавка силікомарганцю з зниженим вмістом фосфору потребує значної витрати малофосфористого шлаку (МФШ), що призводить до підвищення його собівартості не тільки за рахунок використання більш дорогої вихідної сировини, але і за рахунок різкого зниження показників виробництва сплаву [7]. Головними проблемами при виплавці МФШ є підвищена питома витрата електроенергії та необхідність використання у шихті кремнійвмісних компонентів (наприклад, відсіву кварциту) для досягнення низької в'язкості розплаву МФШ [8].

Мета роботи. Мета роботи – пошук складу шихти для виплавки МФШ з мінімальним теплоспоживанням.

Результати дослідження. У роботі виплавку МФШ проводили в руднотермічній печі типу РКО-7 з попередньою підготовкою шихти до плавки. У якості вихідних компонентів шихти використовували:

– оксидний марганцевий концентрат сорту 1Б Нікопольського родовища (42,7% Mn; 14,4% SiO_2; 3,2% CaO; 2,2% Fe; 1,3% MgO та 0,2% P);

– кварцит (98,2% SiO_2; 0,2% CaO; 0,2% MnO; 0,5% Al_2O_3та 0,45% Fe_2O_3);

– відвальний шлак силікомарганцю (8,6% Mn; 46,8% SiO_2; 18,8% CaO; 9,9% Al_2O_3; 10% MgO; 1,7%S та 0,002% P);

– кокс (78,3% C та 20% золи коксу (38% SiO_2, 11,7% Al_2O_3, 12,8% FeO, 9,9% MnO, 3,8% CaO, 2,3% MgO, 1,5% S, 0,6% TiO_2 та 0,18% P));

– відходи вуглезбагачення коксохімічного виробництва (46,4% SiO_2; 17,1% Al_2O_3; 13,9% C; 6% FeO; 2,2% CaO; 2,2% S; 1,2% MgO; 0,1% P та інше – н.п.п.);

– відходи виробництва вторинного алюмінію (18,5% Al_2O_3; 0,24% SiO_2; 0,79% CaO; 23% Na_2O; 0,32% MgO; 25% н.п.п. та інші домішки).

Використовували оксидний марганцевий концентрат фракції до 50 мм, який

піддавався попередньому окускуванню методом агломерації. Метод агломерації був обраний через недостатню газопроникненість шихти по причині наявності великої кількості дрібної фракцій.

Добавка кварциту в шихту призводять до зниження вмісту марганцю в шихті та підвищенню кратності шлаку. Використовували кварцит фракції 25–80 мм. Підготовка кварциту до плавки полягала у подрібненні його на щокових дробарках.

Відомо, що недоліками коксу є невеликий електричний опір та реакційні властивості, відносно великий вміст золи, сірки та фосфору та значний нестабільний вміст вологи (згідно ГОСТ 32248-2013). Основна маса пір (~ 90%) має розміри понад 10 мкм. Використовували кокс фракції 25–40 мм та 40–60 мм. Мікроструктура зразків коксу представлена оксидом кальцію, сульфатом заліза, сульфідом кальцію золи, які потрапляють в кокс при виробництві з вихідного вугілля (рис. 1).

Необхідність пошуку замінників дефіцитного коксу, який при виплавці МФШ виконує функцію відновника [9], зумовила застосування відходів вуглезбагачення коксохімічного виробництва. Вибір вуглецево-термічного способу виробництва обґрунтований відносно невеликою вартістю відновника у порівнянні з силікотермічним та алюмотермічним способами.

Було проведено три серії плавок (табл. 1): перша – цехова технологія, друга та третя – дослідні плавки з доданням у шихту відходів вуглезбагачення коксохімічного виробництва (ВВКВ) та відходів виробництва вторинного алюмінію (ВВВА) замість кварциту та частини коксу.

Таблиця 1 – Вихідний склад шихти для виплавки малофосфористого шлаку

№ плавки	Вміст компонентів шихти, %					
	оксидний марганцевий концентрат	кварцит	відвальний шлак силікомарганцю	кокс	ВВКВ	ВВВА
1	79,60	7,90	6,60	5,90	-	-
2	79,70	-	6,70	4,40	9,20	-
	79,30	-	6,70	4,30	9,70	-
	78,90	-	6,70	4,50	9,90	-
3	80,23	-	2,57	3,10	10,30	3,80
	80,68	-	2,62	3,10	9,90	3,70
	80,98	-	2,62	3,10	9,80	3,50

Аналіз питомої теплоємності різного складу шихти для виплавки МФШ в інтервалі температури 100–1100 ^{0}С показав [10], що:

– шихта з доданням ВВКВ у кількості від 9,2 до 9,9 % (рис. 1, крива 2) має мінімальне значення питомої теплоємкості (в інтервалі 0,588–0,895 кДж/кг·К) та може бути рекомендована у виробництво при виплавці МФШ замість шихти з коксом.

– введення в шихту компонентів, що містять лужні і лужноземельні метали (рис. 1, крива 3), дозволяє понизити вміст кремнезему в шлаку і тим самим підвищити техніко-економічні показники виплавки МФШ: понизити в 1,5–2,0 рази в'язкість шлаку та на 50–70 ^{0}С температуру його плавлення.

Виплавлений МФШ мав наступний хімічний склад: 45% Mn; 26% SiO_2; 0,2% FeO; 5,3% Al_2O_3; 4,2% CaO; 3,8% MgO; 0,45%; 0,012% P та інші домішки. Мікроструктура МФШ з зовнішньої частини гарнісажу (без футеровки) складається з округлих зерен манганозіту з силікатними складовими (рис. 2).

Таким чином, запропонований склад шихти для виплавки малофосфористого шлаку надає можливості повернення у феросплавне виробництво вторинних металовмісних матеріалів шляхом заміни частини коксу та кварциту відходами вуглезбагачення коксохімічного виробництва та відходів виробництва вторинного

алюмінію. Він може бути рекомендований для умов промислового виробництва з подальшим використанням МФШ на стадії виплавки металевого марганцю.

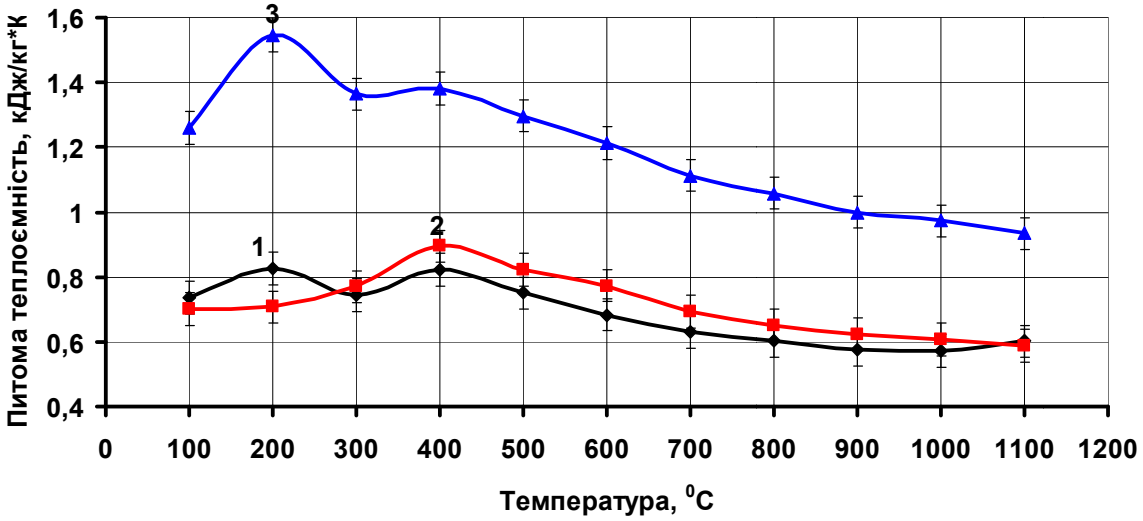


Рисунок 1 – Залежність питомої теплоємності шихти для виплавки МФШ від температури: 1 – цехова технологія; 2, 3 – дослідні плавки



Рисунок 2 – Мікроструктура малофосфористого шлаку з зовнішньої частини гарнісажу (світло відбите), х 200

ЛІТЕРАТУРА

1. Энергетики и металлурги настоящему и будущему России: материалы 18-й Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и специалистов; под общ. ред. Е.Б. Агапитова. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2017. – 149 с.

2. Мельник Я.В. Енергозберігаючі технології як основа для підвищення конкурентоспроможності гірничо-металургійної продукції / Я. В. Мельник // Інвестиції: практика та досвід. – 2011. – №14. – С. 72–76. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ipd_2011_14_18

3. Грищенко С. Г. Будущее мировой ферросплавной промышленности: оптимизация сортамента, высокое качество продукции, энергоэффективность и экологичность //

Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2015. – № 1. – С. 6–12. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/MGRP_2015_1_4
4. Методика металлургической оценки качества марганцевого сырья по его химическому составу / Мироненко П.Ф., Дедов Ю.Б., Гладких В.А. [и др.] // Сталь. – 2000. – № 8. – С. 29–31.
5. Грищенко С.Г. Мировой рынок марганцевой руды и ферросплавов в IV кв. 2013 г. / С.Г. Грищенко// Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2014. – №2. – С. 8–14.
6. Нохрина О.И. Важен комплексный подход: пути рационального использования марганцевых руд / О.И. Нохрина, И.Д. Рожихина // Металлы Евразии. – 2006. – № 1. – С. 34–36.
7. Количественные закономерности изменения технико-экономических показателей производства силикомарганца с различной концентрацией фосфора / Овчарук АН., Рогачёв И.П., Коваль А.В. [и др.] // Актуальные проблемы и перспективы электрометаллургического производства: теория и технология, эффективность использования минерально-сырьевых ресурсов, экология, экономические аспекты развития внутреннего и внешнего рынков: материалы международной научно-практической конференции, посвящённой 100-летию ГметАУ и 75-летию кафедры электрометаллургии (г. Днепропетровск, 30.06–02.07.1999 г.). – Днепропетровск: Системные технологии, 1999. – С. 161–163.
8. Гаврилов В.А. Влияние основности и окисленного потенциала печной атмосферы на полезное использование марганца и кремния при выплавке металлического марганца силикотермическим процессом / В.А. Гаврилов, В.Н. Матюшенко, М.И. Гасик // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 1997. – № 4. – С. 23–27.
9. Мизин В.Г. Углеродистые восстановители для ферросплавов / В.Г. Мизин, Г.В. Серов. – М.: Металлургия, 1976. – 272 с.
10. Дослідження теплофізичних властивостей компонентів шихти для виплавки малофосфористого шлаку / О.С. Воденнікова, О.Б. Матяшева, Л.В. Воденнікова, Д.Ю. Бобошко // Вісник Криворізького національного університету : зб. наук. праць. – 2020. – Вип. 50. – С. 36–40. – doi: 10.31721/2306-5451-2020-1-50-36-41.

УДК 621.747.55-026.658:[621.746.393:669.141.25

МОЖЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ КРІОГЕННОГО БЛАСТІНГУ ЯК СУЧАСНОГО МЕТОДУ ОЧИЩЕННЯ ВІД ЗАБРУДНЕНЬ ВИЛИВНИЦЬ ДЛЯ РОЗЛИВКИ СТАЛІ

Воденнікова О.С.[1], Воденніков С.А.[2], Манідіна Є.А.[1]
[1]Запорізький національний університет,
[2]Національний університет «Запорізька політехніка»

Вступ. Поступово проблема удосконалення технічних засобів і технології підготовки та експлуатації металургійного обладнання набуває особливої уваги у зв'язку з дефіцитом робочої сили, необхідністю підвищення продуктивності праці, «культури» виробництва і якості ремонту. Першочерговою стає проблема пошуку нових методів очищення деталей та механізмів металургійного призначення, які б відповідали сучасним вимогам з екологічності, трудомісткості та ефективності використання [1].

Надійний антикорозійний захист металу залежить від старанності підготовки поверхні металу, в тому числі від якості очищення від продуктів корозії. Найбільш використовуваними способами попередньої обробки металу є: очищення ручним інструментом, механічне очищення та абразивоструменеве очищення [2].

На сьогодні міжнародні стандарти ISO 8501, ISO 8502 та ISO 8503 встановлюють методи оцінки стану поверхні сталевих конструкцій, стандарт ISO 8504 дає керівництво по методам очищення сталевих поверхонь із зазначенням можливостей кожного методу в досягненні певних рівнів чистоти поверхні [3].

Актуальність дослідження. На сьогодні на металургійних підприємствах здійснюється механізоване очищення та змащування металургійного обладнання. Зокрема очищення чавунних виливниць для розливки сталі здійснюють двома способами – гідравлічним (проводять струменями води, що подається на внутрішню поверхню виливниці через спеціальну форсунку під тиском до 6 МПа) та механічним (за допомогою металевих щіток) [4].

Серед сучасних методів очищення від забруднень деталей та механізмів металургійного призначення слід виділити технологію кріогенного бластінгу (очищення гранулами сухого льоду) [5]. Для технології кріогенного бластінгу найбільш підходять гранули сухого льоду діаметром 2–3 мм і довжиною 2,5–10,2 мм [6]. Гранули сухого льоду застосовуються як ефективне очищення поверхні від олійно-жирових забруднень, лакофарбових покриттів, нагару, полімерних покриттів та іншого [5].

Саме тому застосування технології кріогенного бластінгу при очищенні чавунних виливниць від забруднень виступає альтернативою «класичним» методам очищення – використанню металевих щіток та сталевих скрибків і є досить актуальним напрямком досліджень в сталеплавильному виробництві.

Мета роботи. Мета роботи – огляд технології кріогенного бластінгу як сучасного методу очищення від забруднень виливниць для розливки сталі.

Результати дослідження. У роботі при застосуванні технології кріогенного бластінгу для очищення виливниць від забруднень запропоновано проведення аналітичних досліджень залежності відцентрової сили частинок льоду від параметрів диску, що обертається, маси частинок льоду у вигляді кулі та дотичної окружної швидкості.

При застосуванні технології кріогенного бластінгу використовується розпилення гранулами сухого льоду, що розганяються потоками стисненого повітря. Зіткнення гранул сухого льоду зі забрудненнями на стінках виливниці призводить до їх різкого охолодження (до -79 °С). Внаслідок відмінностей температурних коефіцієнтів розширення

шару забруднення, що став крихким, гранули, потрапляючи на поверхню, сублімуються, при цьому утворюючи ефект «вибуху» на поверхні очищення, тобто миттєво переходячи з твердого стану в газоподібний. Утворені при цьому «бульбашки» вуглекислого газу в 400 разів перевершують за об'ємом розміри самих гранул, відривають частинки забруднень від поверхні [1].

Схематично процес видалення забруднення зі стінок виливниці за допомогою технології кріогенного бластінгу представлено на рис. 1.

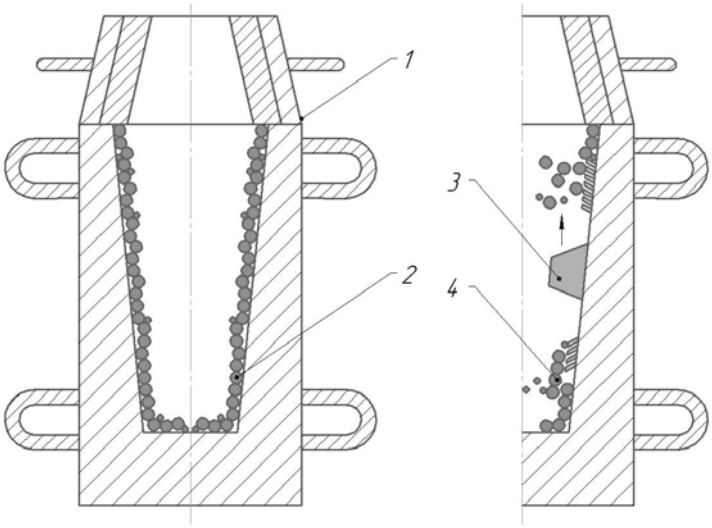


Рисунок 1 – Схема процесу видалення забруднення зі стінок виливниці за допомогою застосування технології кріогенного бластінгу: 1 – чавунна виливниця; 2 – забруднення на стінках виливниці (сліди нагару, хлоридів, сплесків та іншого); 3 – розпилення гранул сухого льоду; 4 – очищення та видалення забруднень зі стінок виливниці

Слід зазначити, що устаткування для подачі гранул сухого льоду та ємності для їх зберігання можна встановити на рухому візку. Джерелом стисненого повітря може бути компресор або заводська мережа стисненого повітря. Велике значення має процес підготовки повітря, тобто воно повинно бути очищено від твердих частинок (наприклад, окалини та іржі), води та масел [7].

Для тривалого зберігання CO в рідкому стані, його консервують в спеціальних ізотермічних камерах, а для того, щоб утворити сухий лід, вуглець охолоджують до необхідної температури під відповідним тиском.

При використанні технології кріогенного бластингу необхідно мати інформацію про питому витрату гранул сухого льоду, яка залежить від типу поверхні, що очищається, обладнання, конструкції, виду і ступеня їх забрудненості [8].

Згідно [7] динамічна енергія гранул сухого льоду визначається за формулою:

$$E = \frac{\rho(C_2^2 - C_1^2)}{2}, \quad (1)$$

де ρ – питома щільність льоду, яка дорівнює 916,7 кг/м³ при 0 °C.

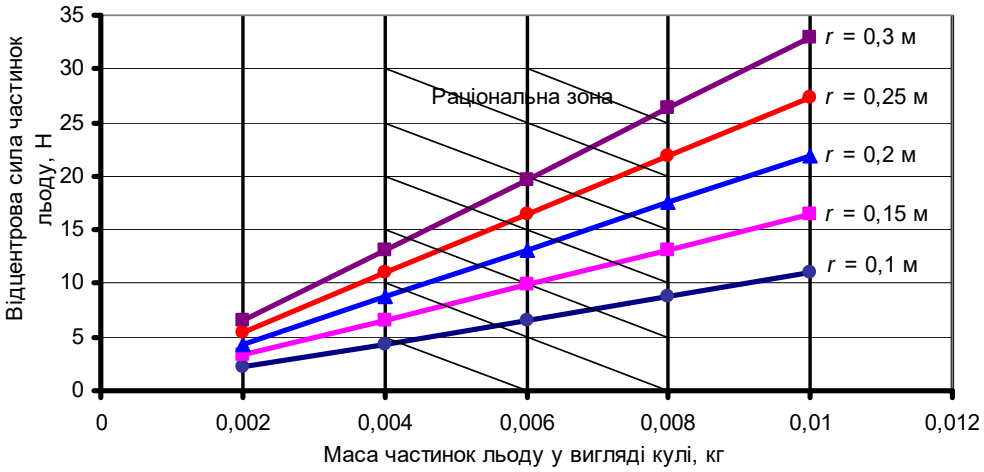
Відцентрова сила частинок льоду визначається за формулою [7]:

$$F_1 = \frac{mV^2}{r}, \quad (2)$$

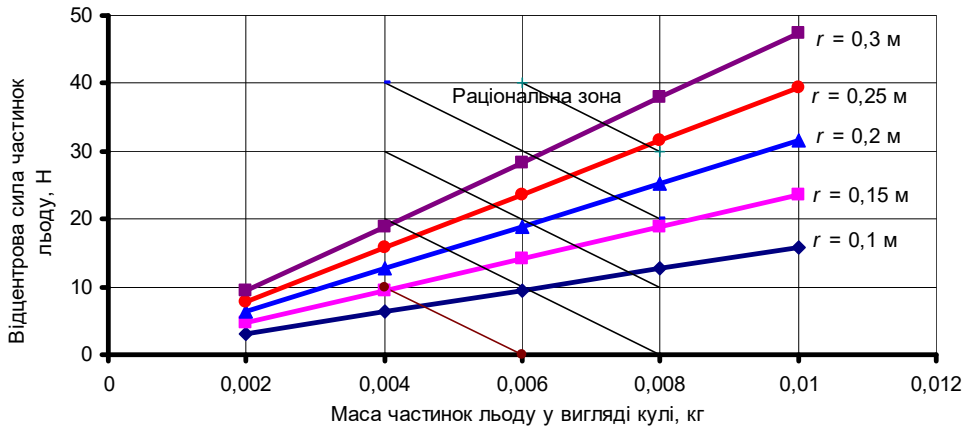
де m – маса кулі, кг; r – радіус диска, м; V – дотична окружна швидкість, яка дорівнює V=w·r, м/с; w – кутова швидкість, яка дорівнює w=πn/30, м/с; n – число оборотів диска в хвилину, об/хв.

Варіювання значеннями маси частинок льоду у вигляді кулі (в діапазоні 0,002–0,01 кг), радіуса диска, що обертається (в діапазоні 0,1–0,3 м) та кількості оборотів диска в хвилину (в діапазоні 1000–1600 об/хв) показало, що максимальне значення відцентрової

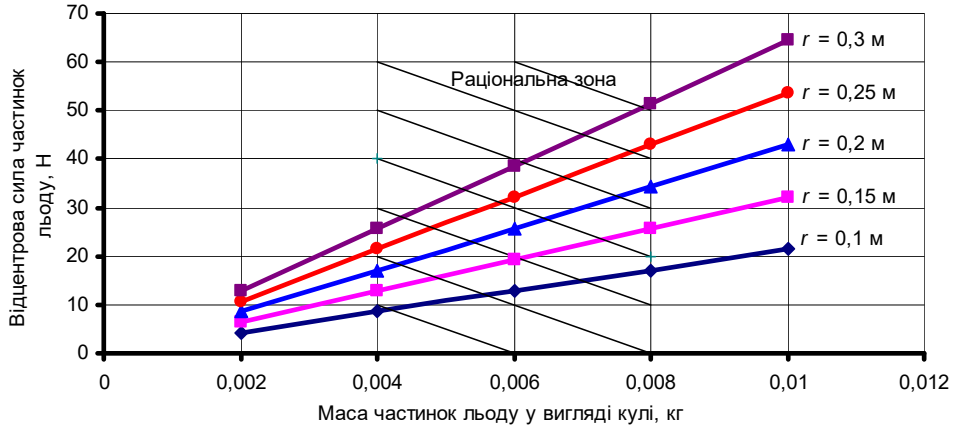
сили досягає значення 84,14 Н. Представляється доцільним використання раціональної зони з масою частинок льоду в діапазоні 0,004–0,008 кг, при цьому в даному діапазоні відцентрова сила частинок льоду збільшується до 2-х разів (рис. 2). Збільшення в 3 рази радіуса диска, що обертається, та кількості обертів диску в 1,6 разів також пропорційно збільшує значення відцентрової сили частинок льоду. При чому збільшення швидкості обертання з 1000 до 1600 об/хв призводить до збільшення відцентрової сили в 2,6 рази (рис. 3).



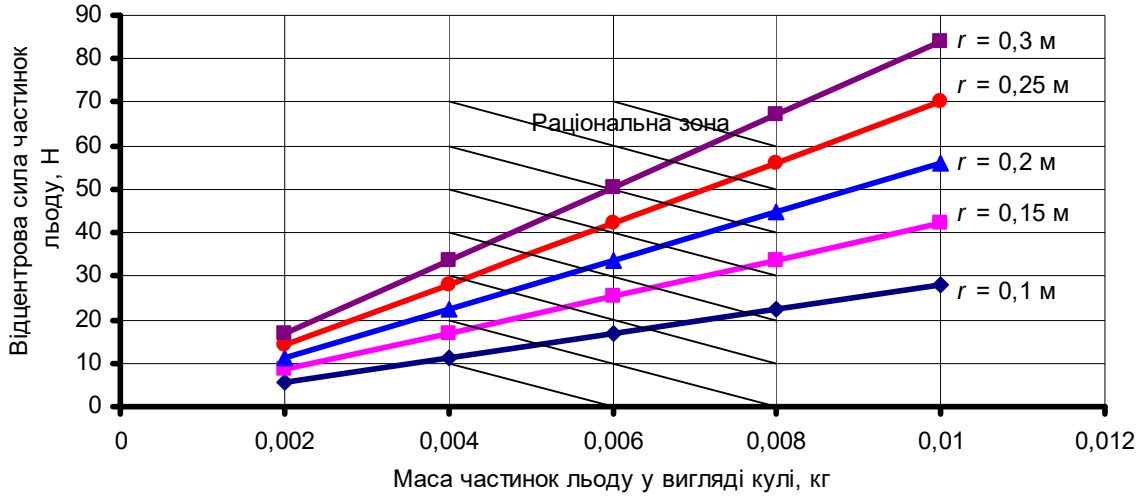
а



б

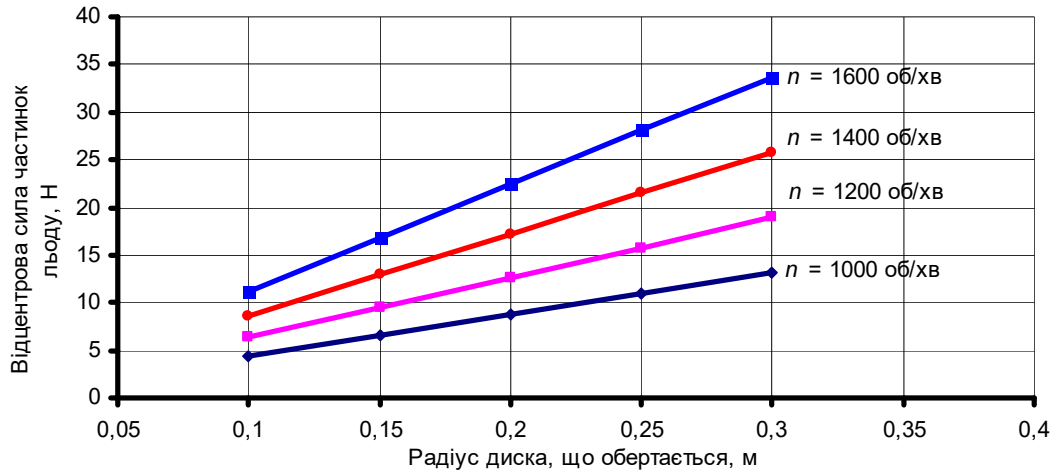


в

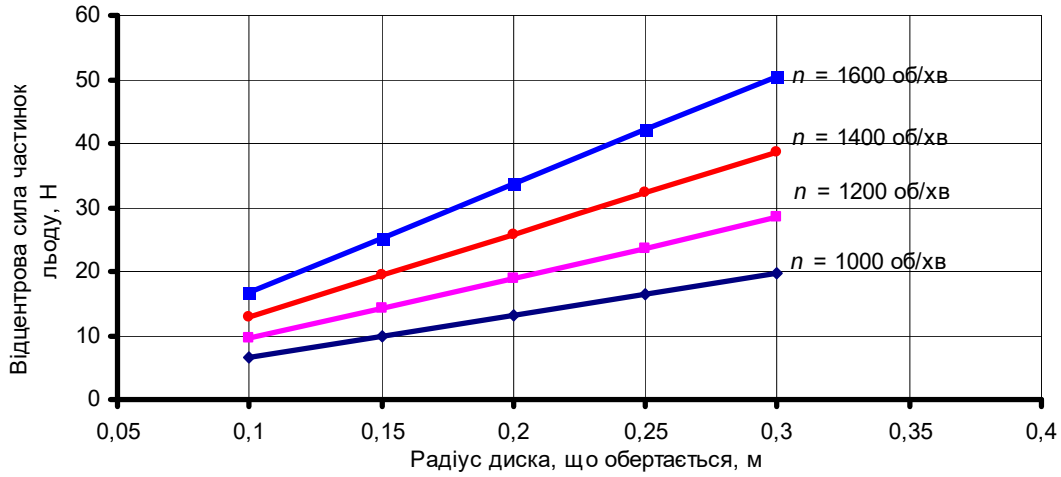


г

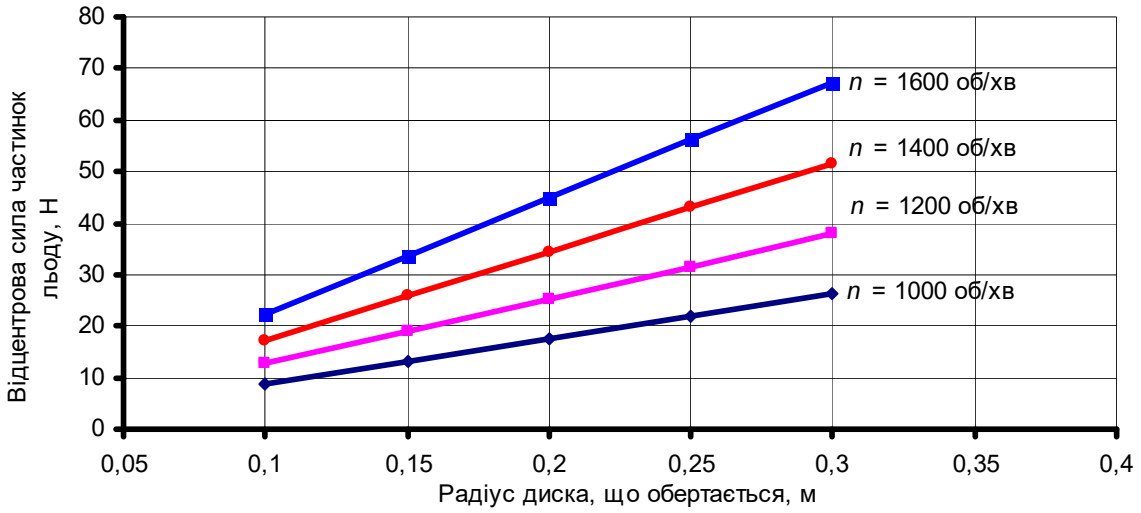
Рисунок 2 – Залежність відцентрової сили частинок льоду від маси частинок льоду у вигляді кулі: а – при 1000 об/хв диска; б – при 1200 об/хв диска; в – при 1400 об/хв диска; г – при 1600 об/хв диска



а



б



в

Рисунок 3 – Залежність відцентрової сили частинок льоду від радіуса диску, що обертається: а – при масі частинок льоду у вигляді кулі 0,004 кг; б – при масі частинок льоду у вигляді кулі 0,008 кг

Висновки. Наведено теоретичні основи процесу видалення забруднень з поверхні деталей та механізмів металургійного призначення за допомогою технології кріогенного бластінгу. На прикладі очищення від забруднень (слідів нагару, хлоридів, сплесків та іншого) виливниць для розливки сталі розкрито механізм використання гранул сухого льоду як ресурсозберігаючої технології. Запропоновано методику визначення величини відцентрової сили частинок льоду у вигляді кулі, які вилітають з диску, що обертаються, в залежності від варіювання значень маси частинок льоду (в діапазоні 0,002–0,10 кг), радіусу диску, що обертається (в діапазоні 0,1–0,3 м) та швидкості обертання (в діапазоні 1000-1600 об/хв). Розрахунковим шляхом визначено раціональну зону відцентрової сили частинок льоду з масою частинок льоду в діапазоні 0,004–0,008 кг.

ЛІТЕРАТУРА

1. Чигирик Н. Д. Перспективи впровадження кріобластінгу у процесі ремонту ТРС / Н. Д. Чигирик, О. М. Чвала// Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту. – 2015. – Вип.158. – Т 2. – С. 115–119.
2. Способы очистки метала [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.krasko.ru/articles/art_56/ (дата звернення: 05.08.2021). – Назва з екрана.
3. Механические способы очистки металлических поверхностей [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.niilkp.ru/info/articles/mekhanicheskie_sposoby_ochistki_metallicheskikh_poverkhnostey/ (дата звернення: 10.08.2021). – Назва з екрана.
4. Отделение чистки и смазки изложниц [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://emchezgia.ru/proektirovanie/80_Otdelenie_chistki_i_smazki_izlozhnits.php (дата звернення: 10.08.2021). – Назва з екрана.
5. Криогенный бластинг [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://blastingservice.ru/services/kriogenniy-blasting/ (дата звернення: 10.08.2021). – Назва з екрана.
6. Криогенный бластинг [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.corrosio.ru/posts/kriogennyiy-blasting (дата звернення: 10.08.2021). – Назва з екрана.
7. Удосконалення методів підготовки виливниць для розливки сталі / В. К. Тарасов

[та ін.]// Метал та лиття України. –2021. – №3(30). – С. 64–72.
8. Лавренченко Г. К. Разработка норм расхода сухого льда при реализации технологии CO_2-бластинга / Г. К. Лавренченко, А. В. Копытин, Н. М. Дмитриев // Технические газы. – 2013. – №3. – С. 47–54.

УДК 681.514:621

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ УСТАНОВКОЮ ЕТАНОЛУ В УМОВАХ ІНФОРМАЦІЙНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

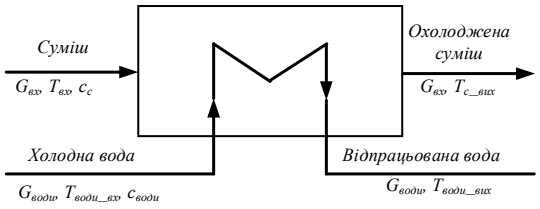
Гарасимів В.М.
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Інститут інформаційних технологій

Вступ. Для того щоб продукція вітчизняних виробництв була конкурентоспроможною на світовому ринку, гостро постає питання більш ефективного використання сировини, енергоресурсів тощо. На більшості підприємств проведена технічна модернізація, в тому числі і систем управління. Але, як виявляється, і цього може бути не достатньо, якщо на самому нижньому рівні розподіленої системи управління основний пристрій в САР (системі автоматичного регулювання) – регулятор, який формує керуючий сигнал, неправильно налаштований.

Актуальність досліджень. У більшості наукових праць, присвячених методам визначення налаштувань регуляторів, їх пошук ведеться шляхом проведення активного експерименту на самому об'єкті. Це може призвести до втрати якості готової продукції, псування сировини, каталізаторів і навіть до виникнення аварійних ситуацій, включаючи пожежі, вибухи, викиди в навколишнє середовище шкідливих речовин. Тому актуальною є задача підвищення ефективності роботи установки синтезу етанолу за рахунок розробки інтелектуальної системи керування виробництвом етанолу, яка забезпечує оптимальну роботу САР в умовах інформаційної невизначеності.

Постановка задачі. З метою розробки інтелектуальної системи керування виробництвом етанолу постає задача вибору ОК (об'єкта керування) та його математичної моделі, а також синтезу нечіткого регулятора, який покращить перехідні характеристики САК зі стандартним ПІД-регулятором.

Результати досліджень. Для виробництва етилового спирту важливе значення має температура суміші етилсірчаної кислоти, яку охолоджують холодною водою до 50 °С [1]. Тому як ОК вибрано трубчатий холодильник, структурно-параметрична схема якого наведена на рисунку 1.



$G_{вх}$ – витрата суміші; $T_{вх}$ – температура суміші; c_c – питома теплоємність суміші; $T_{с_вих}$ – температура охолодженої суміші; $G_{води}$ – витрата води; $T_{води_вх}$ – температура відпрацьованої води; $c_{води}$ – питома теплоємність води; $T_{води_вих}$ – температура відпрацьованої води

Рисунок 1 – Структурно-параметрична схема холодильника як ОК

Задано криву розгону ОК, отриману стрибкоподібною зміною регулюючого органу у 10 % у залежності від зміни витрати суміші на виході холодильника (рис. 2), використовуючи яку, знайдено передавальну функцію:

$$W_{OK}(p) = \frac{e^{-p\cdot 23.2}}{(22.55\cdot p+1)^3}. \quad (1)$$

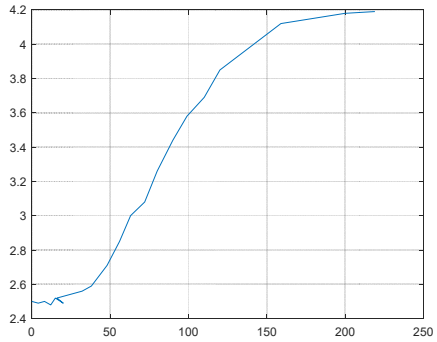


Рисунок 2 – Експериментальна крива розгону

Виконана порівняльна характеристика експериментальна характеристика (рис. 3) з аналітично визначеною моделлю ОК та знайдено відносну похибку:

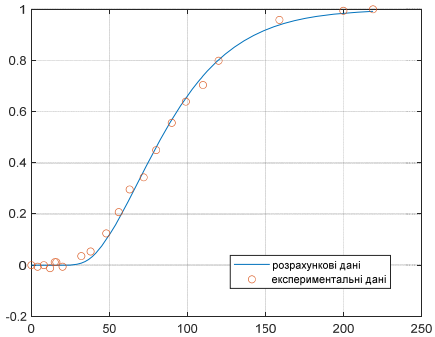


Рисунок 3 – Порівняння розрахункових та експериментальних даних

$$\delta = \frac{y(t_j) - y^e(t_j)}{\Delta y^e}\times 100\% = 3.5841\%. \quad (2)$$

Відомо, що у промислових автоматичних системах регулювання рекомендується застосовувати класичний ПІД-регулятор [2]. Структурну схему з ПІД-регулятором наведено на рисунку 4, а на рисунку 5 показаний графік відповідного перехідного процесу.

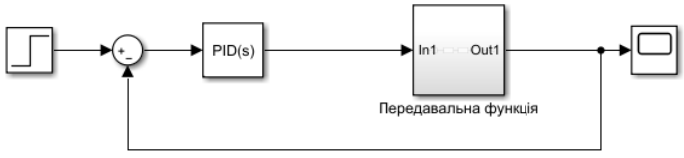


Рисунок 4 – Структура схема з ПІД-регулятором

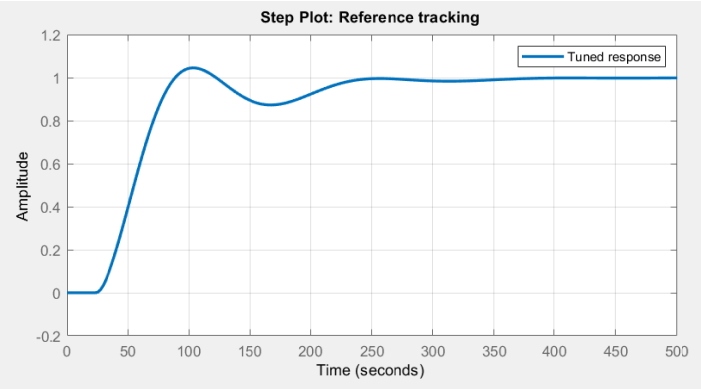


Рисунок 5 – Перехідна характеристика з ПІД-регулятором

Час перехідного процесу становить 229 секунд, перерегулювання складає 4.52%. Тому для покращення показників перехідного процесу синтезовано нечіткий ПІД-регулятор в програмному середовищі Matlab (рис. 6).

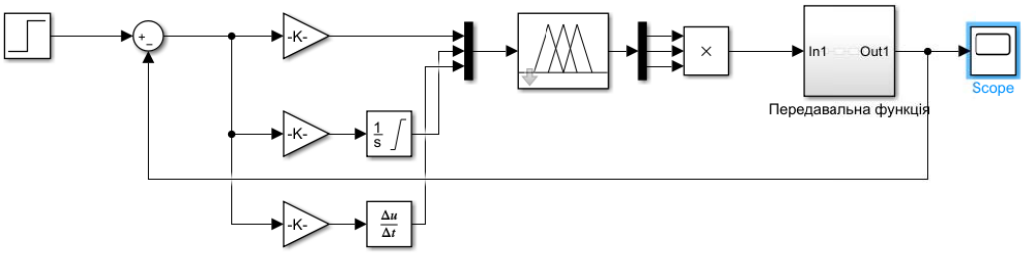


Рисунок 6 – Інтелектуальна система керування установкою синтезу етанолу в умовах інформаційної невизначеності

Графік відповідного перехідного процесу показаний на рисунку 7. Час перехідного процесу складає 150 секунд, перерегулювання відсутнє.

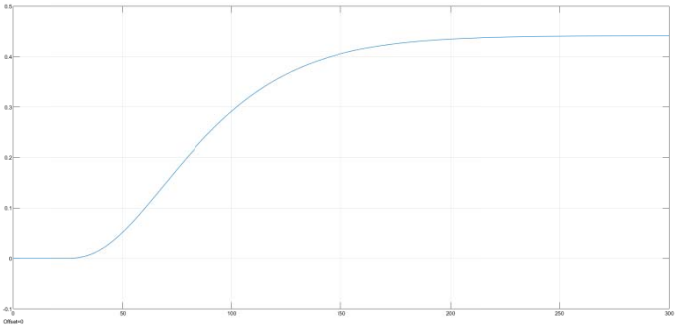


Рисунок 7 – Графік перехідного процесу з нечітким ПІД-регулятором

Висновки. Розроблено інтелектуальну систему керування виробництвом етанолу в умовах інформаційної невизначеності, яка покращує швидкодію перехідного процесу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ладієва Л. Р. Оптимізація технологічних процесів : Навчальний посібник. К : НМЦВО, 2003. 209 с

2. Семенцов Г. Н., Лагойда А.І. Застосування багатопараметричних регуляторів для підвищення швиидкодії системи автоматичного антипомпажного регулювання газоперекачувального агрегату: Нафтогазова галузь України, 2014, 1. с. 35-37. Доступно: http://elar.nung.edu.ua/bitstream/123456789/3697/1/5592p.pdf.

УДК 621.965.01

АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ОБЛАДНАННЯ ПОТОКОВИХ ЛІНІЙ ПРОКАТНИХ ЦЕХІВ

Гречаний О.М., Васильченко Т.О., Власов А.О., Петров Д.С.
Запорізький національний університет

Вступ. У сучасних прокатних цехах технологічні операції здійснюються по потоковому і безперервному принципах. З огляду на його комплексну механізацію обладнання прокатних цехів є вельми складним і різноманітним за призначенням та конструкціям. У потокові технологічні робочі лінії вбудовується різноманітне основне та допоміжне обладнання (ножиці, моталки, кантувачі, маніпулятори, штовхачі, транспортери та ін.). Робота ножиць в поточній лінії технологічного циклу в значній мірі визначає роботу всього прокатного стану. [1]

Актуальність досліджень. Для різання сортового прокату, як правило, використовуються ножиці з похилими ножами. Відомо, що головними показниками, які визначають ефективність роботи сортових гільйотинних ножиць в цілому, є кількість одночасно розрізаємих прутків, рівний торець відрізаємої частини, термін служби ножів, безвідмовна робота механізмів. Основними параметрами ножиць є сила різання, хід і довжина ножів, число ходів за хвилину. [2]

За умови модернізації існуючих ножиць таким фактором як довжина ножів, дуже важко варіювати, бо її змінення тягне за собою кардинальну, коштовну зміну конструкції ножиць в цілому, що із практики не оправдує себе.

З точки зору реконструкції механічної складової ножиць зміна ходу ножів є більш перспективною та її значно легше організувати по відношенню до існуючої конструкції. З технологічної точки зору найпростіше в умовах діючого виробництва виконати збільшення сили різання та збільшення ходів за хвилину, але таке раціоналізаторське рішення потребує значних капіталовкладень в модернізацію електроприводу гільйотинних ножиць. [3]

Таким чином дослідження шляхів по зменшенню технологічних зусиль різання є одним із актуальних завдань.

Постановка задачі. Об’єкт прийнято рахувати роботоздатним, якщо його основні параметри відповідають встановленим нормам та він нормально функціонує.[4] Один із шляхів зниження витрат на ТОіР пов'язаний зі збільшенням міжремонтного періоду (експлуатаційного циклу) за рахунок використання резерву у вигляді періоду розвитку несправності або дефекту до критичного значення.[5] Основним технологічним навантаженням на вузли гільйотинних ножиць являється сила різання. Задачою роботи є аналіз можливості збільшення площі поперечного перерізу круглого прокату, що розрізається на гільйотинних ножицях, без збільшення зусилля різання. Поставлена задача вирішується детальним аналізом формули різання.

Результати досліджень. Так як при різанні сортового прокату (прямокутного, квадратного, круглого поперечного перерізу) доцільно використовувати ножі, що мають конструктивне виконання зі струмками, котрі мають форму поперечного перерізу р прокату, то різання буде виконуватися по всій площі ріжучої кромки ножа, а не по трапеції, тоді формула для визначення зусилля різання, наведена в роботі [6] прийме вигляд:

$$P = k_1 k_2 k_3 S \sigma_B, \text{ Н} \qquad (1)$$

де k_1 – коефіцієнт, що враховує властивості матеріалу, приймається в діапазоні k_1=0,6÷0,75 для «м’яких» та «твердих» матеріалів відповідно; [6]

k_2=1,2÷1,3 – коефіцієнт, що враховує підвищення зусилля при притупленні ножів; [6]

k_3=1,1÷1,2 – коефіцієнт, що враховує підвищення зусилля при збільшенні бічного зазору між ножами при тривалому їхньому використанні; [6]

S – площа поперечного перерізу прокату під час різання, мм^2;

$\sigma_в$ – тимчасовий опір руйнуванню.

В зв'язку з тим, що в процесі різання верхній гільйотинний ніж відгинає частину прокату, що відрізається зверху вниз, то для здійснення роботи вигину потрібне додаткове зусилля. Це зусилля, згідно рекомендацій [6] варто враховувати, приймаючи трохи підвищене значення коефіцієнта k_3 у межах k_3 = 1,4÷1,6.

Аналіз добутку коефіцієнтів k_2 та k_3 вказує на те, що зміна початкової геометрії ножа, а саме їхнє притуплення та викривлення в процесі різання, викликає збільшення зусилля різання майже на 24 %. Для зменшення впливу цих негативних наслідків варто на підприємстві вести статистику виходу з ладу ножів, на основі якої можна розробити математичну модель своєчасної заміни ножів гільйотинних ножиць, а отже і зменшити споживання електроенергії, що позитивно позначиться на собівартості кінцевого продукта.

Більш детальний аналіз формули (1) вказує на те, що одним із факторів впливу на зусилля різання є тимчасовий опір руйнуванню. З курсу матеріалознавства відомо, що різні режими термообробки сталей впливають на зміну тимчасового руйнування. Так наприклад, при режимі термічної обробки – відпалювання, вироби нагрівають вище критичних температур і повільно охолоджують, у результаті чого утворюється найбільш рівноважна структура. Призначення – зменшення твердості, зняття напружень, одержання рівноважної структури, поліпшення оброблюваності, усунення наклепу й забезпечення дифузійних процесів з метою найбільш повного вирівнювання хімічної неоднорідності. Нормалізація відрізняється від відпалювання тим, що вироби охолоджуються на повітрі; при цьому структура виходить більш дрібнозернистою. Нормалізація застосовується для виправлення структури перегріву сталі, зняття внутрішніх напружень, руйнування карбідної сітки, поліпшення оброблюваності конструкційних низьковуглецевих і низьколегованих сталей і як попередня операція для збільшення глибини проґартування вуглецевих інструментальних сталей.[7]

З отриманих результатів моделювання впливу температури попереднього нагрівання заготовки на зусилля різання видно, що підігрів заготовки в деякому роді грає позитивну зміну у напрямку зниження зусилля різання. Більш детальний аналіз отриманих значень у вигляді візуального відображення залежності зусилля різання від температури нагрівання показує, що у всіх марок сталей в деякому діапазоні температур виникає заґартування, тобто режим термообробки, який використовують для надання сталі найбільшої твердості. І якщо для низьковуглецевих сталей він призводить до незначного збільшення зусилля різання, то у легованих сталей він призводить до значного, а іноді і критичного росту максимального зусилля різання.

Висновки. Проаналізувавши отримані дані, можна зробити висновок, що технічний стан ножів гільйотинних ножиць має значний вплив на максимальне зусилля різання і може призводити до його збільшення на 24 %. Для зменшення максимального зусилля різання при різанні на ножицях з похилим ножем варто підігрівати ту заготовку, яка прокатана з низьковуглецевих сталей, так як затрати на підігрівання окупляться зменшенням зносу ножів та зменшенням енерговитрат на різання. Підігрівання легованих та високовуглецевих сталей, як правило не виправдовує себе з точки зори економії енергоносіїв, а в деяких випадках може навіть викликати їхню перевитрату. Підсумовуючи все вищесказане можна стверджувати, що у випадку з підігрівом заготовок з різних марок сталі має бути використаний індивідуальний підхід, для кожної окремо взятої марки сталі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лукашкин Н. Д. Конструкция и расчет машин и агрегатов металлургических заводов. Учебник для вузов. / Н. Д. Лукашкин, Л. С. Кохан, А. М. Якушев. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. – 456 с.
2. Іванченко Ф. К. Розрахунки машин і механізмів прокатних цехів / Ф. К. Іванченко, В. М. Гребений, В. І. Ширяєв. – Київ: Вища школа,, 1994. – 455 с.
3. Гречаний О. М. Обґрунтування вибору технічних параметрів гільйотинних ножиць прокатного стану. / О. М. Гречаний // Металургія : наукові праці Запорізької державної інженерної академії. – 2017. – Т. 38, № 2. – С. 126–130.
4. Техническая диагностика. Контроль и прогнозирование. : монографія / А. Я. Жук [та ін.]. – Запорожье : Издательство Запорожской государственной инженерной академии, 2008. – 500 с.
5. Белодеденко С. В. Планирование режимов технического обслуживания металлургического оборудования на основании моделей "отложенного ремонта" / С. В. Белодеденко, А. Н. Гречаный, В. А. Чеченев. // Металургія. – 2018. – №1. – С. 119–125.
6. Машины и агрегаты металлургических заводов. Т. 3. Машины и агрегаты для производства и отделки проката: Учебник для вузов / [А. И. Целиков, П. И. Полухин, В. М. Гребеник та ін.]. – М.: Металлургия, 1988. – 680 с.
7. Каменичный И. С. Краткий справочник технолога-термиста / И. С. Каменичный. – Киев: Машгиз, 1963. – 286 с.

УДК 621.565.92

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ ПОБУТОВОГО ТРИКАМЕРНОГО ХОЛОДИЛЬНИКА З КАМЕРОЮ-«ТРАНСФОРМЕРОМ»

Грубник С.О., Солнушко В.В., Грубник О.В.
Херсонський національний технічний університет

Покращення споживчих характеристик та підвищення енергетичної ефективності побутових приладів, у тому числі холодильних – актуальна задача [1, 2]. Одними з напрямків вдосконалення конструкцій побутових холодильників є зниження енергоспоживання, підвищення комфортності користування приладами за рахунок оснащення їх системами автоматичного відтаювання, оптимізація співвідношень об’ємів камер охолодження та заморожування, покращення масогабаритних показників та ін.

У побутових умовах нерідко виникає потреба охолоджувати щойно приготовлені страви, висока температура яких не дозволяє розміщувати їх в загальній холодильній камері побутового холодильника з причини надмірного тепловиділення від них, пікова потужність якого може значно перевищувати холодопродуктивність холодильного агрегату приладу та, як наслідок, призводити до недопустимого підвищення температури в камері і псування інших продуктів чи страв, що зберігаються в ній.

Відома конструкція побутового холодильника за патентом РФ № 2479804 «Холодильний пристрій», яка спрямована на вирішення вказаної проблеми, й містить щонайменше одну холодильну камеру, одне відділення в зазначеній холодильній камері, яке теплоізольоване та виконане з можливістю розміщення в ньому гарячих предметів, таких як харчові продукти, розміщені в контейнерах або тому подібні ємності, що мають температуру значно вище кімнатної, не викликаючи підвищення температури в холодильній камері вище заданого рівня, причому відділення містить нижню стінку, яка

відокремлює відділення від решти холодильної камери, на яку розміщуються гарячі предмети і яка теплоізольована за допомогою шару з матеріалу, такого як полістирол, поліуретан і їм подібного, морозильну камеру, яка розташована над холодильною камерою і знаходиться в повітряному повідомленні з відділенням, і вентилятор, що забезпечує циркуляцію повітря як в морозильній камері, так і в відділенні [3].

Таке рішення може бути застосоване лише в конструкціях приладів з примусовою циркуляцією повітря (так званою системою NO FROST) та не є оптимальним, оскільки захищає від надмірних теплонадходжень від гарячих предметів здебільшого лише холодильну камеру, не гарантуючи при цьому стабільність температурного режиму морозильної камери, оскільки для видалення надмірних теплонадходжень передбачено використання випарникової системи морозильної камери. До того ж, застосування для охолодження об'єктів з високою температурою дорогого низькотемпературного холоду, особливо у разі використання двокомпресорних агрегатів з окремою високотемпературною випарниковою системою холодильної камери є принципово більш витратним та економічно необґрунтованим рішенням.

Для ефективного вирішення вказаної проблеми нами пропонується рішення з використанням трикамерної компоновки холодильного приладу, у різних варіантах якого морозильна камера може розташовуватись або зверху (по типу компоновки top mounted), або знизу (по типу компоновки combi). Середня ж камера у всіх варіантах передбачається з можливістю окремого охолодження гарячих страв, для чого оснащена окремим високотемпературним випарником плачучого типу, що живиться від контуру охолодження холодильної камери.

З метою підвищення споживчих характеристик та можливості адаптації під змінні потреби споживача у різних видах холоду у середній камері додатково може бути розташований низькотемпературний випарник, що живиться від контуру охолодження морозильної камери. У цьому випадку середня камера є камерою з універсальним температурним режимом, тобто камерою-«трансформером», в якій в залежності від потреб споживача може підтримуватись температура, що відповідає або режиму холодильної камери (близько +5°C), або режиму морозильної камери (-18…-24°C).

У всіх розроблених варіантах пропонованого холодильного приладу з камерою-«трансформером» передбачено використання двокомпресорної системи охолодження з двома незалежними парокомпресійними холодильними контурами та електромагнітними клапанами, що дозволяє окремо регулювати температуру в холодильній, середній універсальній та морозильній камерах, підвищує надійність забезпечення холодом споживача (у разі виходу з ладу одного з компресорів або втрати герметичності одного з контурів інший продовжить працювати), зумовлює високу енергоефективність приладу внаслідок використання для охолодження різних камер холодильного агенту з оптимальними температурами для кожної.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кожемяченко А. В. Техника и технология ремонта бытовых холодильных приборов: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Под ред. И.В. Болгова. Москва: Издательский центр «Академия», 2003. 192 с.
2. Лепаев Д.А., Коляда В.В. Ремонт холодильников. Москва: Солон–Р, 2004. 432 с.
3. Холодильное устройство: пат. 2479804 РФ: МПК F25D 11/02, МПК F25D 23/12. Заявл. 23.10.2007. Опубл. 20.04.2013.

УДК 621.09: 681.5

ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННІ ПРИСТРОЇ МЕТРОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ ПОХИБОК МЕХАНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ ПЕРЕМІЩЕНЬ ОБ'ЄКТІВ

Денисюк В.Ю., Симонюк В.П., Лапченко Ю.С.
Луцький національний технічний університет

Вступ. У різних областях техніки, в тому числі в приладобудуванні, верстатобудуванні, машинобудуванні, існує завдання вимірювання координат об'єктів, які переміщуються механічними пристроями уздовж заданих напрямів. Такими механічними пристроями можуть бути, наприклад, координатні столи. При цьому, крім вимірювання значень переміщень уздовж координатних осей, потрібно визначати похибки траєкторії руху об'єктів у вигляді поперечних переміщень, які характеризують відхилення від прямолінійності. Складність завдання подібного контролю обумовлена тим, що в більшості випадків потрібно вимірювати зазначені похибки переміщень в системі координат, яка пов'язана з конструктивними базами механізмів переміщення. Наприклад, при контролі похибок взаємного положення робочих органів механообробних верстатів і оброблюваної деталі потрібно проводити вимірювання відносно конструктивних баз, які пов'язані зі станиною верстата.

Актуальність досліджень. Для здійснення оперативного контролю похибок переміщення об'єктів відповідно до поставленого вище завдання, необхідні засоби, які також задовольняють вимогам за точністю, безконтактністю з об'єктом контролю і швидкодією. Найбільшою мірою цим вимогам задовольняють оптико-електронні засоби контролю, що працюють на різних фізичних принципах.

На основі аналізу літературних і патентних джерел встановлено, що існують схемні рішення приладів, які дозволяють виконувати контроль похибок поперечних переміщень об'єктів. В тому числі, відомі прилади, що працюють на інтерференційному принципі, які забезпечують проведення вимірювань з похибкою до десятих часток мікрометра.

Недоліком таких приладів є нестійкість впливу вібрацій, а також необхідність задання початку відліку вимірюваних величин переміщень. Відома функціональна схема лазерного вимірювача поперечних переміщень, який немає цих недоліків. Робота вимірювача заснована на фазовому методі вимірювання переміщень. Недоліком даного вимірювача є відносно висока похибка, яка складає десятки мікрометрів, а також малий діапазон вимірювань, що становить десяті частки метра, що обмежує можливості застосування цього приладу.

На підставі викладеного зроблено висновок про актуальність науково-технічної задачі з розробки функціональних схем високоточних безконтактних вимірювальних оптико-електронних приладів для контролю похибок лінійних переміщень об'єктів.

Постановка задачі. Основною задачею є розробка функціональних схем і методики проектування високоточних оптико-електронних приладів для безконтактного автоматичного вимірювання поперечних переміщень об'єктів при їх значному поздовжньому переміщенні.

Результати досліджень. Металорізальні верстати повинні забезпечувати необхідну траєкторію взаємного переміщення оброблюваної заготовки і інструмента. Однак внаслідок недосконалості механічних вузлів, їх недостатньої жорсткості в умовах силових впливів при механічній обробці, а також впливу вібрацій механізмів верстата і фундаменту, температурних деформацій та інших факторів, реальна траєкторія взаємного переміщення заготовки та інструменту відрізняється від розрахункової. Всі ці фактори призводять до похибок виготовлення деталей. Верстати в залежності від точності роботи підрозділяються на класи. Кожен верстат після виготовлення атестується на відповідність

встановленим нормам точності. В процесі експлуатації початкова точність верстата змінюється, тому проводять регулярну атестацію і при необхідності – регламентні роботи для підтримання паспортних характеристик точності верстатного обладнання.

Крім цього, однією з тенденцій вдосконалення металорізального верстатного обладнання з ЧПК є використання методу активного контролю, що дозволяє коригувати параметри налаштувань верстата в технологічному процесі для отримання необхідної точності виготовлення деталей. Для реалізації цього методу верстати з ЧПК забезпечуються пристроями для оперативного контролю та управління переміщеннями механізмів і вузлів верстата.

Точність верстатів в значній мірі залежить від їх геометричних параметрів. Для вимірювання геометричних параметрів можливе використання різних методів і засобів. Переважна більшість методів заснована на механічному контакті з об'єктом контролю. Але для деяких параметрів передбачені методи вимірювання з використанням оптичних та оптико-електронних засобів. Зокрема, для оцінки точності координат лінійних переміщень використовується лазерний інтерферометр [1, 2].

Існують методи, що дозволяють при атестації верстатів виконувати контроль безконтактним способом лінійних і кутових похибок переміщень при роботі механізмів, але вони передбачають використання в основному стандартного устаткування. У зв'язку з цим виникають обмеження на використання цих методів і схем вимірювання при рішенні задач, що виходять за рамки атестації геометричних параметрів верстатів, зокрема, задач оперативного автоматичного контролю параметрів переміщень механізмів в умовах їх експлуатації.

Для вимірювання значень робочих переміщень уздовж заданих напрямів використовуються різні оптико-електронні пристрої. В тому числі, для вимірювання переміщень з нанометровою точністю при атестації верстатів використовуються лазерні інтерферометри. У сучасному верстатному обладнанні широкого поширення набули вимірювачі лінійних переміщень фірми HEIDENHAIN, що дозволяють здійснювати контроль з точністю до 0,2 мкм. У оптико-електронному приладі для контролю похибок лінійних переміщень, функціональна схема якого представлена на рис. 1 замість тест-об'єкта у вигляді обертової радіальної міри використовується нерухомий транспарант 3, а замість аналізуючих діафрагм – цифрова телевізійна камера 6.

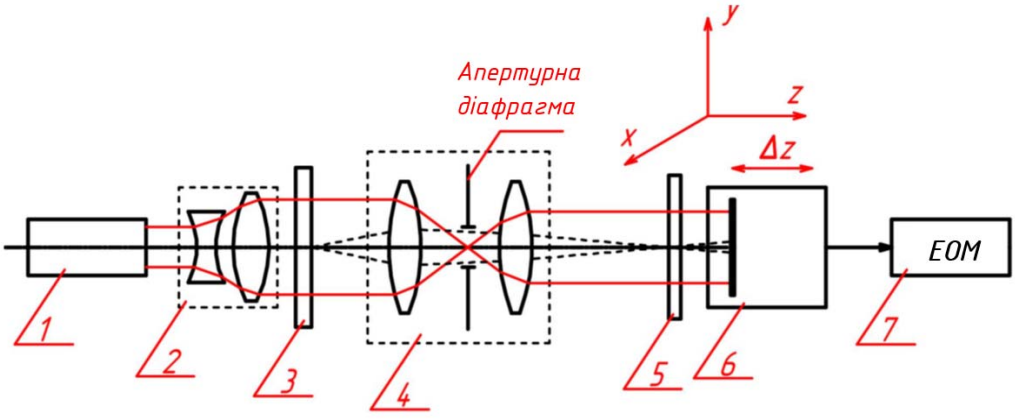


Рисунок 1 – Функціональна схема оптико-електронного приладу для контролю лінійних переміщень об'єктів: 1 – лазер; 2 – ОС формування пучка; 3 – транспарант; 4 – афокальна репродукційна ОС; 5 – оптичний фільтр; 6 – цифрова телевізійна камера; 7 – ЕОМ

Прилад складається з передавальної і приймальної частин, причому передавальна частина встановлюється нерухомо, а приймальна частина кріпиться на рухомому об'єкті, який може переміщатися уздовж оптичної осі (на рис. 1 – це вісь *Z*) на значні відстані і при цьому зміщуватися в поперечних напрямках (вздовж осей *X* і *Y*).

До складу передавальної частини входять: гелій-неоновий лазер 1, оптична система (ОС) формування пучка 2, транспарант 3 і афокальна репродукційна ОС 4. До складу

приймальної частини входять: оптичний фільтр 5, цифрова телевізійна камера 6, сигнал з виходу якої передається в ЕОМ 7.

Принцип дії приладу полягає в наступному: зображення транспаранта 3, що підсвічується колімірованим пучком лазерного випромінювання, проєктується афокальною репродукційною ОС 4 типу Кеплера в простір предметів, де розташована приймальня частина приладу. Перед площиною чутливих елементів матричного приймача випромінювання (МПВ) цифрової телевізійної камери 6 встановлений оптичний інтерференційний фільтр 5, який призначений для придушення зовнішніх фонових засвічень. Так як приймальня частина приладу закріплена на об'єкті, то при переміщенні об'єкта уздовж осей X і Y зображення транспаранта буде зміщуватися відносно чутливих елементів МПВ. Координати X_0 і Y_0 зображення транспаранта визначаються в процесі реалізації алгоритмів цифрової обробки зображення в ЕОМ.

Однією з переваг цього приладу є можливість вимірювання поперечних зміщень об'єктів при їх значному поздовжньому переміщенні. Якщо переміщення прямолінійне, як у випадку лінійних механічних трансляторів, то пропонований прилад дозволить контролювати відступ від прямолінійності. У зв'язку з цим виникає питання про діапазон лінійних переміщень, в межах якого зберігається можливість контролю прямолінійності траєкторії переміщення.

Припустимо, що, як і в приладі-прототипі, в якості тест-об'єкта використовується транспарант з синусоїдальним коефіцієнтом пропускання по амплітуді, рівним:

$$\tau_\alpha(x,y)=\frac{1}{2}\left(1+\cos 2\pi\frac{x}{T_x}\right). \tag{1}$$

Крім цього, приймемо такі припущення:

- транспарант підсвічується плоскою хвилею від когерентного джерела з амплітудою A_0 і довжиною хвилі λ;
- афокальна дифракційно-обмежена репродукційна ОС має квадратну апертурну діафрагму розмірами $a\times a$.

Як відомо [1], при таких припущеннях когерентна передавальна функція ОС має вигляд:

$$\bar{h}(v_x,v_y)=rect\left(\frac{v_x}{v_M},\frac{v_y}{v_M}\right)\exp\left[i\frac{\pi\Delta\left(v_x^2+v_y^2\right)}{\lambda}\right], \tag{2}$$

де $v_M=\dfrac{a}{2\lambda f_1'}$, ΔF – поздовжня дефокусування.

Як показано в [1], розподіл інтенсивності в площині зображення, яка зміщена від площини Гауса на величину ΔF, визначається виразом:

$$I(x',y')=\frac{A_0^2}{4\beta^2}\left\{\frac{3}{2}+2\cos\left(\frac{\pi\lambda\Delta F v_0^2}{\beta^2}\right)\cos\left(\frac{2\pi(x'-X_0)v_0}{\beta}\right)+\frac{1}{2}\cos\left(\frac{4\pi(x'-X_0)v_0}{\beta}\right)\right\}, \tag{3}$$

де $v_0=\dfrac{1}{T_x}$ – просторова частота транспаранта, а $\beta=f_2'/f_1'$ – лінійне збільшення афокальної системи.

Як випливає з формули (3), у фазі першої та другої гармонік реєстрованого сигналу міститься інформація про поперечне зміщення об'єкта уздовж осі X'. При цьому амплітуда другої гармоніки в розподілі інтенсивності залишається незмінною при поздовжньому переміщенні ΔF, а амплітуда першої гармоніки при зміні дефокусування буде періодично змінюватися від максимального значення, яке досягається при $\Delta F = 0$ до від'ємного значення, коли настає звернення контрасту. Якщо в алгоритмі вимірювання

поперечних зміщень використовувати першу гармоніку, то за умови $a > 2\lambda f_1' v_0$, діапазон зміни дефокусування ΔF до настання звернення контрасту можна визначити з розв'язку рівняння, яке має вигляд: $\Delta F = \pm \frac{\beta^2 T_x^2}{2\lambda}$.

На рис. 2 представлена залежність діапазону поздовжнього переміщення – робочого діапазону приладу, від значення просторового періоду транспаранта для випадку, коли λ = 0,632 мкм, $\beta = 2^x$.

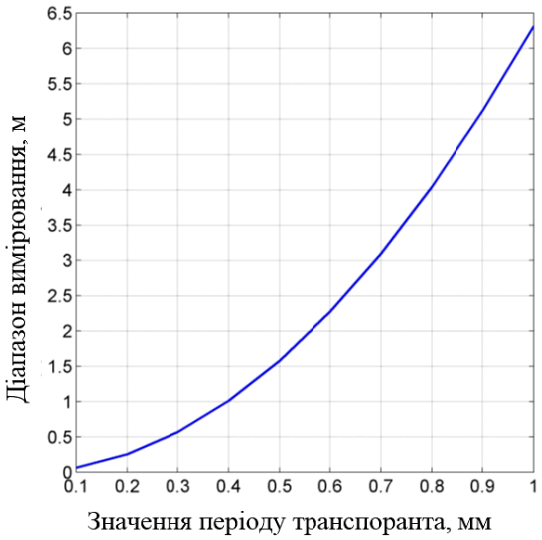


Рисунок 2 – Графік залежності діапазону вимірювання від значення періоду транспаранта

З графіка цієї залежності випливає, що можна задавати діапазон робочих поздовжніх переміщень в межах якого зберігається можливість вимірювання поперечних зміщень уздовж осі X', варіюючи періодом синусоїдального транспаранта або лінійним збільшенням афокальної репродукційної ОС. Однак при цьому похибка вимірювання поперечних переміщень очевидно буде змінюватися. Використання синусоїдального транспаранта дозволяє виконувати вимірювання поперечних зміщень тільки в одному напрямку. Базова схема дозволяє вибирати транспарант з будь-яким коефіцієнтом пропускання і використовувати різні алгоритми вимірювання переміщень.

Висновки. Оптико-електронні прилади для контролю похибок лінійних переміщень дозволяють з високою точністю вимірювати поперечні переміщення об'єктів від єдиних конструктивних баз при поздовжньому переміщенні цих об'єктів. Розроблені функціональні схеми вимірювальних оптико-електронних приладів можуть знайти застосування в областях техніки, де потрібний високоточний безконтактний автоматичний контроль похибок механізмів лінійних переміщень, зокрема, при реалізації принципів активного контролю на верстатах з ЧПК.

ЛІТЕРАТУРА

1. Застрогин Ю.Ф. Прецизионные измерения параметров движения с использованием лазеров. Москва: Машиностроение, 2006. – 272 с.

2. Хомченко В.Г., Федотов А.В. Автоматический контроль в механообрабатывающих ГПС. Омск: Издательство ОмГТУ. 2010. – 160 с.

3. Шахновський О.М., Денисюк В.Ю., Кирилюк М.В. Контроль похибок геометричних параметрів металорізальних верстатів оптико-електронними приладами / Матеріали IV-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції «Приладобудування та метрологія: сучасні проблеми, тенденції розвитку» 29-30 жовтня 2020 р.) : збірник тез. – Луцьк : Луцький НТУ, 2020.– С. 96–97.

UDC 004.9

INFORMATION SUPPORT OF THE ENTERPRISE MANAGEMENT SYSTEM

Kapiton A.M., Moroz A.
National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»

Recently, a significant part of the issues related to the development of domestic enterprises is considered taking into account the possibilities of practical application of modern information systems. Problems of construction and effective implementation of management information systems are becoming increasingly important and require detailed study both in terms of management and in terms of improving technical means. Today, the most pressing issue is the development and implementation of corporate information systems (CIS) - a set of mechanisms, methods and algorithms to support the information lifecycle and which include three main processes: data processing, information management and knowledge management. At the same time, the goal of developing CIS and its implementation at the enterprise is a radical transformation of management of such modules as: financial management (automated accounting, financial planning, cost management, etc.); inventory management; warehouse management; personnel system; logistics and sales management; document management system; marketing subsystem; customer relationship management system. Informatization allows domestic companies to enter international markets, expand sales channels, unite suppliers and consumers into one system. In modern business conditions, informatization can be represented as a set of organizational, economic and scientific and technical processes aimed at creating conditions that meet the information needs of enterprises through the creation and development of information technology. A derivative concept of informatization is the information support of the enterprise management system, which is based on information management systems (ISU). The concept of "management information system" is extremely flexible, because in the general theory of systems, this category is interpreted as follows: "a means of ensuring effective communication between the object and the subject of management" [1-3].

In particular, an important part of enterprise informatization is the introduction of quality management systems. Quality management covers part of the management functions aimed at achieving goals in the field of quality. Objectives in the field of quality include the creation of conditions in the enterprise in which it is possible to control, regulate quality, ensure compliance with accepted requirements and flexibly change the established requirements.

The concept of "quality management" includes aspects related to the use in After that, new normative documents are developed and revised or used to perform all functions [3-5]. The information potential of society in a broad sense is an accumulated information resource that will form new strategic factors of development opportunities. The information potential of society in the narrow sense is an activated, calculated and largely put into action information resource. Thus, the information potential of society is an information resource of society in unity with the means, methods and conditions that allow it to be adapted, activated and used effectively. Identification of information potential, its assessment and diagnosis provide a real opportunity to take into account the existing advantages and disadvantages, which must be taken into account and eliminated within the tactical and strategic planning of informatization processes.

That is why it is important to analyze the requirements of the enterprise. To do this, based on expert requests, it is important to identify all current and potential needs of the enterprise, which must be met by the designed CIS, to understand what data flows exist within the enterprise, to assess the amount of information to be maintained and processed by the information system. Informatization of enterprises and implementation of quality management systems are very important processes today. Namely, quality management systems will help to

improve the quality of production, using the latest world standards, and perhaps even standards that exceed world standards. When dealing with the development and implementation of CIS, it is important to be prepared for the possible emergence of certain problems and to have a well-thought-out arsenal of tools to eliminate them. The basic factors of success of such a project can be simple truths: a clear understanding of the company's management goals and objectives, real readiness for change in many key business processes, coherence and the presence of two-way communication teams of highly qualified performers (internal, in-house - from various functional departments) and developers (external - business process engineer, business analyst, etc.) with a clear understanding of their tasks in the project development system, mandatory test run of the CIS, which aims to identify possible errors or inconsistencies.

LITERATURE:

1. Hafiiak A., Moroz A. Formation of strategic prospects for informatization of enterprises / Економічні читання: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 85-річному ювілею професора В.Й. Шияна, 19 лютого 2021 р. / Харків. нац. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва. – Харків: ХНАУ, 2021.С. 481.
2. Hafiiak A., Mamontova V. Computer systems and artificial intelligence / Економічні читання: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 85-річному ювілею професора В.Й. Шияна, 19 лютого 2021 р. / Харків. нац. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва. – Харків: ХНАУ, 2021.С. 480.
3. Hafiiak A., Honcharova H., Mamontova V. Digitalization of education as a prerequisite for the realization of human rights in the information society / Діджиталізація та права людини: збірник тез Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Хмельницький, 30 березня 2021 року). – Хмельницький : Хмельницький університет управління та права імені Леоніда Юзькова, 2021. С. 86-87.
4. Hafiiak A., Mamontova V. Use of business intelligence system in learning process management / Сучасний менеджмент: моделі, стратегії, технології : матеріали XXII Всеукр. щоріч. студент. наук.-практ. конф. за міжнарод. участю. 22 квіт. 2021 р. — Одеса : ОРІДУ НАДУ при Президентові України, 2021. С.312-313.
5. Hafiiak A., Chepurko A. Problems of development and implementation of analytical procedures for evaluating financial statements /Інноваційні рішення в економіці, бізнесі, суспільних комунікаціях та міжнародних відносинах: матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. Дніпро: Університет митної справи та фінансів, 2021.С.791-794.

УДК 620.193

ДО ПИТАННЯ КОРОЗІЙНОЇ СТІЙКОСТІ ВУЗЛІВ ТЕПЛОВИХ АКУМУЛЯТОРІВ АВТОТРАНСПОРТУ

Клюєва О.О., Русанов С.А., Клюєв О.І.
Херсонський національний технічний університет

Під час пуску двигуна внутрішнього згорання в зимовий час наявна проблема підвищених витрат палива для прогріву автомобіля, у зв'язку з чим існує низка методів компенсації холодного пуску, зокрема, актуальним є можливість використання передпускового підігріву двигуна внутрішнього згоряння. Це зменшує витрати палива, зменшує викиди відпрацьованих газів та продовжує час експлуатації авто – ці фактори є головними при встановленні на авто теплового акумулятору (ТА).

Чисельні наукові дослідження [1-2] доводять, що використання прихованого тепла з використанням фазозмінних матеріалів є ефективним способом зберігання теплової енергії та має переваги високої щільності накопичення енергії та ізотермічного характеру процесу зберігання. При використанні таких ТА виникає проблема продовження часу експлуатації, і, іноді, через недостатньо вивчений вплив фазозмінного матеріалу в різних діапазонах температур може виникнути проблема швидкої зміни властивостей матеріалів ТА, що може помітно вплинути на строки гарантованої експлуатації.

На базі лабораторії Херсонського національного технічного університету проводяться дослідження на вимірювачі швидкості корозії Р-5035 (рис. 1, а). Дослідження корозійної активності проводилися при контакті теплоносіїв (тосол та антифриз) зі сталлю Ст3 в якості анода з регулюванням температури від 20 °С до 90 °С, що відповідає діапазону робочих температур згідно з [3]), після чого на пристрої Р-5035 визначається швидкість корозії (рис. 1, б).



а) б)

Рисунок 1 – а) – дослідження корозії на вимірювачі корозії р-5035,
б) – нагрівання середовища на поверхні плитки для електродів

Результати досліджень показують, що швидкість корозії сталі Ст3 близько 3 мм на рік на тосолі та антифризі при температурі 30 °С потребує рішень таких як: антикорозійне покриття або вибір іншого фазозмінного матеріалу. Особливо це актуально в світі збільшення корозії в середовищі антифризу зі збільшенням температури аж до екстремальних значень, зокрема швидкість корозії при нагріві до 80 °С дорівнює 15 мм/рік, а при 90°С – 20 мм/рік.

ЛІТЕРАТУРА

1. Sharmaa A., Tyagib V.V., Chen C.R., Buddhi D. Review on thermal energy storage with phase change materials and applications, 2009, pp. 318-345.
2. Murat M. K. High-temperature phase change materials for thermal energy storage, 2010, pp. 955-970.

3. Тепловий акумулятор системи передпускового прогріву двигуна внутрішнього згорання: пат. 137780 України, МПК F02N 17010 / Русанов С. А., Клюєв О. І., Аппазов Е. С., Луняка К. В., Коновалов Д. В., Мацків Б. М.; опубл. в бюл. № 21, 2019.

УДК 620.22

ОЦІНКА ПРОЦЕСІВ РУЙНУВАННЯ СТАЛЕЙ НА ОСНОВІ МОДЕЛЮВАННЯ СТРУКТУРИ ПОВЕРХОНЬ ПОДІЛУ РІЗНОГО ХАРАКТЕРУ

[1]Копилов В.І., [1]Кузін О.А., [2]Кузін М.О., [1]Єрко О.О., [1]Люшенко Є.О.
[1]Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського
[2]Львівська філія Дніпровського національного університету
залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна

Актуальними стають проблеми моделювання, розрахунку і оптимізації процесів створення поверхонь поділу різного характеру із заданими термодинамічними і фізичними характеристиками [1–3]. Моделювання має важливе значення для використання досягнень теоретичного і обчислювального матеріалознавства при впровадженні інноваційних технологій в машинобудуванні. Більшість сплавів, з яких виготовляють деталі машин, представляють собою полікристалічні системи. Моделювання структури вимагає встановлення закономірностей впливу енергії поверхонь поділу структурних складових на їх експлуатаційну надійність.

Особливості моделювання металічних матеріалів пов’язані із їх будовою на різних масштабних рівнях – нано-, мікро-, мезо- та макроскопічному. На нанорівні моделювання проводять з використанням підходів молекулярної динаміки, на макрорівні – методом скінчених елементів. Для аналізу будови зерен та їх взаємодій застосовують ієрархічні методи, які знаходяться на початку свого розвитку, що пов’язано із складністю врахування впливу кількісних параметрів, що оцінюють відгук полікристалів при дії навантаження, в багаторівневих моделях структури сплавів.

Моделі, які на даний час використовують, не дозволяють визначати окремо внесок структурно-енергетичного стану границь зерен і їх потрійних стиків на міжзеренне руйнування сплавів. Відсутня методологія кількісної оцінки ролі даних елементів структури в утворенні міжзеренни пошкоджень і інтеркристалітному руйнуванні виробів.

Метою роботи є розробка наукової концепції керування властивостей сталей за рахунок оптимізації різноякісних та ієрархічно несумісних параметрів їх мікроструктури. Створення на цій основі моделей і їх реалізація на рівні числових оцінок для фізичного обґрунтування ресурсозберігаючих технологій формування внутрішніх поверхонь поділу із заданим структурно-енергетичним станом, який забезпечує підвищення експлуатаційної надійності виробів.

Створення виробів із заданим життєвим циклом на основі комп’ютеризації всіх етапів їх проектування, виробництва та експлуатації проводиться з використанням методів інженерії границь зерен і зернограничного конструювання структури сплавів. При цьому поверхні поділу зерен виступають одними із визначальних елементів структури сплавів, які обумовлюють їх фізико-механічні і експлуатаційні властивості [4–6].

В роботі використана загальна системна методологія, згідно якої розглядалась складна ієрархічна будова сплавів, що досліджувались. Аналіз структури проводився на основі концепції інваріантного моделювання [2–4]. Виконана оцінка структурно-

енергетичного стану поверхонь поділу зерен після іонно-плазмового травлення зразків. Визначали мікротвердість, LM-твердість, зносотривкість, проводили механічні випробовування на розтяг і ударний згин при температурах від -196°С до +100°С. Здійснено системне комп'ютерне моделювання властивостей полікристалічних сплавів з використанням відкритого пакету скінчено-елементного аналізу FEniCS на мові Python [7].

При підвищенні параметрів надійності сплавів використали технологічні режими їх обробки, які дозволяють отримувати заготовки з різним структурно-енергетичним станом поверхонь поділу зерен.

Досліджували сталі 40Х, 40НМ, 40ХС, 40ХГР, що характеризуються обмеженою зварюваністю, схильністю до утворення тріщин при отриманні нероз'ємних з'єднань та експлуатації і широко застосовуються при виготовленні залізничних конструкцій. В умовах технологічної дії, експлуатації і відновлюючи ремонтах деталей за рахунок активації дифузійних процесів можливий перерозподіл легуючих і домішкових елементів між тілом і поверхнями поділу зерен.

З використанням розроблених підходів до моделювання структури внутрішніх поверхонь поділу побудована модель, що описує вплив енергії поверхонь поділу зерен на здатність до утворення міжзеренних пошкоджень при дії зовнішнього навантаження. Показано використання розробленої моделі для передбачувальної діагностики поведінки покращувальних сталей в умовах контактних і динамічних навантажень. Зміна стану поверхонь поділу структурних складових досягалась термічною обробкою заготовок – гартуванням від температур 860°..1050 °С і умовами відпуску.

Дослідженнями встановлено, що в сталях при підвищенні температури гартування до 950°С формується різнозернистість. В присутності зерен різних розмірів зростає частка поверхонь поділу в сорбіті з більшим значенням зернограничної енергії, які розташовані в потрійних стиках напроти гострих кутів. Для сталі 40Х їх кількість при витримці під час гартування 30 хв складає 3.3 %, а 80 хв – 16.67%.

Дослідження зносотривкості сталі показали, що із підвищенням температури до 950° С інтенсивність зношування зростає на 16%, а після гартування від 1050°С знижується на 20% у порівнянні зі зразками, які загартовані від 860° С при витримці 30 хв. Збільшення часу витримки під гартування до 80 хв сприяє росту інтенсивності зношування сталі на 46% після гартування від 950° С. Підвищення зносотривкості сталі після гартування від 1050 ° С в значній мірі пов'язано зі зменшенням кількості локальних об'ємів структури з високим градієнтом зернограничної енергії.

При дії контактних навантажень міжзеренні пошкодження переважно виникають в локальних зонах, енергія яких наближена до поверхневої. Такими зонами є границі, які розміщені між потрійними стиками з підвищеним градієнтом енергії. Тому площу таких границь вводили в наповнення ієрархічних моделей, які описують вплив полікристалічної структури на контактну довговічність сталі.

Результати визначення матричного параметра структури покращеної сталі 40Х, що загартована від різних температур, показали суттєвий вплив розміру зерен і енергетичного стану їх поверхонь поділу на зносотривкість сталі.

Збільшення інтенсивності зношування відбувається за наявності стиків з високим градієнтом зернограничної енергії, кути між границями в яких знаходяться в діапазоні від 40°…60° до 161°...180°.

Дослідження сталей після випробувань на ударний згин показали, що частка міжзеренного руйнування зростає при збільшенні кількості потрійних стиків зерен, в яких границі суттєво відрізняються за рівнем енергії.

Висновки. На основі розроблених інваріантних моделей проведена кількісна оцінка впливу розміру зерен, потрійних стиків і зернограничної енергії на опір сталей інтеркристалітному сколу. Встановлені параметри мікроструктури покращувальних сталей, при яких зростає їх зносотривкість, зменшується частка міжзеренного злому в умовах крихкого руйнування. Важливе значення в процесах утворення міжзеренних

пошкоджень і руйнування відіграє структурно-енергетичний стан поверхонь поділу і потрійних стиків зерен. Інтенсивність зношування і міжзеренне руйнування при ударі зростає у відповідності із збільшенням частки потрійних стиків зерен, в яких границі зерен суттєво відрізняються за рівнем енергії.

ЛІТЕРАТУРА

1. McDowel D.L., Panchal J.H., Choi H.J., Seepersad C.C., Allen J.K., Mistree F. Integrated design of multiscale, multifunctional materials and products/ Oxford: Butterworth-Heinenmann, Elservier. – 2009. – 392 p.
2. Kopylov V., Kuzin O., Kuzin N. Improving contact durability of polycrystalline systems by controlling the parameters of largeangle grain boundaries// Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2019. – 5/12 (101). – P. 14 – 22.
3. Kuzin O., Lukiyanets B., Kuzin N. Continual description of polycrystalline systems taking into account their structure// Технологический аудит и резервы производства. – 2019. - № 1/1 (45). – С. 25-30.
4. Olofsson, J., Svensson, I.L. Incorporating predicted local mechanical behaviour of cast components into finite element simulations// Materials and Design. – 2012. –V. 34. – P. 494-500.
5. Кузин Н.О., Ляшенко Б.А., Ломашевский В.П. Выбор критерия при оценке параметров прочности функционально-градиентных конструкций// Технологический аудит и резервы производства – 2015. – т. № 6/1(26). – с. 4-8.
6. McDowel D.L., Olson G.B. Concurrent design of hierarchical materials and structures// Scientific modeling and simulation. – 2008. – V.15. – P.207-240.
7. Kopylov V., Kuzin O., Kuzin N. Application of computational mechanics approaches for increasing of tribosystem operational parameters by using plasma hardening method// Journal of Applied Mathematics and Computational Mechanics. – 2021. – V. 20. – Issue 1. – P. 61-70.

УДК.621.791.92

РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ РЕНОВАЦІЇ АВТОМОБІЛЬНИХ ДЕТАЛЕЙ

Красота М.В., Шепеленко І.В., Осін Р.А.
Центральноукраїнський національний технічний університет

При виборі технологій реновації автомобільних деталей враховують, як правило, ряд факторів: конструктивні особливості деталі, умови її роботи у вузлі, величину та характер зносу матеріал та термічну обробку, розміри поверхні, що піддається реновації, наявність на сервісному чи то ремонтному підприємстві спеціалізованого обладнання, надійність роботи деталі у складі системи чи механізму автомобіля тощо.

При реновації автомобільних деталей найбільш поширеними є технології, що передбачають нанесення зносостійких шарів методами наплавлення і напилювання.

Існує значна кількість різновидів наплавлення, що відрізняються джерелами теплової енергії, способами захисту наплавленого металу, рівнем автоматизації. Всі вони передбачають розплавлення металу покриття і деталі, і, як наслідок, взаємодію з навколишнім середовищем (газами, шлаками та ін.), при цьому матеріал деталі зазнає тих чи інших змін, пов'язаних з випаровуванням деяких його складових при високих температурах, утворенням різних хімічних сполук, нерозчинних у металі. Ці зміни характерні як для основного металу, що перебуває у зварювальній ванні, так і для матеріалу покриттів, що наносяться на поверхні зношених деталей. Як відомо, останній при різних способах відновлення (наприклад, дугове наплавлення електродом, що плавиться, електрошлакове наплавлення) нагрівається до більш високих температур, ніж температура у наплавочній ванні, і має більшу контактуючу із середовищем питому поверхню. Тому, всі процеси взаємодії з навколишнім середовищем, що відбуваються через поверхню, й інтенсифіковані більш високою температурою, призводять до більшої зміни складу додаткового металу, ніж розплавленого основного.

Метод напилювання є одним з найбільш ефективних способів створення зносостійких шарів. Якщо у високотемпературний струмінь газу подати частки порошку або краплі розплаву, то при зіткненні з поверхнею вони деформуються і міцно прикріплюються до деталі. Існує чотири різновиди такої технології: газополуменеве напилювання електродугова металізація, детонаційне та плазмове напилювання.

Вищеперелічені технології відрізняються значними енерговитратами та високим термічним впливом на покриття та деталь.

Вирішення проблеми ресурсозбереження вимагає застосування прогресивних і високотехнологічних методів реновації і зміцнення зношених поверхонь деталей автомобілів.

Перспективними для відновлення автомобільних деталей є методи механотермічного формування, суть яких полягає в тому, що захисний шар наноситься під дією двох факторів - температури і навантаження. До таких методів відноситься наварювання компактних та порошкових матеріалів, що використовують електроконтактне нагрівання [1-3].

При електроконтактному формуванні тепло виділяється в результаті проходження імпульсного електричного струму через матеріал, який притискається з певним зусиллям до поверхні деталі [2].

Таким методом на сталеві деталі наноситься широкий спектр матеріалів: леговані сталі, тверді сплави, зносостійкі композиції [4, 5]. Матеріал, який наварюється, притискається до поверхні деталі електродом. Між електродом і деталлю прикладається різниця потенціалів від 2 до 12 В.

Встановлено, що порошкові покриття, які наносяться наварюванням, володіють високими фізико-механічними властивостями (міцністю зчеплення 150…300МПа, пористістю не більше 10%). Зносостійкість покриттів переважає термічно оброблені вуглецеві та низьколеговані сталі. Відсутність рідкої фази в зоні наварювання (у порівнянні з наплавленням) значно розширює технологічні можливості процесу зміцнення.

З джерел наукової інформації [1, 2] відомо, що покриття, які наносяться методом електроконтактного наварювання володіють високими фізико-механічними властивостями (міцністю зчеплення 150...300 МПа, пористість не більше 10%) [3].

Процеси електроконтактного наварювання характеризуються високою продуктивністю і низькою енергоємністю, мінімальною зоною термічного впливу струму на деталь внаслідок малої тривалості імпульсу нагріву, відсутністю необхідності у використанні захисної атмосфери через короткочасний термічний вплив на матеріал покриття і відсутністю світлового випромінювання і газовиділення [4, 5].

При контактному наварюванні розміри зони термічного впливу не перевищують 1,5…1,8 мм. Структура та властивості зони термічного впливу формуються під дією двох основних факторів: термічного циклу та способу охолодження. Мінімальна зона термічного впливу при максимальній її твердості спостерігається при наварюванні з малими енерговитратами, що характерно для жорстких режимів процесу зміцнення (максимальний струм та мінімальний час нагріву).

Зважаючи на проведений аналіз технологічних особливостей методу контактного наварювання можливо вказати загальні рекомендації по застосуванню даного методу для автомобільних та інших деталей.

Контактне наварювання має малу зону термічного впливу. Отже, термічні деформації деталі після наварювання мінімальні, що дає можливість відновлювати та зміцнювати деталі малої товщини та діаметру. Методом контактного наварювання можливо відновлювати вали автомобілів низької жорсткості. До деталей такого типу відносяться вали, вісі, штоки, тонкостінні трубчаті деталі.

Проведений аналіз показав, що електроконтактне наварювання є одним з перспективних способів нанесення покрить на деталі машин, що швидко зношуються.

Процес електроконтактного нанесення покрить характеризується використанням електричного струму силою 1,5…30 кА, вторинною напругою 1...6 В. тиском до 100 МПа. Відмічається висока швидкість нагріву зони, що зміцнюється. Швидкість нагріву порошку перевищує 50000 К/с.

Номенклатура деяких деталей машин, які рекомендується відновлювати розробленим способом представлена в табл. 1.

Таблиця 1 – Деталі автомобілів, що доцільно відновлювати контактним наварюванням

Найменування деталі, поверхні	Матеріал	Твердість, HRC	Величини зносу
Розподільчий вал, опорні шийки	Сталь 40-45, 40Х	54...62	0,06...0,8
Розтискний кулак	Сталь 45	50...62	0,16...0,2
Хрестовина карданного валу, шипи	Сталь 18ХГТ	56...62	0,03...0,1
Хрестовина диференціалу, шипи	Сталь 18ХГТ	56...62	0,16...0,2
Вісь колодок гальм	Сталь 45	50...62	0,14...0,22
Ведений вал коробки передач, поверхні під підшипники	Сталь 40Х	48...59	0,1...0,15
Напівосі, поверхні під підшипники	Сталь 30Х, 35Х	40...45	0,1...0,2
Шворні	Сталь 40Х	45...55	0,1...0,16
Поворотна цапфа	Сталь 40ХГНМ	50...55	0,15...0,25

Поряд з перевагами метод контактного наварювання має ряд недоліків.

1. Широке використання методу контактного наварювання для реновації поверхонь автомобільних деталей ускладнене через відсутність систематичних досліджень і рекомендацій щодо методики вибору оптимальних технологічних параметрів.

2. При розробці технології наварювання на невеликі деталі автомобілів, робочі поверхні яких мають форму тіла обертання (фаски клапана двигуна внутрішнього згорання, дрібні валики, вісі, втулки тощо), вищеописаними методами часто не вдається отримати якісні покриття через недостатньо відпрацьовані технологічні режими.

Висновки. Враховуючи перелічені фактори можливо стверджувати , що при реновації та зміцненні автомобільних деталей перспективне використання методу контактного наварювання порошків з використанням циліндричних електродів.

Для більш детального вивчення процесу, слід приділити увагу оптимізації технологічних параметрів, якими є тиск і температура, а також і кінетиці формування зносостійкого покриття.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ярошевич В.К. Электроконтактное упрочнение/ Ярошевич В.К., Генкин Я.С., Верещагин В.А. – Минск: Наука и техника, 1982, - 256 с.
2. Дорожкин Н.Н. Электрофизические методы получения покрытий из металлических порошков/ Дорожкин Н.Н., Миронов В.А., Верещагин В.А. – Рига: Зинатне, 1985, - 131с.
3. Красота М.В. Дослідження впливу параметрів циліндричних електродів на формування покриттів при контактному наварюванні порошків/Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник/ Красота М.В., А.М. Артюхов, І.В. Шепеленко, В.О. Дубовик.// Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин, вип. 40, ч. І - Кіровоград, КНТУ, 2010, с. 179-185
4. Черновол М.И. Упрочнение и восстановление деталей машин композиционными покрытиями: Учеб. пособие. – К.: Вища школа, 1992, - 79 с.
5. Лопата Л.А. Застосування композиційних дифузійно-легованих порошків при відновленні деталей машин електроконтактним припіканням/ Лопата Л.А., Красота М.В. //Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково технічний збірник. - Кіровоград, КДТУ, 2001 - Вип. 30. - с. 165-169.

УДК 608.344.77:621

РОЗВИТОК ВИНАХІДНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ – ОДИН ІЗ ШЛЯХІВ ВІДРОДЖЕННЯ УКРАЇНИ ЯК ІНДУСТРІАЛЬНО-АГРАРНОЇ ДЕРЖАВИ

Кузнєцов Ю. М.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Основна риса сучасності в умовах викликів четвертої промислової революції INDUSTRY.4.0 – створення нової техніки і новітніх технологій в секторі засобів виробництва економічно розвиненої держави, де більше уваги приділяється штучному інтелекту, екології, інтеграції науки, освіти, виробництва і сфері послуг [4].

Сьогодні, як ніколи, і особливо в умовах коронавірусу, люди почали замислюватися про майбутнє: своє, як особисті, своєї родини, свого колективу в організації, своєї країни і, навіть, всього людства, задаючи питання: «Що нас чекає в недалекому і далекому майбутньому?». Зараз вчених і мислителів турбує філософія майбутнього і навіть його конструювання при міждисциплінарному підході и конвергенції наук, що приводить до ефекту емерджентності і створенню несподіваних рішень на рівні винаходів і наукових відкрить. Це можливо на основі використання системного підходу, застосування теорій еволюційного і генетичного синтезу стосовно складних технічних систем (ТС), що розвиваються в часі [5,7.13]

За 30 років в Україні виникла серйозна інтелектуальна деградація при катастрофічному скороченні винахідників, раціоналізаторів і творців [1-3]. Держава поки що не спромоглася вибудувати національну політику у сфері інтелектуальної власності (ІВ), намагаючись за рахунок поборів з суб”єктів права ІВ поповнити державний бюджет. Тут доречно згадати слова Оноре де Бальзака «Изобретай и ты умрёшь гонимый, подражай и будешь счастлив как дурак».

Спостерігаючи більше півстоліття за подіями, що сталися в Україні [2], можна констатувати два негативних впливи: перший зовнішній і дуже активний з боку США; другий внутрішній з боку прибічників США. Очевидний безперечний факт-руйнація стратегічно важливих галузей: літакобудівної, аерокосмічної, верстатобудівної-серцевини машинобудування, сільськогосподарської, тощо.

Заслужених винахідників і раціоналізаторів України не тільки не стимулюють [3], що було раніше, але й починають забувати навіть там, де вони працюють. Ніхто не допомагає суб”єктам права ІВ впроваджувати результати їх творчої діяльності у вітчизняне виробництво. В той же час спостерігається негативна ситуація, коли нова техніка і новітні технології, в тому числі і інформаційні, які розроблені українськими творцями і вченими внаслідок відсутності державної підтримки з посиланням на брак фінансування (на створення дослідних зразків, їх випробування, тиражування, набуття прав за межами України у вигляді міжнародних охоронних документів, організацію дослідно-промислового виробництва з ефективним впровадженням у вітчизняне народне господарство) визнаються іншими державами, стають їх надбанням, а Україна від цього нічого не отримує, більш того змушена купляти своє задорого.

Не зрозуміла логіка часової динаміки підвищення зборів з різкими стрибками згідно постанови КМУ №496 для підтримання чинності дії патентів на винаходи і корисні моделі, а також перевищення збору за подання заявки на корисну модель в порівнянні з заявкою на винахід. Якщо ще рік тому за подання заявки на винахід і корисну модель фізична особа сплачувала 40 грн плюс 10 грн за банківські послуги, разом 50 грн, то сьогодні за корисну модель треба сплачувати 480 грн плюс 25 грн за банківські послуги, разом 505 грн, тобто в 10 разів більше. Виникає питання **«Кому це вигідно?»,** якщо

держава за власною ініціативою позбавляється інтелектуальної технічної еліти. При задекларованому народовладді відповідь повинні були дати ті, кого влада не спитала і з ким не порадилася: НАНУ, колективи провідних технічних ЗВО, заслужені винахідники України, громадські організації і всі, хто відноситься до золотого фонду нації. На жаль, як показала практика останніх років, влада і обрані народом державні чиновники не реагують на петиції [15] і думки громадянського суспільства, порушуючи Конституцію України.

Негативні тенденції у сфері ІВ [1-3] залишаються. Зокрема, по винаходах, як були, так і залишилися тільки декларативні закони з частими змінами і доповненнями. Недосконалими залишилися закони і механізми, які захищають права винахідника (хоча на куполі будівлі штаб-квартири ВОІВ (WIPO) у Женеві напис: **«Обов'язок держави-забезпечити надійний захист усіх видів мистецтв та винаходів»**) і практично зовсім немає законів, які стимулюють отримання прав (для порівняння над дверима департаменту торгівлі у Вашингтоні написані слова президента США Авраама Лінкольна: **«Патентна система підливає масла зацікавленості у вогонь таланту»**, тобто авторам гарантується право на винагороду за їх творіння.

В основу створення складних систем закладено основний принцип генетики «Від простого до складного», тобто уявлення про елементарність, вчення про властивість елементарних структур, які виконують роль теоретичної основи для узагальнення і синтезу знань в сучасних фундаментальних науках [5,6,12,13].

На сучасному етапі еволюції техніки спостерігаються стійкі тенденції зростання складності проблем, що постають перед спеціалістами в різних галузях технічної діяльності. Це обумовлено процесами конвергенції наук і технологій, широким поширенням цифрових технологій, різким збільшенням обсягів інформації, міждисциплінарним рівнем знань і штучним інтелектом. У зв'язку з цим зросли вимоги до компетентності фахівця як до суб'єкта професійної діяльності, здатного генерувати власні ідеї, креативно і швидко вирішувати складні завдання, використовувати системний підхід, проявляти адаптивні навички професійної мобільності.

Системні задачі з визначення та розшифрування генетичних програм належать до категорії міждисциплінарних задач, а їх розв'язання можливе лише за умови наявності концептуальних моделей знань високого рівня узагальнення. Тому розвиток досліджень у даному напрямку відкриває можливість постановки і розв'язання принципово нових міждисциплінарних задач [7,10,13], в тому числі задач структурного передбачення і інноваційного синтезу складних ТС, які можуть суміщуватися з компонентами різної генетичної природи (механічними, гідравлічними, електронними, біологічними та ін.).

За результатами досліджень, проведених в КПІ ім. Ігоря Сікорського механіками і електромеханіками, здійснена практична реалізація програми геномних досліджень, яка дозволила відкрити нові функціональні класи об'єктів (рис.1). Це дозволило суттєво зекономити часові й матеріальні ресурси, які традиційно витрачаються на пошук нових оригінальних ідей, інноваційних проектів та технологій. Використання теорії генетичної електромеханіки дозволило здійснювати спрямований генетичний синтез і передбачення верстатів нового покоління з їх моделюванням у вигляді структурних генетичних формул [11] (рис.2).

Відкриття здається на перший погляд парадоксальним нових ефектів і явищ, об'єктивно існуючих в Природі, дозволяє на багато років вперед прогнозувати і навіть передбачати розвиток науки і техніки, розв'язувати найскладніші проблеми, які стоять перед людством, серед котрих енергетичні, екологічні, сировинні, інформаційні та інші. По аналогії з біологічним і електромагнітним генами в основу механічного гена на генетичному рівні, як нащадкової інформації, створеної Природою, можуть бути покладені елементарні частинки у вигляді безрозмірної матеріальної точки [6] – нерухомої для статичних ТС і рухомої під дією сили і (або) моменту для динамічних ТС. На хромосомному рівні (батьківські хромосоми) матеріальна точка перетворюється в

елементарне тверде тіло обмеженої кількості форм у вигляді кулі, циліндра, правильного багатогранника, призми, паралелепіпеда, труби, конуса, піраміди.

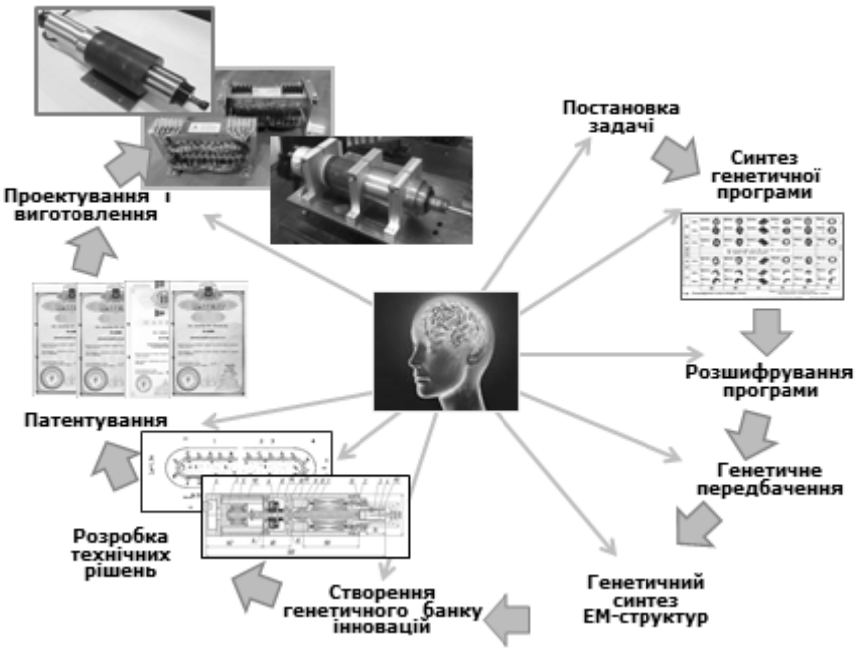


Рисунок 1 – Перші в світі технічні об'єкти, синтезовані за результатами розшифрування їх генетичних програм

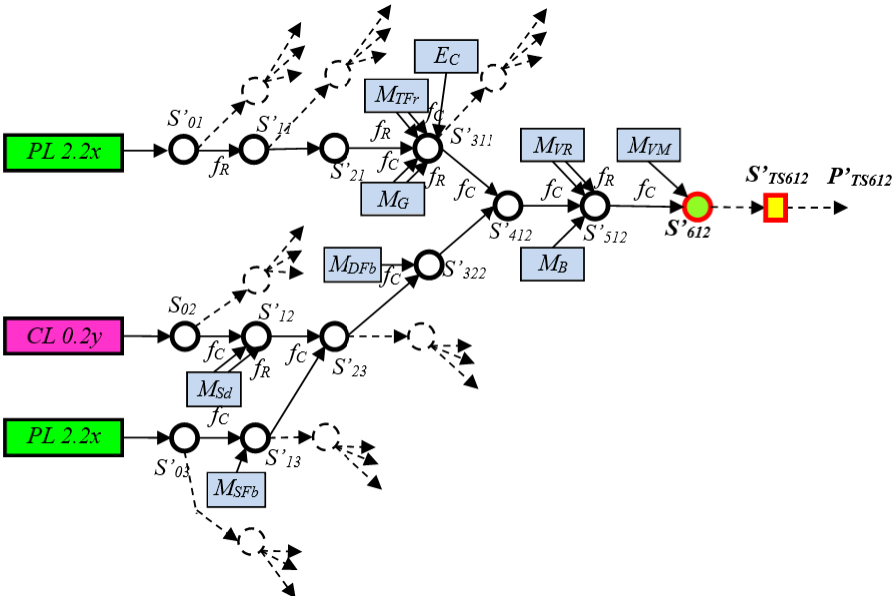


Рисунок 2 – Генетична модель синтезу настільних ЧПК-структур фрезерних верстатів з використанням визначеної функції пошуку F'_{TS} (3): fC - генетичний оператор схрещування; f_P - генетичний оператор реплікації; CL0.2y, PL2.2x - первинні електромагнітні хромосоми; S'_{01} , S'_{02} ,…, S'_{612} - синтезовані структури електромагнітних хромосом; S'_{TS612} - технічне рішення; P'_{612} - сукупність технічних рішень

Якщо звернутися до витоків створення Людиною механічних систем, то знаряддя кам'яного віку уявляли собою прості форми тіл, на основі яких з'явилися всі наступні винаходи в механіці. Саме з таких позицій можна прослідкувати розвиток техніки від минулого через сучасне до майбутнього на прикладі еволюції і синтезу верстатів, як машин, що створюють інші машини, використовуючи для цього геометричні побудови і об'єктивні закони в Природи. З використанням матеріальної точки як носія генетичної

інформації запропонована Породжувальна система для затискних механізмів [12]і новий погляд на кінематику різання (формоутворюючих рухів) [14].

Винахідницька діяльність людини тісно пов'язана з його мисленням, не може мати однозначного тлумачення і охоплює широкий діапазон дій лівої і правої півкуль людського мозку від альтернативно-логічного до інтуїтивно-практичного мислення в їх взаємодії або схрещуванні, що умовно можна віднести до гібридного мислення [8,9].

Висновок: Треба негайно скасувати хибну постанову № 496, а молодій креативній, патріотичній і непідкупній генерації інтелектуальної технічної еліти, серед якої майбутні нобелівські лауреати, українські Кулібіни і Едісони, все зробити, щоб вивести Україну із скрутного становища за рахунок державної підтримки винахідницької діяльності і стимулювання винахідників.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» відомий на всьому світовому просторі своїми вихованцями і досягненнями, є лідером серед ЗВО країни, до думки якого прислуховуються владні структури. Тому він не повинен залишатися осторонь штучно створеної проблеми і неодмінно висловити колективну думку про негайне скасування постанови КМУ №496.

Використання конвергенції знань у вигляді НБІКСЕ (нано-біо-інфо-когно-соціо-еко) – технологій, генетико-морфологічного підходу, спрощених систем штучного інтелекту з високим рівнем креативності і подальшим їх удосконаленням дозволить здійснити інноваційний прорив під гаслами **«Основним творцем є Природа, а Людина – одне з неперевершених її творінь і творець за своєю подібністю»** та **«Випередити, не наздоганяючи!»** і повернути велич України як суверенної високо розвиненої **індустріально-аграрної держави**

ЛІТЕРАТУРА

1. Андрощук Г.О. Патентний тролінг проти інновацій: стан, тенденції, загрози // Право та інноваційне суспільство, №1, 2013. – С. 70-88.
2. Кузнєцов Ю.М. Причини руйнації вищої технічної освіти і науки в Україні і шляхи виходу з кризи //Науково-інформаційний вісник ГО НАНВОУ, №1-2, 2019. – С.61-64.
3. Кузнєцов Ю.М. Чи потрібні в Україні винаходи і винахідники? // Газета «Академія» АНВОУ, №3, грудень 2011.- С.1,4.
4. Кузнецов Ю.Н. Вызовы четвертой промышленной революции «Индустрия 4.0» перед учеными Украины // Вестник ХНТУ, Херсон, №2 (61), 2017.- С.67-75.
5. Кузнецов Ю.Н. Эволюционный и генетический синтез технологического оборудования нового поколения // Резание и инструмент в технологических системах: Междунар. науч. – техн. сб. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2008. – Вып. 85. - с.149-162.
6. Кузнецов Ю.Н. Новый взгляд на материальную точку как носителя генетической информации при создании технических систем //Материалы Международной научно-практической конференция «Фундаментальные основы механики», Новокузнецк: НИЦ МС, 2016. - №1.- с.26-40.
7. Кузнецов Ю., Шинкаренко В. Генетический подход – ключ к инновационному синтезу сложных технических систем. Журнал «Fundamental scinces and aplications», т.16, Пловдив (Болгария), к.2, 2011. – с.15 – 33.
8. Кузнєцов Ю.М. Людське мислення і штучний інтелект на прикладі синтезу затискних цангових патронів //6-я межд. науч.-практ. конф.»Информационные технологии и взаимодействия». КНУ им. Т.Г. Шевченко, 2019.-с.236-245.
9. Кузнєцов Ю.М. Етапи еволюції творчого мислення з елементами штучного інтелекту на прикладі синтезу цангових патронів //Журнал «Наукові нотатки». Вип.№67,-Луцьк, 2019.-с.70-81.
10. Междисциплинарный подход к моделированию и созданию сложных электромеханических систем на примере мотор-шпинделя /Шинкаренко В.Ф., Кузнецов

Ю.Н. //Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. «Сучасні технології промислового комплексу». Херсон, ХНТУ, 2015.-с.8-13.
11. Моделирование вариантов малогабаритного фрезерного станка портальной компоновки (англ.) /Кузнецов Ю.Н., Гайдаенко Ю.В., Кривчук Ю.Т. //Международная научно-техническая конференция UNITECH'19, г.Габрово (Болгария), 2019, т.2.- с.255-258.
12. Хамуйела Ж.А.Герра. Генетико-морфологический синтез зажимных патронов: Монография /Герра Ж.А.Хамуйела, Ю.Н.Кузнецов, Т.О.Хамуйела; под ред. Ю.Н.Кузнецова.-Луцк: Вэжа-Друк, 2017.-328с.
13. Шинкаренко В.Ф. Основи теорії еволюції електромеханічних систем. – К.: Наукова думка, 2002. – 288 с.
14. Guerra J.A. Hamuyela, Kuznetsov Yu.N. Stractural genetic-morphological synthesis of kinematic of the longitudinal sharpening //UNITECH-18, Vol.II, 2018.-p.p.255-258.
15. http://petition.kmu.gov.ua/>>/Petition/View/2359.

УДК 621.89.094 – 047.64

ДІАГНОСТИКА АГРЕГАТІВ АВТОМОБІЛЕЙ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРІВ ПРАЦЮЮЧОГО МАСТИЛА

Мєшков Ю.Є.
Херсонський національний технічний університет, м. Херсон

Поширеною проблемою є той факт, що існуючі лабораторні методи аналізу мастила мають ряд недоліків. Як правило, їх робочі процеси засновані на таких фізико-хімічних методах, практична реалізація яких викликає високий трудомісткий аналіз мастила. Методи також залежать від наявності спеціальних лабораторних умов, хімічного посуду і реагентів. З цієї причини забезпечується діагностика в основному двигунів, відсутнє діагностичне управління блоками трансмісії і гідравлічними системами. Ситуацію ускладнює той факт, що в автомобілях немає бортових систем діагностики агрегатів по параметрам працюючого мастила, що призводить до зниження експлуатаційної надійності окремих агрегатів і агрегатів і збільшує їх простої в ремонті.

В даний час робота автотранспортних засобів регулюється нормативно-технічною документацією, яка не відображає місце діагностики по параметрам мастила в структурі системи технічного обслуговування і ремонту, що свідчить про відсутність роботи з організації виробничих процесів в автотранспортних підприємств.

Автомобіль, як комплексна система взаємодіючих елементів, агрегатів і механізмів, забезпечує його функціонування завдяки закладеній надійності і ремонтоздатності, з одного боку, і вдосконаленню методів технічного впливу на автотранспортні засоби, з іншого боку. Утримання автотранспортних засобів в технічно обумовленому стані вимагає значних витрат, пов'язаних з технічною організацією і ремонтом, які в залежності від типу рухомого складу можуть відрізнятися в десятки разів. [1].

Підвищення інтенсивності режиму роботи основних вузлів машин і механізмів сприяє зменшенню їх надійності та довговічності. Причому ця проблема пов'язана, в основному, із вузлами тертя, які є найбільш чутливими до дії високого рівня навантажень, швидкостей та температур, зростання яких є неминучим при інтенсифікації роботи обладнання [2]

Тому актуальним завданням є підвищення високих навантажень, швидкостей та температур. Цю проблему можливо вирішити різними способами, у тому числі за рахунок

підвищення змащувальних якостей мастильних матеріалів, які використовуються у надійності та довговічності роботи вузлів тертя машин і механізмів, які працюють за умови вузлах тертя.

Питанням підвищення ефективності експлуатації великовантажних автотранспортних засобів за рахунок зниження витрат, підвищення продуктивності, вдосконалення виробничих процесів, поліпшення конструкцій автомобілів, забезпечення ремонтної технологічності, присвячені дослідження Аністратова К.Ю, Біденко А.В., Васильєва В.А., Васильєва М.В. Воронова Ю.Є, Галкіна В.І., Герике Б.Л., Казарез А.Н., Квагінідзе В.С., Коха П.І., Кулешова А.А., Марієва П.А., Морозова В.І., Потапова М.Г., Сироткіна З.Л., Смирнова В.П., Горешок А.А., Ціперіна

В даний час в Україні експлуатація великовантажних автотранспортних засобів регулюється системою технічного обслуговування і ремонту, що відображено в нормативних документах [3,4], якою підвищено якість процесу проведення перевірки технічного стану транспортних засобів суб'єктами здійснення обов'язкового технічного контролю.

Як відзначає [5] ці види зносу характерні для всіх агрегатів із закритими системами мащення: двигуни внутрішнього згоряння, гідромеханічні передачі, коробки передач, редуктори ведучих мостів, редуктори мотор-коліс, гідравлічні системи. При цьому є і відмінні риси в цих механізмах - це наявність масляної системи фільтрації.

Відмінною рисою решти агрегатів автотранспортних засобів є динамічний фактор, який характеризується кутовими зазорами (люфтами).

Вихід з ладу одного автотранспортного засобу з експлуатації не призводить до виходу з ладу транспортного процесу всього автопарку. Але умови експлуатації автотранспортних засобів випадкові і мають ймовірні характеристики. Тому дія випадкових факторів може накопичуватися, і тоді може виникнути збій в роботі системи, що може привести до зупинки транспортного процесу автотранспортного підприємства. Усуненню факторів збоїв, що викликають відкази агрегатів, виявлення їх причин відмови буде сприяти регламентне виконання технічного обслуговування згідно норм технологічної документації та технічних правил експлуатації. Але навіть якісні показники технічного обслуговування не гарантують повних регуляторних показників надійності і довговічності. Таким чином, відсутність діагностики автотранспортних засобів по параметрам робочого мастила може привести не тільки до тривалого простою автомобілів, але і до виникнення шкоди навколишньому середовищу і неефективного використання паливо-мастильних матеріалів.

Агрегати трансмісій автотранспортних засобів не оснащені системами очищення мастила. Це дозволяє продуктам зносу, елементам дорожнього пилу і води, накопичення яких відбувається через неправильний контроль, збільшити знос відповідних деталей до аварійних поломок. Знос призводить до збільшення кутових щілин в парах і появи ударів.

Удосконалення технології виготовлення двигунів внутрішнього згорання, використання зносостійких матеріалів, використання нових видів обробки, поліпшення властивостей мастильних матеріалів і їх очищення приводить до зниження зносу деталей. Ця тенденція характерна для виробників двигунів і мастильних матеріалів. Однак ці заходи не можуть повністю позбавити двигуни внутрішнього згорання зовнішніх і внутрішніх операційних факторів. У роботах [6,7] відзначається, що основними частинами, що піддаються зносу, є частини циліндра. Переважаючими видами зносу є: абразивні, захоплюючі, корозійно-механічні.

Ці типи зносу, як правило, є стимуляторами інших видів зносу, які можуть відбуватися одночасно.

Збої агрегатів з замкнутими системами мащення можуть складати значну частку загальної кількості відмов автотранспортних засобів - від 38 до 48%. Встановлено, що несправності двигунів, трансмісійних агрегатів і гідросистем переважно мають поступовий знос з задирами і заклинюванням деталей що сполучаються.

Доцільно відзначити, що коли мова йде про вхідні параметри для системи "агрегат - мастило", система мастила стане джерелом інформації про технічний стан автомобіля, а такі показники, як довговічність і надійність, багато в чому будуть залежати від процесів, що відбуваються в масляній системі. В цьому випадку необхідно враховувати поточний стан системи з точки зору ступеня забруднення мастила абразивом, паливом, охолоджуючою рідиною, порушенням працездатності елементів системи очищення мастила, падінням тиску, підвищенням температури, витоком мастила і т.п.

Виходячи з вищесказаного, проблемі зниження експлуатаційної надійності автотранспортних засобів повинні бути протиставлені заходи ефективного використання агрегатів і мастильних матеріалів, основаних на методах їх оцінки і контролю. Такі методи повинні виявити механізми складних фізичних процесів, що відбуваються в системі «агрегат-мастило» і дозволяють задовго до настання відмов виявити і усунути причини їх виникнення.

Гідравлічне мастило, яке функціонально передає механічну енергію з його джерела в місце використання, має високу рухливість, що пов'язано з ККД теплового відходу від нагрітих частин гідросистеми.

Тому гідравлічні мастила мають невелику в'язкість, що забезпечує рухливість мастила при низьких температурах. Рухливість обумовлена низькомолекулярною масою вуглеводнів. Легкі ароматичні вуглеводні забезпечують хорошу рухливість нафтопродуктів, але будучи природними окислювачами, вони найбільш агресивні по відношенню до гумових виробів і при виробництві гідравлічних мастил ароматичні вуглеводні видаляються шляхом очищення

Для гідравлічних мастил дуже важливий показник хімічної стійкості, так як мастило постійно контактує з металевими деталями і гумовими ущільненнями.

Нафтенові вуглеводні підвищують в'язкість мастила, і в той же час забезпечують його низькотемпературні властивості, що є важливим показником працездатності гідросистем в зимових умовах. Однак збільшення частки нафтенових вуглеводнів в мастилі призводить до зниження стійкості мастил до окислення. У міру збільшення молекулярної маси молекул нафтенових компонентів знижується стійкість мастила в окислюючих середовищах. В процесі окислення в мастилах різко збільшується кількість ізомерів, утворюються спирти і карбонові кислот, які мають значення діелектричних проникнень навколишнього середовища ($\varepsilon \approx 27...37$) що на порядок вище цього показника для свіжого мастила. Отже, навіть при відсутності забруднюючих елементів з високою діелектричною проникністю навколишнього середовища (вода, кремній) термічно активне мастило може знизити значення коефіцієнта використання за рахунок процесів власного окислення і полімеризації. А також збільшувати цей показник за рахунок корозійного руйнування металів, частинки яких циркулюють в робочому мастилі.

Висновок. Гідравлічні мастила на нафтеновій основі здатні в процесі експлуатації, по мірі спрацювання добавок, змінювати свої конструктивні властивості, без зовнішніх забруднюючих компонентів, що відбивається на зміні його діелектричних показників.

ЛІТЕРАТУРА

1. Техническая эксплуатация автомобилей / Под ред. Г.В. Крамаренко. – М.: Транспорт, 1983. – 488 с.
2. Фролов, К.В. Современная трибология. Итоги и перспектива / К.В. Фролов. – М.: Издательство УКИ, 2008 – 480 с..
3. Постанова Кабінету Міністрів України «Порядок проведення обов’язкового технічного контролю та обсяги перевірки технічного стану транспортних засобів» від 30 січня 2012 р. № 137.
4. Постанова Кабінету Міністрів України від 23 січня 2019 року №46 «Про внесення змін до деяких постанов Кабінету Міністрів України».

5. Власов Ю. А. Методология диагностики агрегатов автомобилей електрофизическими методами контроля параметров работающего масла: дисертация на соискание учёной степени докт. техн. наук: спец. 05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта – Томск: Томск. инж.-строит. ин-т, 2015. – 368 с.
6. Григор'єв М.А. Знос і довговічність автомобільних двигунів / М.А. Григор'єв Н.Н. Пономарьов - М.: Машинобудування, 1978. - 288 с.
7. Циперфін І.М., Касарез А.Н. Технічне обслуговування та ремонт БелАз. - М.: Вища школа, 1982. - 304 с

УДК 621. 787

ЗНОС ТА ІМПУЛЬСНО-ПЛАЗМОВЕ ЗМІЦНЕННЯ СТВОЛІВ ВОГНЕПАЛЬНОЇ ЗБРОЇ

[1]Смирнов І.В., [1]Чорний А.В., [1]Лисак В.В., [1]Щекланов О.В., [2]Андрейцев А.Ю
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
[2]Державний університет інфраструктури та технології

В процесі експлуатації (стрільби) будь-який ствол вогнепальної зброї зношується і перестає задовольняти тактико-технічним вимогам (початковій швидкості, купчатості стрільби, параметрам польоту і т.п.). В наслідок спільної дії снаряда (кулі) та високотемпературного, високошвидкісного потоку порохових газів, які мають високий тиск і хімічну активність, ствол має значно менший технічний ресурс, ніж всі інші вузли і деталі зброї (відбивач, гачок, затвор та інш.).

Прагнення підвищити ресурс роботи ствола, наблизити його довговічність до довговічності інших вузлів і деталей зброї, викликають безліч досліджень і технічних пропозицій, що відносяться як до ствола (застосування спеціальних сталей, нанесення ерозійностійких та зносостійких покриттів), так і до снаряда (застосування спеціальних технологій та матеріалів для нанесення провідних поясків). Однак, вирішити дану задачу в повній мірі поки не вдається, оскільки підвищення потужності, далекобійності та швидкострільності вогнепальної зброї неминуче викликає труднощі в забезпеченні прийнятного технічного ресурсу стволів. В цьому зв'язку зменшення норм живучості стволів модернізованої стрілецької зброї обґрунтовувалося підвищенням початкових швидкостей куль, при цьому виготовлення стволів зі сталей підвищеної міцності (хромонікелевої, хромонікельмолібденової, хромованадіймолібденової) підвищувало норму живучості від 30 до 80%.

За критерій живучості прийнята втрата початкової (дульної) швидкості снаряда, за умови дотримання нормальних режимів стрільби ствол буде вважатися зношеним, якщо початкова швидкість снаряда зменшилася на 5-10%. У таких випадках стволи гармат, які відмічені подовженням камор, сіткою розпалу, зносом та сколом полів нарізів підлягають заміні.

Основними ознаками, за якими також можна судити про непридатність стволів стрілецької зброї, є збільшення розсіювання куль до 2,5 разів у порівнянні з табличним або поява зривів куль з нарізів (понад 50%), які встановлюються наявністю на мішені овальних пробоїн. У відповідності з прийнятим критерієм розроблялися норми живучості - граничне число пострілів, після якого спостерігалось падіння початкової швидкості снаряда в зазначених вище значеннях. Орієнтовний ресурс (живучість) стволів або кількість пострілів стрілецької зброї та засобів ближнього бою наведений в таблиці 1.

Величина живучості ствола задається під час проектування, забезпечується конструкцією і підтверджується випробуваннями ствольної системи. Таким чином, підвищення живучості каналу ствола є важливим завданням балістичного проектування ствола та його конструювання, а зміцнення стволів, є актуальним завданням ресурсозбереження.

Аналіз видів зносу, присутніх в стволах сучасної автоматичної зброї показав, що досягнення граничного стану експлуатації обумовлено як протіканням процесу циклічної повзучості, і як наслідок, неприпустимим спотворенням початкової геометрії нарізів, так і розвитком сітки теплових втомних тріщин, які порушують суцільність поверхні каналу ствола. Вид зносу, залежить від ряду факторів, серед яких вирішальне значення має температура поверхні каналу ствола перед черговим пострілом.

Таблиця 1 – Ресурс (живучість) стволів стрілецької зброї та засобів ближнього бою

№ п/п	Найменування зразка	Індекс	Орієнтовний ресурс ствола (кількість пострілів)
1	9-мм пістолет Макарова, Яригіна	ПМ, ПММ, ПЯ	4000
2	9-мм автоматичний пістолет Стечкина	АПС	8000
3	9-мм самозарядний пістолет для безшумної, безполуменевої стрільби	ПБ	2000
4	9-мм автоматичний пістолет для безшумної, безполуменевої стрільби	АПБ	6000
5	9-мм гвинтівка	ВСС	6000
6	9-мм автомат	УЗИ, СР-3	4000
7	9-мм автомат	АС ВАЛ	5000
8	9-мм пістолет	СР-1, СР-2, Джерико, GLOCK	2000
9	9-мм пістолет-кулемет	АЕК-919	3000
10	5,45-мм пістолет самозарядний малогабаритний	ПСМ	3000
11	7,62-мм пістолет, Токарева	ТТ	1000
12	7,62-мм снайперська гвинтівка Драгунова, Мосіна	СВД, СВМ	6000
13	7,62-мм самозарядний карабін Сімонова	СКС	6000
14	7,62-мм автомат Калашнікова та його модифікації	АКМ	10000
15	7,62-мм пулемет Калашникова и его модификации	ПК, ПКМ	25000
16	7,62-мм кулемет	РПД-44, РП-46, Печенег	25000
17	7,62-мм снайперська гвинтівка	Steyr	10000
18	5,45-мм автомат АК та його модифікації	АК-74, АКС, АН-94	10000
19	5,45-мм, 7,62-мм ручний кулемет Калашнікова	РПК, РПК-74	20000

20	12,7-мм кулемет	НСВС, НСВТ	10000
21	12,7-мм кулемет	ДШК, ДШКМ, ДШКМТ	15000
22	14,5-мм крупнокаліберний кулемет Владимирова, танковий	КПВТ	12000
23	14,5-мм зенітна установка	ЗПУ-4, ЗУ-2	25000
24	15-мм сигнальний пістолет	Мартирка	1000
25	14,5-мм вкладний ствол	У5ТС, 2А46	4000
26	23-мм вкладний ствол	Д-30, БС-3, Д-56, М-30	4000
27	23-мм зенітна самохідна установка	ЗСУ-23-4	45000
28	23-мм зенітна установка	ЗУ-23-2	30000
29	26-мм сигнальний пістолет	СПШ, СП-81	1000

Ресурс ствола залежить в першу чергу від інтенсивності зносу каналу, тобто від інтенсивності взаємодій, що протікають в системі "пороховий заряд - снаряд - ствол", які викликають механічну, термодинамічну та хімічну ерозію. Під дією ударів твердих частинок, що переміщуються в газовому потоці та механічної взаємодії провідних елементів (поясків) снаряда об стінку каналу ствола, виникає механічна ерозія, яка викликає руйнування поверхневого шару металу ствола. Механічна ерозія відіграє основну роль в зброї з низькою температурою порохових газів і невисокою балістикою. Термічна ерозія викликає знос поверхні каналу ствола під дією високих температур, які призводять до структурно-фазових змін в матеріалі стволів. Не менш небезпечною є хімічна ерозія, яка викликає зміну структури поверхні каналу ствола в результаті хімічної взаємодії з компонентами газового потоку, в основному CO, H_2O, H і N_2, що приводить до дифузії вуглецю, водню, азоту та інших газів вглиб металу та/або утворення низькотемпературних оксидів. В результаті такої взаємодії змінюються теплофізичні характеристики, що може призвести до зниження температури плавлення сталі в поверхневому шарі каналу ствола та втрати міцності.

Враховуючи наведені взаємодії виділяють три основних види зносу стволів сучасної автоматичної зброї.

Термоерозійний знос відбувається в наслідок різкого нагрівання в процесі пострілу і наступного швидкого охолодження, що призводить до утворення на поверхні каналу сітки тріщин (сітки розпалу). Покритий сіткою тріщин поверхневий шар під дією порохових газів поступово викришується і частинки металу, що відкололися виносяться з каналу ствола.

Такий вид зносу, коли спостерігається відшарування найдрібніших частинок, характерний для стволів стрілецької зброї з хромовим покриттям.

Найбільший термоерозійний знос утворюється в казенній частині на ділянці 0,1 - 0,25 довжини нарізної частини, максимальне значення зносу приблизно відбувається на відстані 3-4 калібрів від початку нарізної частини, потім знос поступово спадає до нуля в точці на відстані 10-15 калібрів від початку нарізної (каліберної) частини. У цьому випадку саме термоерозійний знос початкової ділянки ствола призводить до втрати початкової швидкості снаряда/кулі.

Швидкість зносу стінки каналу ствола має більш складний характер, особливо в діапазоні від початку каліберної частини до розташування точки максимального зносу, і залежить від часу нагріву газовим потоком, а також локальних миттєвих значень коефіцієнтів тепловіддачі та температури. Для зброї де використовується частина газів, які відводять зі ствола для роботи автоматики, живучість може бути втрачена за рахунок термоерозійного зносу газовідвідних отворів, оскільки це призводить до порушення роботи автоматики зброї або виходу з ладу ствола.

Термопластичний знос відбувається в наслідок інтенсивного розігріву ствола і напруженого режиму стрільби, в даному випадку матеріал ствола на глибині 1-1,5 товщини нарізу втрачає свої властивості міцності, що викликає зминання полів нарізів. Термопластичний знос характеризується зривом снаряда з нарізів і порушення правильного стабілізованого польоту снаряда. В результаті термопластичного зносу найшвидше зношується початкова ділянка ствола поблизу дула. На початку нарізів снаряд має максимальне прискорення, пов'язане з максимальним впливом на межі нарізів. Тиск і температура в цей момент досягають максимальних значень. Знос ствола в дуловій частині пов'язаний з високою швидкістю руху і виникненням коливань снаряда.

Термопластичний знос характеризується існуванням критичного режиму стрільби, тобто такого поєднання швидкострільності і довжини черги (граничної), за яких живучість ствола вичерпується практично миттєво за мале число пострілів (в межах однієї черги).

Одночасний термопластичний та термоерозійний знос може існувати в зоні між термоерозійним і термопластичним зносом, де спостерігається одночасно обидва зноси в залежності від темпу і довжини черги автоматичної зброї. Критерієм переходу приймається температура 800 К і залежно від режиму стрільби та балістичних характеристик в цій зоні може переважати один або інший вид зносу ствола.

Характер зміни тиску газів *P*, швидкості снаряда *V* та відносного діаметру каналу ствола D/Dк від відносної координати x/Lств показаний на рис. 1.

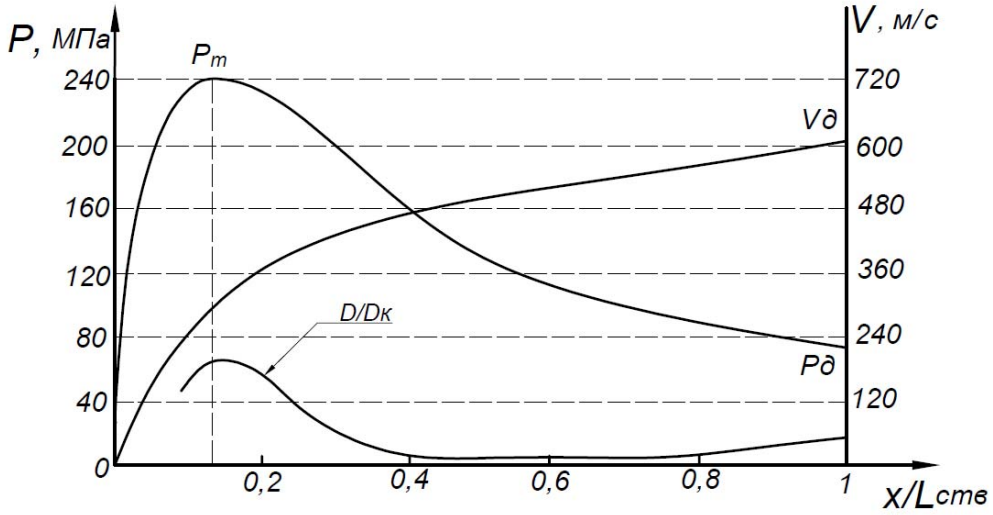


Рисунок 1 – Характерна діаграма зміни тиску газів, швидкості снаряда та зносу каналу ствола по довжині нарізної частини

Як видно з рисунка діаметральний знос каналу стволів, які вичерпали ресурс надзвичайно нерівномірний по довжині, і складає максимум на початку каналу ствола, в середній частині ствола він практично відсутній і має мінімум в кінці каналу ствола, що корелює зі зміною тиску газів та швидкістю снаряда.

Таким чином, можна зробити висновок, що зміцнення каналу ствола необхідно лише на довжині, що не перевищує в загальному випадку 10 калібрів від початку калібрної (нарізної) частини каналу ствола; інша частина каналу зміцнення не потребує.

На сьогоднішній день для виготовлення ствола застосовуються конструкційні покращені леговані сталі 38ХН3МФА, 40ХН2МА та ін. Такі сталі піддають гартуванню при 820–850°С в маслі з наступним високим відпуском при 550–600°С. Після такої обробки в сталі утворюється структура «сорбіт», який має оптимальне співвідношення міцності і в'язкості. В результаті покращення та легування нікелем сталь набуває високу границю текучості, малу чутливість до концентраторів напружень, високу границю витривалості і достатній запас в'язкості. Молібден, присутній в сталі, підвищує її теплостійкість. Згідно з довідковими даними, дані сталі можуть використовуватись при

температурах до 400–450°С. Крім того, для сталі 38ХН3МФА характерна мала чутливість до якості поверхні і ударних навантажень. До недоліків можна віднести труднощі в обробці різанням і схильність до утворення флокенів.

На даний час встановлено, що вітчизняні та зарубіжні гарматні сталі мають практично однаковий хімічний склад і фізико-механічні властивості, але не здатні протистояти пороховій ерозії. Опір поверхні каналу ствола зносу в значній мірі залежить від структурного стану і відповідних йому теплофізичних і механічних властивостей металу поверхневого шару. Однак, незважаючи на це, в розрахунках зносу стволів використовуються характеристики металу у вихідному структурному стані.

Підвищення живучості стрілецьких стволів досягається цілим рядом заходів, одним з яких є застосування металевих хромових покриттів, які захищають поверхневий шар каналу ствола від агресивного впливу потоку порохових газів і механічного зношування. Отже, для вирішення завдання підвищення живучості стволів доцільно застосувати такі методи обробки матеріалів, які приведуть до спрямованих структурних та хімічних змін поверхневих шарів.

Одним з ефективніших методів поверхневої хіміко-термічної обробки є процес азотування, у результаті якого підвищуються мікротвердість, зносостійкість та корозійна стійкість поверхні металів. Іонно-плазмове азотування має суттєві переваги порівняно з традиційними методами азотування, а саме: зменшену тривалість процесу (до 6 годин); можливість керування процесом азотування; відсутність деформування виробів під час обробки; економічність та екологічність процесу; невеликі витрати робочих газів.

Перспективним напрямком керування структурою і експлуатаційними властивостями внутрішніх поверхонь стволів є застосування імпульсно-плазмових технологій. Даний підхід базується на поєднанні імпульсного розряду для створення плазмового потоку елементів-дифузантів та імпульсного зміщення потенціалу підкладки для іонної імплантації або модифікації поверхні з переходом до пакетно-імпульсного режиму збудження індукційного розряду, *що є новим та оригінальним*. Імпульсна модуляція (періодичне переривання) струму газового розряду або напруги негативного зміщення підкладки зменшує середню потужність теплового навантаження на електроди (катод, анод, електроди сепараторів та ін.). Це суттєво знижує робочу температуру й дозволяє наносити покриття на теплочутливі підкладки, наприклад, загартовані сталі без ризику їх перегріву.

Для реалізації процесу була модернізована іонно-плазмова установка ВУ-1Б, яка оснащена спеціальним джерелом з електронним ключем на базі пентодів ГУ-81, а також генератором імпульсів Г5-54. Режимні параметри варіювали в широких межах: частота імпульсів – 10-15кГц; скважність – 2-3,5; напруга – 1-1,5 кВ, струм – 10 мА, тиск робочого газу в камері – 100-250 Па, тривалість процесу – 6-8 год, температура не перевищувала 580°С.

Досліди проводили на трубчастих зразках із зовнішнім діаметром 25 мм, внутрішнім – 12 мм, довжиною 240 мм зі сталі 25ХГТ. Вимірювання мікротвердості на внутрішніх поверхнях здійснювали по перерізу мікрошліфа за допомогою твердоміра ПМТ-3 з навантаженням на індентор 100 г, зносостійкість визначали за схемою вал – колодка, з використанням в якості контртіла стрижня діаметром 8 мм із загартованої сталі У8.

Застосування імпульсного режиму з частотою 10–15кГц забезпечує стійкість процесу дифузійного насичення поверхні без електричних пробоїв та дугоутворення, таким чином відповідно до вольт-амперної характеристики електричного розряду, реалізується режим аномального тліючого розряду. Важливу роль в даному процесі відіграє скважність імпульсів, зменшення якої призводить до локалізації об’єму плазми в трубчатому зразку. Це можна компенсувати збільшенням напруги, але це викликає на поверхні зразка перегрів, що призводить до не бажаних структурних перетворень. Рівномірність горіння плазми опосередковано оцінювали по нагріву зразка за допомогою

термопар, які були розташовані на краях і посередині зразка. Якщо плазма горить по всій довжині зразка, то різниця температур між термопарами знаходилась в діапазоні 5–10 градусів.

В результаті імпульсно-плазмової обробки трубчатого зразка в середовищі азоту, мікротвердість внутрішній поверхні збільшилась з 2 до 5 ГПа, що відобразилося на підвищенні відносної зносостійкості у 2–4 рази.

Висновки.

На підставі аналітичного огляду процесів зношення каналу стволів вогнепальної зброї можна стверджувати, що зміцнення каналу ствола необхідно лише на довжині, що не перевищує в загальному випадку 10 калібрів від початку каліберной (нарізної) частини каналу ствола; інша частина каналу зміцнення не потребує.

Для зміцнення стволів доцільне застосувати імпульсно-плазмове азотування в плазмі тліючого розряду високої частоти, яке у порівняння із відомими аналогами іонного азотування в стаціонарних умовах має низку переваг. Значно підвищується ефективність та продуктивність процесу за рахунок збільшення ступеня іонізації плазми та енергії іонів робочого газу, забезпечується уникнення дугоутворення на металевій поверхні зразків, зменшується середня потужність теплового навантаження на виріб, що суттєво знижує робочу температуру і дозволяє обробляти загартовані сталі без ризику їх відпуску.

В залежності від режимних параметрів було зафіксовано підвищення мікротвердості внутрішньої поверхні трубчастого зразка до 2,5 разів, а відносної зносостійкості більш ніж у 2 рази.

УДК 621

ЗНИЖЕННЯ РІВНЯ НИЗЬКОЧАСТОТНОГО ШУМУ В N-P-N ТРАНЗИСТОРАХ

[1]Сєліверстова С.Р., [1]Колебанов О.К., [2]Фролов О.М.
[1]Херсонська державна морська академія, Херсон, Україна
[2]Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова

При цифровій обробці інформації при слабких вхідних сигналах необхідно застосовувати транзистори з малим рівнем сигналів. Поява власних шумів транзисторів, що застосовуються у вхідних каскадах зменшує чутливість приладу і призводить до викривлень. Біполярні малошумні транзистори використовують у вхідних каскадах та каскадах попереднього підсилення малих вхідних сигналів в електронної апаратурі різноманітного призначення, що зменшує перекручування сигналів і збільшує чутливість на вході. Якість електронної апаратури пропорційна рівню шуму транзисторів. Таким чином, виникає необхідність в малошумних напівпровідникових приладах, в тому числі, транзисторах [1,2].

Основним завданням дослідження було визначити основні напрямки зменшення низькочастотних шумів в дрейфових n-p-n транзисторах конструктивними і технологічними методами на основі аналізу всіх складових низькочастотного шуму в транзисторах і створити структуру малошумного транзистора зі зменшеним рівнем шумів і визначити особливості технологіх його виготовлення.

Для зменшення низькочастотних шумів можуть бути застосовані зміни в конструкції напівпровідникових приладів і в технології їх виготовлення [3]. Низькочастотні шуми в біполярних транзисторах складаються з декількох складових [4,5]: - з теплових шумів в розподіленому опорі бази, з дробових шумів струмів, які протікають через p-n переходи і з

рекомбінаційних шумів, які діляться на поверхневі рекомбінаційні шуми і на рекомбінаційні шуми в об'ємі. Вочевидь, що крім цих складових існують і ще кілька причин появи низькочастотного шуму, наприклад, пов'язані з нерівномірністю дифузійного фронту на p-n переходах.

За аналізом складових низькочастотного шуму біполярних транзисторів, розроблені конструктивні та технологічні методи, які дозволяють зменшити величину низькочастотного шуму і приведено дані коефіцієнту шуму на експериментальних зразках транзисторів.

В результаті дослідження отримана структура високочастотного кремнієвого універсального дрейфового n-p-n транзистора зі зменшеним на 30% рівнем низькочастотних шумів в порівнянні з аналогом КТ3102. Застосування полоскової конструкції (топології) транзистора і додаткової дифузії під базові контакти дозволило зменшити величину $r_б$, що призвело до зменшення складової шуму - напруги шумів $u_{Т.Б}$. Застосування зменшеною дози домішки для створення бази транзистора дозволило:

- сформувати колекторний лінійний p-n перехід замість ступеневого, що призводить до можливості збільшити концентрацію домішки в епітаксійному шарі при збереженні напруги лавинного пробою, а це зменшує ширину ОПЗ колекторного p-n переходу і зменшує складову шуму, рекомбінаційний струм шуму в області колекторного p-n переходу $i_{р.К}$;
- зменшити концентрацію домішки на емітерному p-n переході, що призводить до зменшення складової шуму, рекомбінаційного струму шуму в області емітера - $i_{р.Э}$;
- зменшити кількість дефектів кристалічної структури, що зменшує додаткові складові шуму;
- формувати базу з більшою товщиною, що, при появі нерівномірності дифузійних фронтів, призводить до зменшення щільності струму в аномальних точках і зменшує додаткові величини в складовій шуму - напрузі шумів $u_{Т.Б}$.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Bu S.T., Huang D.M., Jiao G.F., Yu H.Y., Ming-Fu Li. Low frequency noise in tunneling field effect transistor. *Solid State Electronics*. 2017. Vol. 137. P.95-101.
2. Slatter J. Full direct low frequency noise characterization of GaAs heterojunction bipolar transistor. *Solid State Electronics.* 2005. Vol. 49, № 8. P.1361-1369.
3. Simoen F., Mercha A., Claeys C., Lukyanchicova N.. Low frequency noise in silicon on insulated device and technologies. *Solid State Electronics.* 2006. Vol. 51, № 1.– P.16 -37.
4. Физика полупроводниковых приборов: в 2-х книгах / гл.ред. Зи С. М.: Мир, 1984. Т.1. - 456 с.
5. Самойлов Н.А., Фролов А.Н., Шутов С.В. Влияние профиля легирования на пробивные напряжения коллекторного перехода в планарных n-p-n транзисторах. Журнал технической физики. 1998. №10, т.68. – С.136 -137.

УДК 629.5.064

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ МЕХАНІЗМУ ПЛУНЖЕРНОЇ РУЛЬОВОЇ МАШИНИ Р-18

Проценко В.О., Маринченко Д.О.
Херсонська державна морська академія

Рульові машини є відповідальними елементми сучасних суден, які повинні безвідмовно працювати протягом всього періоду експлуатації, оскільки від їх працездатності залежить безпека мореплавства [1]. Водночас, це достатньо складні механізми, що обумовлює високі вимоги до точності розташування поверхонь фундамента та трудомісткість установки на нього. У машинах, механізми яких містять надлишкові зв'язки, протягом експлуатації відбувається перерозподіл навантажень між деталями, що призводить перевантаження одних і розвантаження інших, це може спричинити зміну технічної характеристики, збільшення механічних втрат, заклинювання рухомих деталей. Зниження кількості надлишкових звязків у механізмах машин є важливим завданням для морського інжинірингу [2].

Покажемо в механізмі цієї ГРМ наявність та місце розташування надлишкових зв’язків у механізмі рульової машини Р-18 (рис. 1). Для спрощення розрахунків розглядатимемо половину механізму, що пов’язана лише з одним із плунжерів (рис. 2). В такому варіанті механізм містить три рухомі ланки (n = 3) – плунжер із голівкою та опорою, що ковзає по напрямній, румпель і хрестовину, що сполучає румпель і голівку плунжера. Кількість кінематичних пар п′ятого тут становить P_5 = 2 (O_5, F_5), кількість кінематичних пар четвертого класу P_4 = 5 (A_4, B_4, C_4, E_4, D_4), кількість кінематичних пар третього, другого та першого класів $P_3 = P_2 = P_1 = 0$.

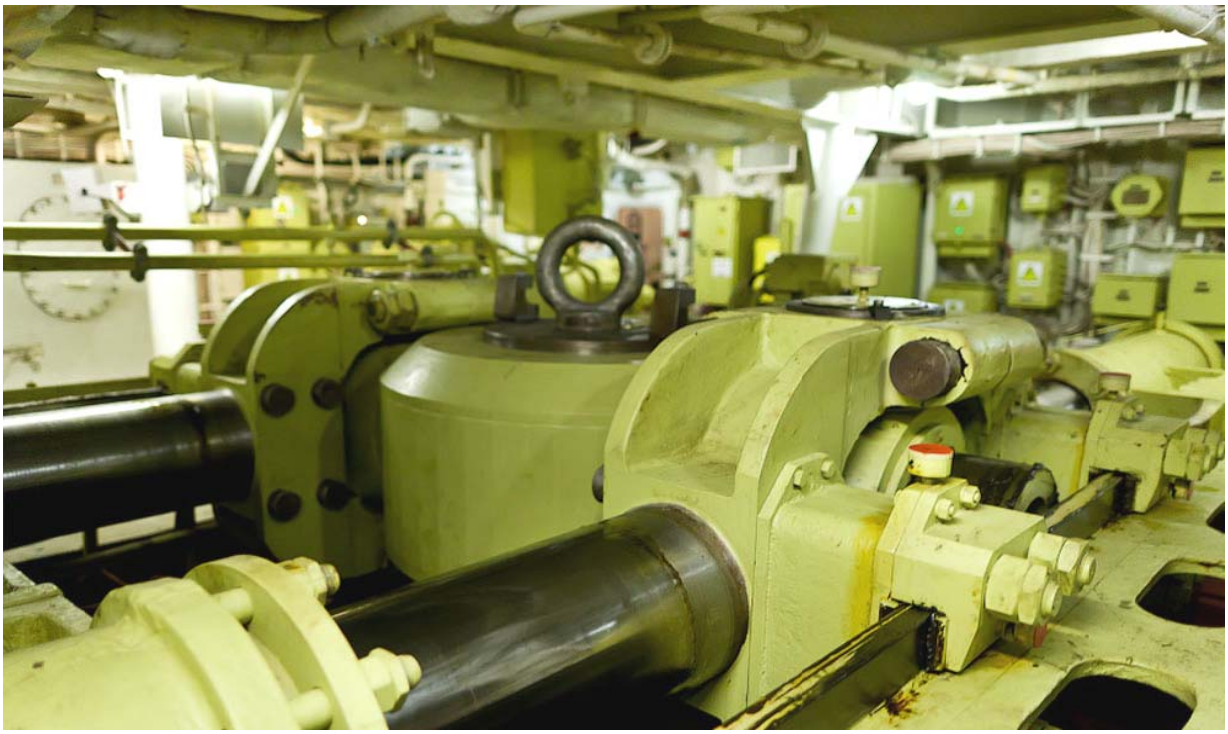


Рисунок 1 – Загальний вид механізму рульової машини Р-18

Тоді загальна кількість кінематичних пар

$$P = P_5 + P_4 + P_3 + P_2 + P_1 = 2 + 5 + 0 + 0 + 0 = 7. \quad (1)$$

Сума рухомостей кінематичних пар

$$f = 1P_5 + 2P_4 + 3P_3 + 4P_2 + 5P_1 = \\ = 1\times2 + 2\times5 + 3\times0 + 4\times0 + 5\times0 = 12. \quad (2)$$

Кількість незалежних замкнених контурів механізму за формулою Гохмана [3]

$$k = P - n = 7 - 3 = 4. \quad (3)$$

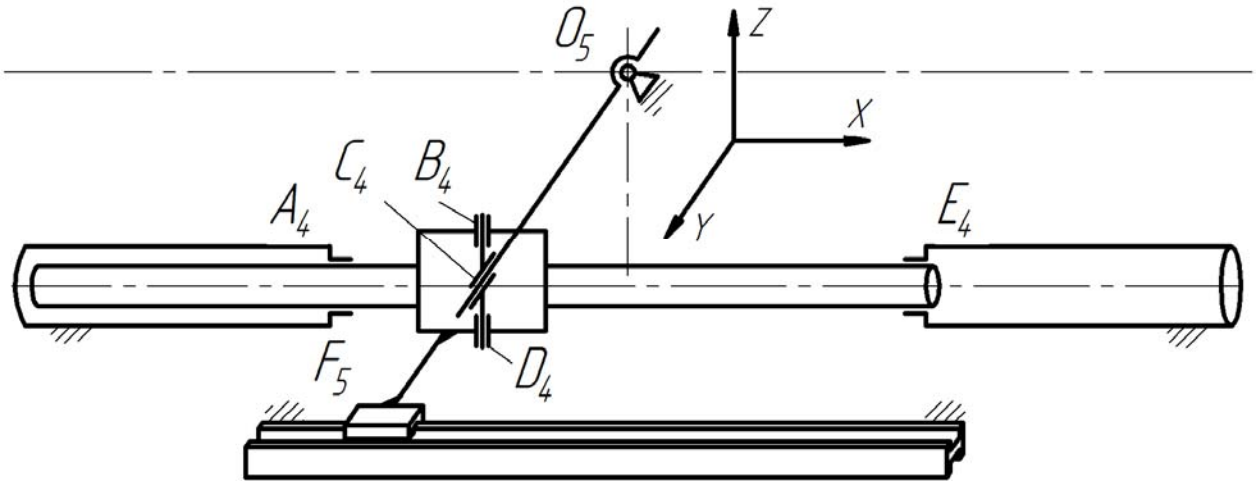


Рисунок 2 – Структурна схема механізму рульової машини Р-18 (q = 13)

Перший незалежний контур механізму – $O_5C_4B_4A_4O_5$, другий контур – $O_5C_4D_4E_4O_5$, третій контур – $E_4D_4F_5E_4$, четвертий контур – $A_4B_4F_5A_4$.

Ступінь рухомості механізму за формулою Войня і Атанасіу [4]

$$W = f - \sum r_i = 15 - (3+3+4+4) = 1, \quad (4)$$

де $r_1 = r_2 = 4$, $r_3 = r_4 = 3$ – ранг осей незалежних контурів.

Кількість надлишкових зв'язків механізму за формулою Сомова-Малишева [5]

$$q_{CM} = W + 5P_5 + 4P_4 + 3P_3 + 2P_2 + P_1 - 6n = \\ = 1 + 5\times2 + 4\times5 + 3\times0 + 2\times0 + 0 - 6\times3 = 13. \quad (5)$$

Кількість надлишкових зв'язків механізму за формулою Озолса

$$q_{O3} = W + 6k - f = 1 + 6\times4 - 12 = 13. \quad (6)$$

Таким чином, кількість надлишкових зв'язків становить $q = q_{CM} = q_{O3} = 13$. Підтверджує наведені викладки і застосування поконтурного методу (табл. 1), який дозволяє вказати місце виникнення надлишкових зв'язків. Тобто загалом у механізмі ГРМ Р-18, кількість надлишкових зв'язків буде q = 26. Така велика їх кількість обумовлена наявністю кінематичних пар низьких класів. Відзначимо, що 3 із виявлених 13 надлишкових зв'язків (q_2, q_6, q_{12}) унеможливлюють самовстановлення ланок в напрямку осі y, тобто в напрямку дії поперечної сили на плунжер та напрямну. Більшість надлишкових зв'язків (11, q_3 - q_{13}) знаходиться в третьому та четвертому контурах, відмова від яких означала би зменшення і кількості надлишкових зв'язків. Наявність цих контурів, згідно виразу (3) має своїм джерелом як раз застосування напрямної, і відтак пари F_5, що сполучає напрямну з плунжерною голівкою, а також шарніра D_4. З точки зору роботи механізму, як сукупності ланок, необхідності в цих кінематичних парах немає, проте вони впливають на передачу навантаження в реальній працюючій рульовій машині.

Шарнір D_4 потрібен для уникнення виникнення в місці сполучення хрестовини і плунжерної голівки зосередженого згинального моменту, що, крім осьової і поперечної сили, додатково згинатиме плунжер. Повороту плунжера навколо власної осі в цій конструкції перешкоджає сполучення румпеля із плунжерами циліндричною парою C_4 та наявність напрямної і пари F_5. Напрямна закладалась в конструкцію ГРМ для сприйняття частини повного поперечного навантаження з боку румпеля і розподілу його між плунжерами та напрямними. Тому плунжерна голівка сполучена з напрямною поступальною парою п'ятого класу F_5 з розвиненими пласкими елементами. На несівну спроможність напрямної значний вплив має величина зазору в сполученні балки та опори плунжерів. При відсутності зазора напрямна сприймає 92,3%, поперечного навантаження [1]. При його збільшенні до 0,25 мм, напрямна сприйматиме вже 56,2% поперечного навантаження, а при подальшому збільшенні зазора до 0,50 мм, напрямна сприймає тільки 20% поперечного навантаження.

Наведені результати свідчать про доцільність підвищення структурної досконалості рульових машин за рахунок удосконалення їх механізмів, що і становить мету майбутніх робіт.

Таблиця 1 – Застосування поконтурного методу до механізму ГРМ Р-18

Контур	Пласкі рухомості $f_п$	Непласкі рухомості $f_н$
	f_x' f_y' f_z''	f_x'' f_y'' f_z'
$O_5C_4B_4A_4O_5$	A C OB W_0	A C B
$O_5C_4D_4E_4O_5$	E Ø D q_1	E Ø D q_2
$E_4D_4F_5E_4$	F Ø Ø q_3 q_4	Ø Ø Ø q_5 q_6 q_7
$A_4B_4F_5A_4$	Ø Ø Ø q_8 q_9 q_{10}	Ø Ø Ø q_{11} q_{12} q_{13}
$W=1,\ q=13$		

ЛІТЕРАТУРА

1. Проценко В.О. Перспективи вдосконалення важільного механізму рульових машин плунжерного типу / В.О. Проценко, В.О. Настасенко, М.В. Бабій, А.О. Білоконь // Розвиток транспорту. – Одеса: Видавничий дім "Гельветіка", 2021. – № 1(8). – С. 78 - 90.
2. Проценко В.О. Напрямки та резерви підвищення технічного рівня рульових машин плунжерного типу з тангенсним механізмом / В.О. Проценко, М.В. Бабій, В.О. Настасенко, А.О. Білоконь // Водний транспорт. Збірник наукових праць Державного університету інфраструктури та технологій. – К.: ДУІТ, 2020. – Випуск 3(31). – С. 101 - 114. doi.org/10.33298/2226-8553/2020.3.31.111.
3. Reshetov L. 1986. Self-Aligning Mechanisms. Moscow: Mir Publishers.
4. Voinea R., Atanasiu M. Contributions a la Teorie geometrique des Vis. 1959. Buletinul Institutului Politichnic Bucuresti . 21, 3: 69 – 90.
5. Kolovsky M.Z., Evgrafov A.N., Semenov Yu.A. et al. 2000. Advanced theory of mechanisms and machines. Berlin: Springer.

УДК 621

ПЕРСПЕКТИВИ НАПРЯМКИ ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ У ПІДПРИЄМНИЦЬКІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

Сапожник Д. І.
Львівський торговельно-економічний університет

В даний час точність затребувана в багатьох сферах і галузях по всьому світу, починаючи від виробництва і закінчуючи доставкою товару споживачеві. До найбільш вимогливих в плані точності галузей можна віднести і сектор БПЛА (безпілотних літальних апаратів або «дронів»), який є одночасно одним з найбільш високотехнологічних секторів економіки і одним з найбільш швидкозростаючих ринків у світі.

Точність виробництва, малі допуски вузлів і максимально висока точність позиціонування в польоті – все це важливі фактори, Які дозволяють знизити вагу, збільшити тривалість польоту і в підсумку підвищити ефективність будь-яких дронів, які проектуються і виробляються в поточний момент.

У поточному сторіччі з'явилися величезні перспективи застосування безпілотного літаючого апарата (БПЛА) для цивільних цілей і багато країн світу активно займаються розробкою та вдосконаленням безпілотного транспорту. Безумовно одне з найбільш трендових використань на сьогодні безпілотників – в логістичних цілях, тим самим створюючи нове середовище конкуренції автомобільним транспортним компаніям. Тут переважають кілька основних напрямки: кур'єрське, для доставки «останньої милі», аеротаксі для транспортування людей, і внутрішньовиробничі,, тобто складські дрони, здатні зчитувати штрих-коди з упаковок і проводити технологічну інвентаризацію.

Одним з перших великих розробників «кур'єрських» безпілотників став сервіс доставки замовлень «Prime Air» популярного інтернет-рітейлера Amazon. Для того щоб прискорити і здешевити доставку, його тестова робота була анонсована ще в грудні 2013 р. За розрахунками даний сервіс дозволяє доставляти товар вагою не більше 2,27 кг протягом 30 хвилин, що в 4 рази швидше найшвидшого існуючого способу доставки «Prime Now» (рис. 1). Досягнення такої швидкості доставки безпілотником відбувається за рахунок усунення всіх недоліків, які властиві наземному транспорту (світлофори, пробки тощо.



Рисунок - 1 Безпілотний літальний апарат «Amazon Prime Air» [1]

Робота логістичної схеми доставки вантажу досить проста. На першому етапі «Make purchase» покупець здійснює онлайн замовлення із зазначенням способу доставки «Prime Air». На другому етапі «Amazon staff would pack the item into a box» співробітниками логістичного центру обраний клієнтом товар упаковується і готується до транспортування. На третьому етапі «The box would then be transferred to a drone» підготовлений товар завантажується в спеціальний транспортувальний бокс. На фінальному четвертому етапі «If would fly directly to the designated location and drop the box off all within 30 minutes or less» безпілотник протягом 30 хвилин. і менше летить за

вказаною адресою в доставці, здійснює посадку, проводить вивантаження товару і повертається назад, тільки після того, як клієнт забирає товар з місця вивантаження.

Управління польотом безпілотника від зльоту до посадки, розміщення вантажу в транспортному боксі, і точне розташування посадок здійснюється в автоматичному режимі, який визначений за допомогою спеціального QR-коду [2, 3].

Ще одним напрямком в логістиці є внутрішньовиробниче застосування дронів, які здатні кардинальним способом змінити його. Під внутрішньовиробничим застосуванням в першу чергу розглядають, наприклад, інвентаризацію складських приміщень, досить трудомісткий, що займає тривалий час і має обмеження по точності процес. Одна з технологій використання професійних дронів, яку тепер можуть впровадити фахівці з інвентаризації називається «FlytWare»

Вона включає в себе інтелектуальне програмне забезпечення, готове обладнання (камери, сканери, датчики) для автоматичного зчитування штрих-кодів, QR-кодів БПЛА, хмарний зв'язок, можливість віддаленого управління парками дронів і підтримку всього основного обладнання дронів для безпечної і економічно ефективної автоматизації обліку запасів на складах, в розподільних центрах і т. д.

Не можна не відзначити й успіхи в цьому напрямі німецької компанії Linde Material Handling (Linde MH) є одного з провідних світових лідерів у виробництві гідравлічних комплектуючих для будівельної, складської, сільськогосподарської та лісозаготівельної техніки, представляє прототип дрона «Flybox» для інвентаризаційних робіт на складах. Відмінною особливістю цього дрона є те, що він використовується одночасно з автономним роботизованим навантажувачем. Дрон і навантажувач в процесі інвентаризації об'єднані в єдину систему і з'єднані за допомогою саморегулюючого по довжині кабелю і перетворювача напруги. За допомогою даного технічного рішення фахівці вирішили відразу дві актуальні проблеми у використанні дронів на складах: по-перше, безперебійне електроживлення (дрони маю низьку енергоефективність), по-друге, завдяки інноваційній системі геонавігації визначати місце знаходження дрона в певний момент часу без використання GPS.

Будівельна сфера також може активно застосовувати нові технології та інструменти. Безпілотні літальний апарати не є винятком, а навпаки можуть бути одним з високоефективних комерційних інструментів, який під час використання не порушують технологічні процеси на майданчику, управляється дистанційно і здатний змінювати точки огляду, забезпечує легкий доступ до складних і високих структурних елементів, важкодоступних місць. Результати традиційних наземних спостережень за багатьма параметрами поступаються даними аерофотозйомки, отриманим з безпілотника: швидкість отримання, точність, вартість.

Дані аерофотозйомки з БПЛА здатні надавати, картографічну інформацію і знімки, які можуть бути використані для:

- межування (визначення кордонів) земельних ділянок;
- інспектування будівель;
- надання візуальних матеріалів для клієнтів і співробітників (фото і відеороликів);
- моніторингу якості виконуваних робіт на будівельному майданчику;
- контролю безпеки;
- картографування.

Не останнє місце БПЛА можуть зайняти і при вирішенні питань екологічного моніторингу та боротьби з таким явищем, як браконьєрство.

Діяльність людини становить відчутний вплив на навколишнє середовище. Для забезпечення екологічної безпеки необхідний своєчасний контроль її стану. В умовах великих і важкодоступних територій, а також в складних кліматичних умовах, важливо мати джерело об'єктивної і докладної інформації про стан природного середовища, а застосування безпілотних літальних апаратів стає ефективним способом контролювати стан навколишнього середовища.

На відміну від літаків або супутників, вагомою перевагою БПЛА є близькість до досліджуваного об'єкта і можливість взаємодіяти з навколишнім простором. Безпілотники, які використовуються в екологічних цілях, прийнято називати «еко-дрона». Від звичайних вони нічим не відрізняються, приставка покликана підкреслити їх суто мирний наукове призначення. Останні знаходять все більше застосування в багатьох напрямках екосистеми.

Фахівці також роблять спроби використовувати БПЛА для боротьби з браконьєрами. У багатьох країнах світу ведуть активні розробки безпілотників здатних максимально оперативно і інформативно припиняти їх незаконну діяльність. Безпілотники об'єднані з системою штучного інтелекту для виявлення браконьєрів та ідентифікації тварин. Розроблене компанією «Neurala» програмне забезпечення призначене для аналізу потокового відео з дронів і ідентифікації тварин, транспортних засобів і браконьєрів в реальному часі без втручання людини. Програмне забезпечення здатне аналізувати зображення у видимому і інфрачервоному спектрах, тому зйомка може бути проведена і вдень, і вночі.

Ще один напрямок використання БПЛА – це моніторинг стану атмосферного простору. Проблема забруднення повітря – одна з головних у багатьох мегаполісах і містах з великою промисловістю. З розвитком технологій метод контролю забруднення повітря з безпілотних літальних апаратів став більш ефективним, ніж контроль за допомогою пересувних еко-лабораторій, оскільки БПЛА може дати повну картину того, що відбувається в будь-якій точці тривимірного простору.

Наприклад, китайські дослідники використовують дрони для моніторингу повітря над електростанціями, очисними заводами, підприємствами і цехами, які працюють нелегально або порушують обмеження по викиду шкідливих речовин. Безпілотники озброєні камерами високої роздільної здатності та спеціальною платформою датчиків, здатних проводити дослідження газів на предмет гранично допустимої концентрації отруйних речовин.

Так, в рамках проекту NASA ATTREX американський стратегічний розвідувальний дрон Global Hawk задіяли для вимірювання вологості, концентрації озону і ряду інших параметрів стратосфери для виявлення глобальних змін в земній атмосфері, так і для локального контролю стану повітря за прикладом китайських екологічних проектів.

Актуальним в Україні є напрям використання БПЛА в картографуванні та контролі стану лісового фонду країни. Безпілотні технології швидко і точно проводять інвентаризацію лісових масивів. Спеціальні модулі в програмному забезпечення під даними з БПЛА дозволяють автоматично знаходити вирубки, оцінити висоту дерев і запас деревини (поштучно). Детальні знімки у видимому і ближньому ІЧ- діапазонах дають можливість виявити ділянки осушення або перезволоження лісів, вплив шкідників і хвороб.

Також ІЧ-зйомка допомагає визначати породний склад і виявляти осередки поширення шкідників чи хвороб. Дані у видимому діапазоні забезпечать своєчасний контроль видів рубок, площ вирубок, розміщення лісовозних доріг, волоків і навантажувальних майданчиків відповідно до технологічної карти розробки лісопросік.

В тезах наведені тільки декілька з можливих сфер застосування БПЛА, пов’язаних із підприємницькою діяльністю, завдяки підвищеній продуктивності, точності і швидкості квадрокоптерів.

ЛІТЕРАТУРА

1. First prime air delivery. *Amazon prime air* (Desember 7, 2016). URL: https://www.amazon.com/Amazon-Prime-Air/b?ie=UTF8&node=8037720011.
2. Popper B. Amazon’s drone delivery launches in the UK. *The Verge* (Dec 14, 2016). URL: https://www.theverge.com/2016/12/14/13952240/amazon-drone-delivery-launch-uk.

3. Сферы применения беспилотных летательных аппаратов. *Pioneer* (Desember 15, 2020). URL: https://pioneer-doc.readthedocs.io/ru/master/database/base-module/sphere/sphere.html.

УДК 621.7-1/-9+621.7.06

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЙНОГО РІШЕННЯ БАГАТОПОЗИЦІЙНОГО ФРЕЗЕРНО-ЦЕНТРУВАЛЬНОГО ВЕРСТАТА З ЧПК

Старченко М.В., Котляр О.В., Басова Є.В., Пономарьова О.Б.
Навчально-науковий інститут механічної інженерії і транспорту
Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»

Інтенсифікація технологічних процесів і підвищення ефективності технологічного обладнання в машинобудуванні є одним із пріоритетних завдань спрямованих на пошук оптимальних технічних рішень. Основою підвищення якості продукції, збільшення продуктивності і зниження енерговитрат на здійснення різного роду технологічних процесів на сьогоднішній день стала розробка високоефективних верстатів і пристосувань з високою питомою продуктивністю, оптимальної питомої енергоємністю і матеріаломісткістю. Крім того, до таких технологічних одиниць висувають вимоги високого ступеня точності та надійності.

Із аналізу технологічних процесів сучасного машинобудівного виробництва було встановлено, що питому частку оброблюваних деталей насьогодні займають деталі типу «Вал» (рис. 1).

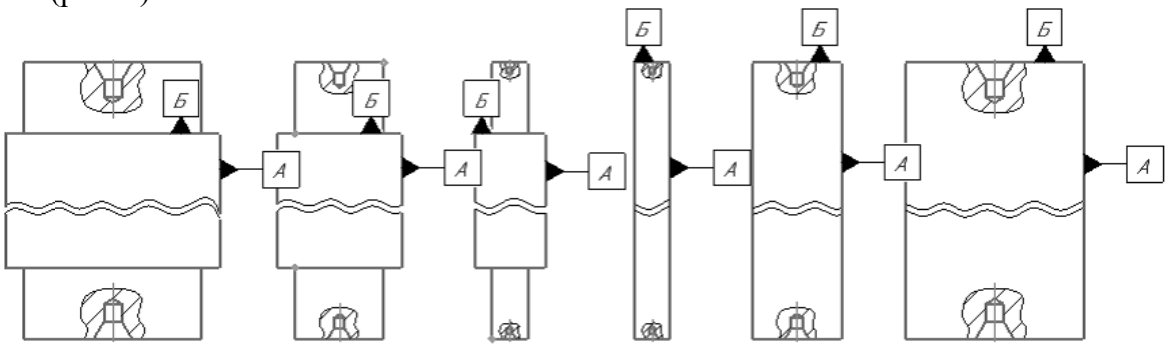


Рисунок 1 – Конструктивні схеми деталей типу «Вал»

При обробці деталей типу «Вал» на більшості операцій в якості технологічних баз використовуються центрувальні отвори. Слід зазначити, що в умовах багатономенклатурного виробництва, при обробці середніх та великих партій деталей в умовах сучасних малих на середніх машинобудівних компаній, операції по підготовці технологічних баз можуть стримувати забезпечення високої ефективності виробництва. Тому для забезпечення необхідної точності та вискової продуктивності при підготовці технологічних баз в деталях типу «Вал» доцільно використовувати фрезерно-центрувальні верстати. Такі верстати відносяться до категорії спеціального обладнання, що призначене для фрезерування торців заготовок з забезпеченням їх паралельності, та, відповідно, свердління центрувальних отворів із відповідною їх перпендикулярністю щодо торцевих поверхонь.

Зазначимо, що фрезерно-центрувальні верстати здебільшого мають лінійне або барабанне компонування та три позиції: одна з яких завантажувальна, а дві інші – робочі.

На одній з робочих позицій, як правило, виконується фрезерування одночасно двох торців деталі, а на іншій у цей же час – свердління двох центрувальних отворів. Подібні компонування верстатів забезпечують досить високу точність та продуктивність обробки і тому зарекомендували себе як високоефективне обладнання для виконання подібних операцій. Однак суттєвим недоліком таких верстатів є їх громісткість та трудомісткість із занизькою гнучкістю при переналагодженні на обробку іншої партії деталей.

Усунення зазначених недоліків існуючих компонувань верстатів та розширення їх технологічних можливостей є актуальною задачею сучасного верстатобудування та технічного забезпечення сучасних машинобудівних виробництв.

З метою вирішення задачі нами була запропонована конструкція фрезерно-центрувального верстата з ЧПК, що має барабанне компонування. Пропоноване рішення передбачає наявність двох фрезерних вузлів, двох свердлильних вузлів, барабан на чотири позиції, на якому встановлені пристосування для затискання заготовок, приладів фіксації барабану, приводів обертання барабану, актуаторів базування заготовок та системи завантаження/вивантаження заготовок (рис.2).

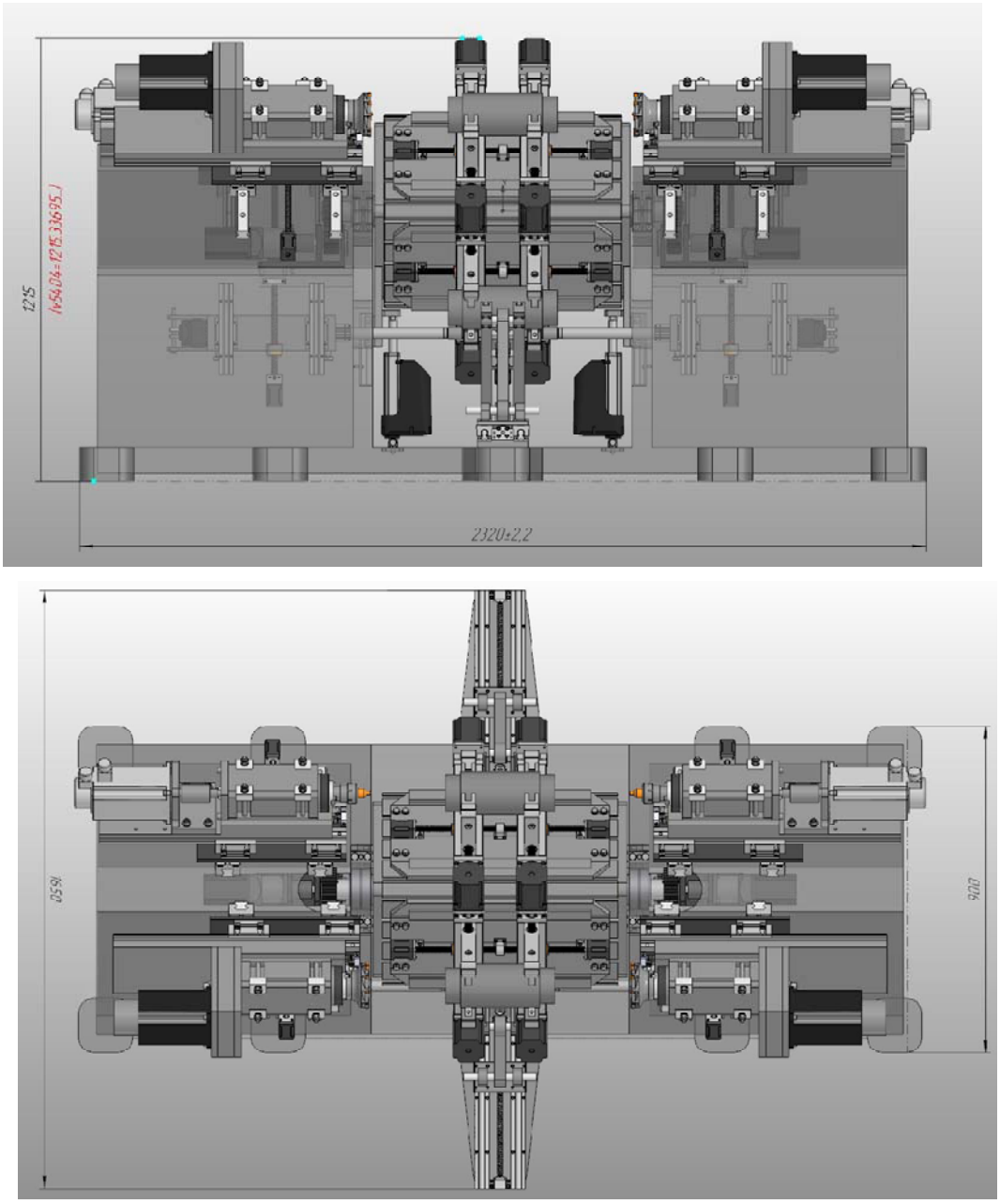


Рисунок 2 – Фрезерно-центрувальний верстат барабанного типу з ЧПК

Результатом роботи є конструкція верстата, що задовольняє сучасним вимогам гнучкості та продуктивності обробки і може дути використана малими та середніми машинобудівними компаніями для підвищення ефективності обробки валів.

УДК 621.9.04

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБРОБКИ ЦАПФ ШЕСТЕРЕНЬ ГІДРОНАСОСІВ

[1]Шепеленко І.В., [2]Черкун В.В.
[1]Центральноукраїнський національний технічний університет,
[2]Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Важливою складовою машин і устаткування є гідравлічна система, виконання заданих функцій якої забезпечується шестеренним гідронасосом. Особливу роль в конструкції гідронасоса займає з'єднання «цапфа шестерні – обойма (втулка)», яке потребує високої точності обробки. Існуючі технології при виготовленні і відновленні деталей цього з'єднання вимагають тривалого періоду припрацювання з метою підвищення технічного ресурсу гідронасосів. При цьому технологічний процес механічної обробки цапфи шестерні гідронасосів НШ50А – 3 включає наступні операції: токарна; шліфувальна; суперфінішування; доводочна. Слід відзначити, що на більшості підприємств при виготовленні та ремонті цапф в якості фінішної обробки використовують шліфувальну операцію з наступним доведенням до отримання шорсткості поверхні R_a = 0,16 мкм.

Одним з шляхів покращення припрацювання з'єднань гідронасосів є реалізація у вузлах тертя ефекту вибіркового перенесення, при якому на поверхні тертя утворюється тонка металева плівка з низьким опором зрушення, що нездатна накопичувати при деформації дислокації [1].

Явище вибіркового перенесення при терті стало основою для розробки різних методів підвищення зносостійкості поверхонь тертя деталей, серед яких слід виділити фінішну антифрикційну безабразивну обробку (ФАБО), яка реалізується за рахунок фрикційної взаємодії оброблюваного інструменту з поверхнею оброблюваної деталі [2]. Нанесення покриттів з міді та її сплавів з використанням технології ФАБО можливо із оброблюваного інструменту, з робочого середовища, що подається в зону обробки або при поєднанні першого та другого [3].

З метою скорочення періоду припрацювання з'єднання «цапфа шестерні – обойма» запропонована наступна схема обробки цапф з використанням технології ФАБО (рис. 1).

Для підвищення ефективності ФАБО та інтенсифікації процесу нанесення антифрикційних покриттів запропоновано в процесі обробки використовувати вібрацію інструменту, а сам метод названий авторами [4] – фінішною антифрикційною безабразивною вібраційною обробкою (ФАБВО).

ФАБВО цапф шестерні виконувалося на токарно-гвинторізному верстаті моделі 16К20 з використанням розроблених спеціального оснащення (рис. 2) і поверхнево-активного середовища наступного складу [5]: ортофосфорна кислота – 0,8...1 мас. %; олеїнова кислота – 0,7...0,9 мас. %; ізопропіловий спирт – 4...7 мас. %; соляна кислота – 2...3 мас. %; інше – гліцерин.

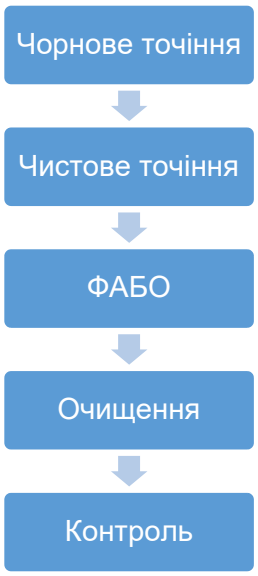


Рисунок 1 – Структурна схема технологічного процесу обробки цапф шестерень гідронасосів

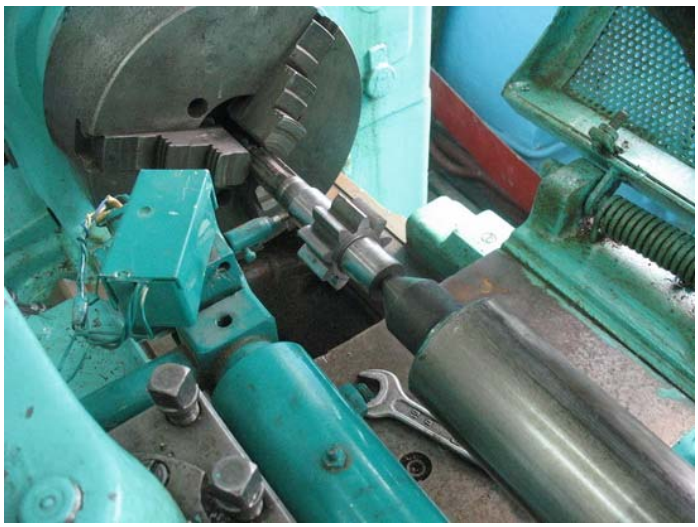


Рисунок 2 – Робоча зона ФАБВО цапф шестерень гідронасосів

Матеріал інструменту – латунь Л63 та режими ФАБВО (тиск інструменту P = 6 МПа; швидкість ковзання інструменту $V_к$ = 1,82 м/с, відношення числа подвійних ходів інструменту і частоти обертання деталі $n_{дв.х.}/n_д$ = 57, величина осциляції $\ell_о$ = 7,12 мм, поздовжня подача S = 1 мм/об) забезпечили нанесення на поверхні цапф якісного антифрикційного покриття (рис. 3).



Рисунок 3 – Ведуча шестерня гідронасоса НШ50А – 3 з цапфами після ФАБВО

Для встановлення періоду припрацювання гідронасосів на випробувальному стенді КИ-28097-02М проводилися стендові випробування шестеренних гідронасосів НШ50А – 3 і НШ100А – 3 з шестернями, цапфи яких були оброблені за існуючою і запропонованою технологіями.

В якості оцінки тривалості припрацювання прийнята стабілізація споживаної потужності електродвигуна на привід гідронасосу при його номінальній об'ємній подачі.

Зміни споживаної потужності електродвигуна на привід гідронасосу з цапфами шестерень, оброблених за існуючою і пропонованою технологіями в період припрацювання гідронасосів, представлені на рис. 4.

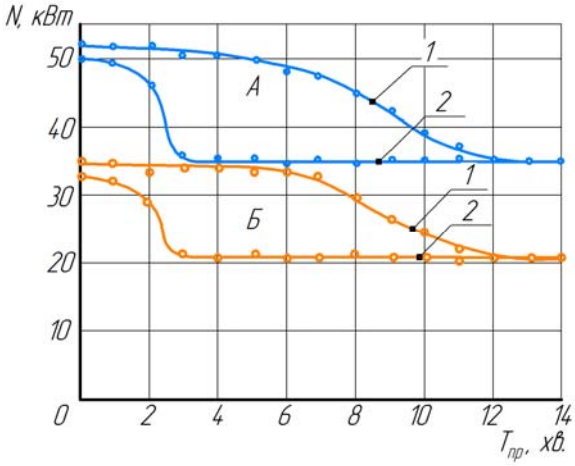


Рисунок 4 – Залежність періоду припрацювання цапф шестерень гідронасосів від технології обробки цапф: А – НШ100А – 3; Б – НШ50А – 3: 1 – за існуючою технологією; 2 – за пропонованою технологією із застосуванням ФАБВО

Період припрацювання, який характеризується стабілізацією споживаної потужності електродвигуном стенду, при застосуванні типової технології становить 12 хвилин, а за пропонованою технологією із застосуванням ФАБВО цапф шестерень гідронасосу – 3 хвилини (рис. 3).

Використання технології ФАБВО цапф шестерень дозволило зменшити величину зносу пари тертя «цапфа шестерні – обойма» та підвищити технічний ресурс гідронасосів. Ефективність і доцільність запропонованого технологічного процесу обробки цапф шестерень гідронасосів переконливо доведено в роботах [6, 7]. Очікуваний економічний ефект від впровадження технології обробки цапф шестерень гідронасосів з використанням ФАБВО в умовах ВАТ Старокримське підприємство «Сільхозтехніка», м. Старий Крим складає понад 1 млн. 850 тис. грн. на річну програму 6372 гідронасоса.

ЛІТЕРАТУРА

1. Повышение износостойкости на основе избирательного переноса/ Под ред. Д.Н. Гаркунова. М.: Машиностроение, 1977. – 211 с.
2. Гаркунов Д.Н. Триботехника (износ и безызносность)/ Д.Н. Гаркунов. – М.: МСХА, 2001. – 616 с.
3. Балабанов В.И. Триботехнологии в техническом сервисе машин/ В.И. Балабанов, С. А. Ищенко, В. И. Беклемышев. – М.: Изумруд, 2005. – 192 с.
4. Шепеленко И.В. Применение вибрации при ФАБО/ И.В. Шепеленко, В.В. Черкун// Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету, Серія: Технічні науки, Вінниця, 2014. – Вип.2 (85). – С.28 – 31.
5. Шепеленко И.В. Особенности выбора состава технологической среды для финишной антифрикционной безабразивной вибрационной обработки/ И.В. Шепеленко, В.В. Черкун// Вібрації в техніці та технологіях, Вінниця, 2016. – № 1(81). – С. 75 – 80.

6. Шепеленко И.В. Совершенствование процесса финишной антифрикционной безабразивной обработки цапф шестерен гидронасосов/ И.В. Шепеленко, В.В. Черкун// Ремонт, восстановление, модернизация, 2012. – № 9. – С. 32 – 35.
7. Кропивный В.Н. Структура поверхностного слоя цапф шестерен шестеренных насосов при обработке ФАБВО/ В.Н. Кропивный, И.В. Шепеленко, В.В. Черкун// Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин, Кіровоград, 2010. – Вип.40 (1). – С. 185 – 188.

УДК 532.64:669.046

СТРУКТУРА ТА ВЛАСТИВОСТІ ДИСПЕРСНОТВЕРДНИХ СПЛАВІВ – ЗВ'ЯЗОК Cu–Ni–Mn–Fe ДЛЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ ПОКРИТТІВ

Сухова О.В.
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Вступ. Більшість комерційних мідних сплавів зазвичай містять марганець та/або нікель, які поліпшують їх експлуатаційні характеристики. Нікель суттєво впливає на фізичні і механічні властивості сплавів Cu–Ni [1]. Додавання марганцю до сплавів Cu–Ni поліпшує характеристики лиття і підвищує міцність. Литі матеріали мають високу рідкоплинність, у той час як їх високий опір корозії і окисленню сприяють подовженню тривалості експлуатації [2-4].

Висока міцність сплавів Cu–Ni–Mn досягається завдяки дисперсійному твердінню цих сплавів [2]. Цей процес пов'язаний із виділенням фази θ-NiMn з пересиченого твердого розчину α-міді. Дисперсійне твердіння відбувається під час охолодження сплавів, оскільки зі зниженням температури зменшується розчинність нікелю і марганцю в α-міді. Характер виділення надлишкової фази NiMn впливає на міцність матеріалу.

Вдале поєднання властивостей сплавів Cu–Ni–Mn дозволяє успішно застосовувати їх для виготовлення інструменту і деталей металургійної і гірничої галузей, зокрема для наплавлення композиційних покриттів, що містять твердий сплав-наповнювач і сплав-зв'язку Cu–Ni–Mn марки МНМц 20-20 [4-7]. Після виготовлення комерційного сплаву цієї марки він містить домішки до 2,7 ваг. % Fe [1]. Однак, вплив заліза на дисперсійне твердіння в сплавах Cu–Ni–Mn–Fe цього концентраційного діапазону, в основному, досліджений у сплавах, що містять більш ніж 2,7 ваг. % Fe [8], хоча процеси дисперсійного твердіння можуть забезпечити експлуатаційні вимоги до зносостійкості і механічної міцності композиційних покриттів.

Таким чином, контроль за виділенням зміцнювальної фази NiMn у комерційно виготовлених сплавах-зв'язках Cu–Ni–Mn–Fe для композиційних покриттів сприяє більш широкому застосуванню цієї перспективної технології зміцнення поверхні деталей [9-12]. Тому, в цій роботі досліджували вплив заліза та температурно-часових параметрів відпалу на зміну мікроструктури, механічних та експлуатаційних властивостей дисперснотвердних сплавів Cu–Ni–Mn.

Методика досліджень. Досліджені сплави Cu–Ni–Mn–Fe виготовляли в наступному концентраційному діапазоні (чистота не менше 99,9%): Ni (19,3–21,0 ваг. %), Mn (19,5–20,5 ваг. %), Fe (0,6–2,7 ваг. %), Cu – залишок. Зразки сплавів виплавляли в алундових тиглях і охолоджували зі швидкістю 50 °С/хв.

Структурні характеристики визначали із застосуванням методів оптичної мікроскопії за допомогою мікроскопу NEOPHOT-2, кількісної металографії на аналізаторі

EPIQUANT і сканувальної електронної мікроскопії за допомогою мікроскопу JEOL-2010 F, обладнаного енергодисперсійним спектрометром. Рентгеноструктурні дослідження виконували на дифрактометрі ДРОН-УМ-1 у випромінюванні Cu-Kα. Характер кристалізації сплавів аналізували методом диференціального термічного аналізу в інтервалі температур 20 °С–1150 °С за швидкостей нагріву та охолодження 10 °С/хв. Похибка вимірювання температури не перевищувала ±5 °С. Відпали проводили за температури 900 °С протягом 60–750 годин. Після відпалу зразки сплавів Cu–Ni–Mn–Fe загартовували в воду.

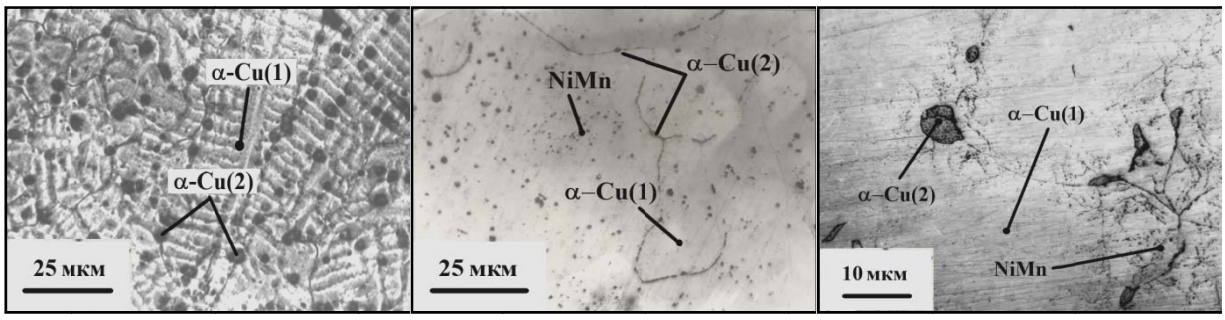
Твердість сплавів вимірювали на приборі ТК-2М. Міцність на розтяг і подовження визначали за стандартними методиками за температур 20 °С і 400 °С на розривній машині установки ИМАШ 20-78. Мікротвердість вимірювали на мікротвердомірі ПМТ-3.

Коефіцієнт окалиностійкості визначали за зміною маси зразків, які нагрівали в окиснювальній атмосфері протягом 2 годин за температури 300 °С. Рідкоплинність оцінювали за допомогою проби-спіралі.

Результати досліджень. При охолодженні зразків сплавів Cu–Ni–Mn–Fe за температури 1000–1020 °С спочатку кристалізується первинний твердий розчин на основі α-Cu (позначений α-Cu(1)), вміст компонентів в якому змінюється в межах 84–85,4 % Cu; 7,8–9,0 % Mn; 7,3–4,9 % Ni; 0,6–0,7 % Fe (у ваг. %) (рис. 1). Температура його кристалізації майже не змінюється при підвищенні вмісту заліза в сплавах (табл. 1).

Потім за 880–900 °С спостерігається слабкий ефект, пов'язаний з початком утворення вторинного розчину на основі α-міді (позначеного α-Cu(2)). Його склад, визначений методом рентгеноспектрального мікроаналізу, знаходиться в концентраційному діапазоні 72,3–77,5 % Cu; 13,1 %–3,8 % Ni; 8,4–10,5 % Mn; 6,2–8,2 % Fe (у ваг. %). Кристали вторинної фази α-Cu(2) спостерігаються по границям зерен матричного твердого розчину α-Cu(1) (рис. 1, а). Обидві фази відрізняються мікротвердістю – 1,72±0,1 ГПа (матричний розчин) і 2,32±0,2 ГПа (вторинний розчин). Можна припустити, що утворення цих фаз пов'язане з розпадом первинного пересиченого твердого α-Cu розчину на два розчини внаслідок зменшення розчинності компонентів при охолодженні. При підвищенні вмісту заліза в сплавах з 0,6 до 2,7 ваг. % об'ємна частка фази α-Cu(2) зростає приблизно з 10 до 20 об. %.

І нарешті, в температурному діапазоні від 420 до 200 °С утворюється фаза NiMn. Ця фаза з'являється в структурі внаслідок дисперсійного твердіння зразків сплавів Cu–Ni–Mn–Fe (рис. 1, б, в) [18]. Збільшення вмісту заліза в сплавах викликає підвищення температури початку виділення фази NiMn.



а б в

Рисунок 1 – Мікроструктура сплаву Cu–19,5%Ni–19,3%Mn–2,7%Fe: а – зразок після травлення 3-% розчином азотної кислоти; б, в – нетравлені зразки

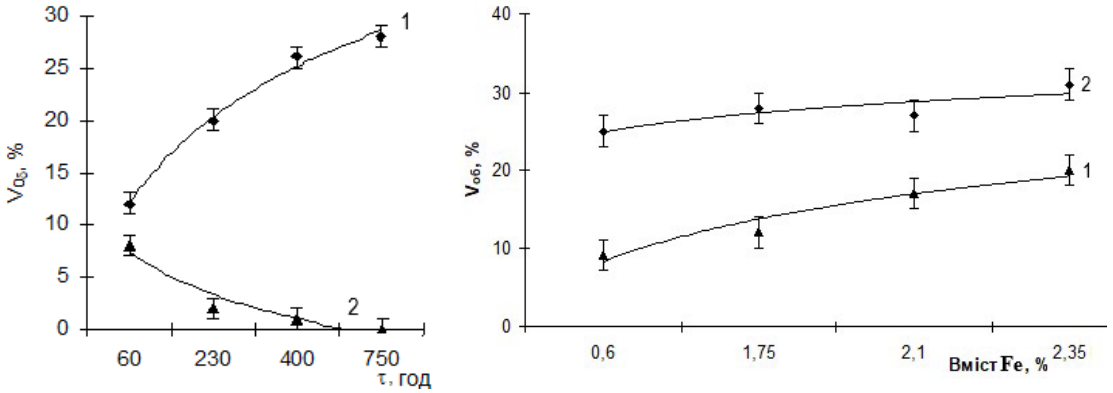
Окалиностійкість сплавів Cu–Ni–Mn–Fe залежить від їх хімічного складу (табл. 1). Додавання заліза у вказаному концентраційному діапазоні помітно збільшує опір окисненню. Візуальний огляд зразків сплавів Cu–Ni–Mn–Fe свідчить про те, що на їх поверхні утворюється однорідна захисна поверхнева плівка, яка забезпечує підвищення

окалиностійкості. Рідкоплинність сплавів Cu–Ni–Mn–Fe дещо зменшується зі збільшенням вмісту заліза (табл. 1).

Таблиця 1 – Хімічний склад та властивості досліджених сплавів Cu–Ni–Mn–Fe

Зразок	Хімічний склад, ваг. %			Температура плавлення,°С	Рідкоплинність, мм	Окалиностійкість, од.
	Ni	Mn	Fe			
№1	20,5	20,0	0,6	1005±5	440±5	1,0
№2	21,0	20,5	1,75	1010±5	430±5	1,27±0,3
№3	20,0	19,5	2,1	1015±5	428±5	1,35±0,2
№4	20,5	19,5	2,35	1015±5	430±5	1,41±0,2
№5	19,5	19,3	2,7	1015±5	425±5	1,45±0,1

Після відпалу за 900 °С протягом 60–750 годин у всіх зразках кристали вторинної фази α-Cu(2), що утворюються по границям зерен твердого розчину α-Cu(1), мають неоднорідну будову. В центрі цих кристалів сіруватого кольору виявляються ділянки світло-сірого кольору (рис. 2). Зі зростанням тривалості відпалу об'ємна частка цієї фази зменшується. А після відпалу протягом 750 годин вона практично повністю зникає (рис. 2, а, крива 2).



а б

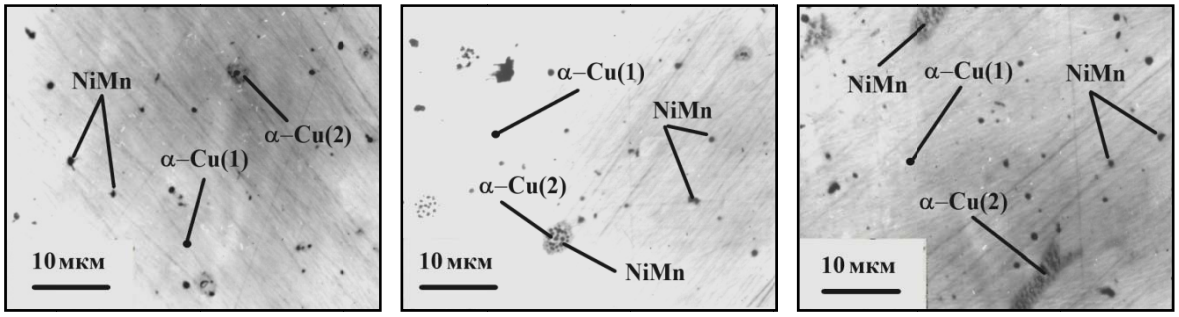
Рисунок 2 – Результати кількісної металографії сплавів Cu–Ni–Mn–Fe: а – вплив часу відпалу на об'ємну частку фази NiMn (крива 1) і вторинного розчину α-Cu(2) (крива 2) у зразку №2; б – вплив вмісту заліза на об'ємну частку фази NiMn після відпалу протягом 60 годин (крива 1) та 750 годин (крива 2)

Описані структурні зміни можна пояснити тим, що за температури відпалу відбуваються процеси розчинення метастабільної фази α-Cu(2). Це приводить до неоднорідної будови глобулярних виділень, оскільки в центрі залишаються ділянки фази, що не встигла розчинитися, а на периферії утворюється твердий розчин на основі α-Cu, вміст заліза в якому менший, ніж у вихідній фазі α-Cu(2), але більший порівняно з матричним розчином α-Cu(1).

В структурі сплавів Cu–Ni–Mn–Fe після відпалу за 900 °С також спостерігаються дрібнодисперсні кристали темного кольору фази NiMn (рис. 3). Вони утворюються як по границям зерен, так і в об'ємі зерен матричного α-мідного розчину. Аналіз кривих залежності мікротвердості цього розчину від часу відпалу показує, що в усіх досліджених сплавах відбуваються процеси дисперсійного твердіння. Збільшення тривалості ізотермічної витримки викликає зменшення мікротвердості матричного твердого розчину на основі α-Cu.

Методами кількісного металографічного та рентгеноструктурного аналізів було встановлено, що процеси дисперсійного твердіння приводять до збільшення об'єму і розмірів фази NiMn. Середній розмір виділень становить від 5 до 10 мкм. Зі збільшенням часу відпалу об'ємна частка фази NiMn зростає, що видно з кривої зміни цієї

характеристики (рис. 2, а, крива 1). Зі збільшенням об'ємного вмісту фази NiMn після відпалу також пов'язане посилення термічного ефекту за температури ~420 °С, на що вказують результати диференційного термічного аналізу сплавів Cu–Ni–Mn–Fe.



а б в

Рисунок 3 – Мікроструктура сплаву Cu–19,5%Ni–19,3%Mn–2,7%Fe після відпалу за 900 °С протягом: а – 60 годин; б – 230 годин; в – 750 годин

Підвищення вмісту заліза в сплавах Cu–Ni–Mn–Fe приводить до зростання об'ємної частки фази NiMn після відпалу за 900 °С протягом 60 годин і практично не впливає на її вміст після відпалу протягом 750 годин (рис. 2, б). Густина виділень фази NiMn зростає в місцях, де розташовувалася вторинна фаза α-Cu(2), до її розчинення під час відпалу за температури 900 °С (рис. 3, б, в). З цього можна зробити висновок, що фаза α-Cu(2) слугує місцем для зародження кристалів NiMn. В присутності до 2,7 ваг. % Fe процеси дисперсійного твердіння сплавів Cu–Ni–Mn–Fe з виділенням фази NiMn прискорюються, особливо, протягом перших 60 годин відпалу.

Твердість за Бринелем сплавів Cu–Ni–Mn–Fe зростає зі збільшенням вмісту заліза (табл. 2). Після відпалу за 900 °С протягом 500 годин твердість зменшується внаслідок, ймовірно, перестаріння зразків. Причому твердість сплавів із більшим вмістом заліза знижується в меншому ступені. Міцність на розтяг за 20 °С і 400 °С зменшується з підвищенням вмісту заліза і збільшується після відпалу за 900 °С протягом 500 годин (табл. 2). Після такого ж відпалу відносне видовження за кімнатної температури зразка № 1 з вмістом заліза 0,6 % знижується на ~3 % (з ~32 до ~29 %), зразка № 2 з вмістом заліза 1,75 ваг. % – на 5 % (з ~30 до ~25 %), а зразка № 5 з вмістом заліза 2,7 ваг. % – на 10 % (з ~23 до ~13 %). Відносне видовження за температури випробувань 400 °С після відпалу за 900 °С протягом 500 годин різко падає з ~15 % до ~1,5 % (в 10 разів) при зростанні вмісту заліза в сплавах Cu–Ni–Mn–Fe від 0,6 до 2,7 ваг. %. Ці результати свідчать про негативний вплив заліза на характеристики пластичності сплавів Cu–Ni–Mn–Fe, особливо при підвищенні температури випробувань до 400 °С.

Таблиця 2 – Твердість та міцність на розтяг сплавів Cu–Ni–Mn–Fe до і після відпалу за температури 900 °С протягом 500 годин

Зразок	Твердість, HRB		Міцність на розтяг, МПа			
			Випробування за 20 °С		Випробування за 400 °С	
	до відпалу	після відпалу	до відпалу	після відпалу	до відпалу	після відпалу
№1	61,0±3,0	46,8±1,8	654±6	664±6	451±39	480±10
№2	67,0±1,0	54,0±1,0	637±10	657±8	360±24	394±14
№3	68,0±2,0	66,0±2,8	–	–	–	–
№4	70,5±1,5	67,0±3,5	–	–	–	–
№5	72,5±0,5	71,0±4,3	555±9	568±4	338±34	423±24

Висновки. В структурі досліджених литих сплавів Cu–Ni–Mn–Fe утворюються два твердих розчини на основі α-Cu, один з яких кристалізується з рідини за температури (1010±10) °C, а другий виділяється внаслідок обмеженої розчинності компонентів за температури (890±10) °C. Вторинний розчин містить порівняно з первинним розчином більше заліза і має підвищену мікротвердість. Окрім цього, в структурі відбуваються процеси дисперсійного твердіння з виділенням фази NiMn в інтервалі (405±15) °C.

Введення до 2,7 ваг. % Fe до складу сплавів Cu–Ni–Mn практично не впливає на такі технологічні властивості, як температура плавлення і рідкоплинність. Окалиностійкість і твердість при підвищенні вмісту заліза збільшується. Однак, при цьому погіршуються міцність на розтяг і відносне видовження. Негативний вплив заліза посилюється при підвищенні температури випробувань до 400 °C.

Після відпалу за температури 900 °C протягом 60–750 годин вторинний твердий розчин на основі α-Cu розчиняється. Відносний вміст кристалів NiMn зростає зі збільшенням тривалості відпалу. З підвищенням вмісту заліза в сплавах процеси дисперсійного твердіння прискорюються протягом перших 60 годин відпалу, а потім залізо практично не впливає на швидкість дисперсійного твердіння. Введення заліза сприяє виділенню більшої кількості зміцнювальної фази NiMn завдяки збільшенню кількості місць для зародження цієї фази під час відпалу.

Після відпалу за 900 °C протягом 500 годин твердість сплавів Cu–Ni–Mn–Fe зменшується (в середньому на 10 %), міцність на розтяг зростає (в середньому на 15 %), а відносне видовження падає (в середньому в 1,9 рази), особливо зі збільшенням вмісту заліза в сплавах.

Отримані результати досліджень свідчать про те, що сплави-зв'язки Cu–Ni–Mn–Fe із вмістом заліза до 2,7 ваг. % можна використовувати для отримання композиційних покриттів за умови експлуатації за температури, яка не перевищує 400 °C, та дотримання температурно-часових параметрів просочення з метою запобігання підвищенню вмісту заліза в зв'язці.

ЛІТЕРАТУРА

4. Захаров А.М. Промышленные сплавы цветных металлов / А.М. Захаров. – М.: Металлургия, 1980. – 256 с.
5. Rivlin V.G., Raynor G.V. Phase equilibria in iron ternary alloys. Critical review of constitution of ternary systems Fe-Mn-X (X-Ti, V, Cr, Co, Ni, Cu) // International Metals Review. – 1983. – v.28, No.1. – P.23-64.
6. Prysyazhnyuk P.M. Calculation of surface tension and its temperature dependence for liquid Cu-20Ni-20Mn alloy // Metallurgicheskaya i Gornorudnaya Promyshlennost'.– 2015.– No.12.– P. 346-353.
7. Мышко Ю.Д., Нечипоренко В.Г., Гладченко А.Н., Матковский Н.В., Гончак Н.Е. Наплавка фильер композиционными сплавами // Химическое и нефтяное машиностроение. – 1983. – №6. – С. 28-30.
8. Спиридонова И.М. Стабильность композиционных материалов / И.М. Спиридонова, А.Д. Панасюк, Е.В. Суховая, А.П. Уманский. – Днепропетровск: Свидлер, 2011. – 244 с.
9. Sukhova O.V. Features of structurization of composite materials of the solution-and-diffusion type / O.V. Sukhova, Yu.V. Syrovatko // Metallofizika i Noveishie Tekhnologii. – 2011. – v.33. – P. 371-378.
10. Sukhova O.V. Influence of mechanisms of structure formation of interfaces in composites on their properties / O.V. Sukhova // Metallofizika and Noveishie Technologii. – 2009. – v.31, No.7. – P. 1001-1012.

11. Koji N., Shairo S. Выделение железа в медно-никелевых сплавах в процессе термической обработки // Technical Reports of Sumitomo Light Metals. – 1981. – v.22, No.1-2. – P. 22-29.
12. Спиридонова И.М. Износостойкие композиционные материалы для ремонта и восстановления деталей металлургического оборудования / И.М. Спиридонова, Е.В. Суховая, А.П. Ващенко // Сварщик. – 2005. – №6. – С. 26-30.
13. Sukhova O.V. Microstructure and properties of Fe-B-C/W-C interfaces in metal matrix composites / O.V. Sukhova // Visnyk DU. Fizyka. Radioeletronika. – 2002. – No.9. – P. 15-18.
14. Spiridonova I.M. The use of composite coatings during metallurgical equipment parts repair / I.M. Spiridonova, E.V. Sukhovaya, S.B. Pilyaeva, O.G. Bezrukavaya // Metallurgicheskaya i Gornorudnaya Promyshlennost'. – 2002. – No.3. – P. 58-61.
15. Prysyazhnyuk P.M., Shihab T.A., Panchuk V.H. Formation of the structure of Cr_3C_2–MNMts 60-20-20 cermets // Materials Science. – 2016. – v.52, No.11. – P. 188-193.

УДК 620.17

ОЦІНКА ВПЛИВУ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ НА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛУ ІМПЛАНТІВ, ЩО ВИГОТОВЛЕНІ МЕТОДОМ 3D ДРУКУ ТИТАНОВИМ ПОРОШКОМ ПРИ РІЗНИХ ВИДАХ НАВАНТАЖЕННЯ

Тимошенко О.В., Бондарець О.А., Фам Д.К., Мусієнко О.С.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

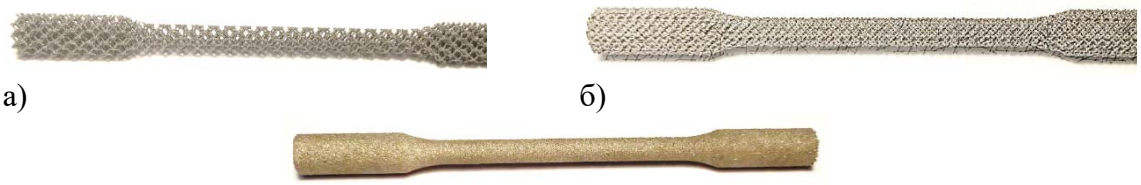
Вступ. Розширення області використання 3D друку в різних галузях промисловості дозволяє прискорити процес розробки продукту та дозволяє на стадії проектування перевірити правильність змодельованої дедалі та виявити можливі неточності, провести оптимізацію конструкції з урахуванням характеристик матеріалу. Удосконалення методів друку та розвиток сучасних технологій дозволило одержання складних відповідальних елементів конструкцій з використанням нових матеріалів [1,2].

В сучасній медицині єдиною можливістю відновити функції уражених ділянок кісток при важких захворюваннях чи механічних пошкодженнях - є ендопротезування. Але в складних випадках, де складність пов’язана з дефектами, які нелегко відновити за допомогою готових ендопротезів, використовують персоналізовані імпланти. Використання адитивних технологій в медичній галузі, дозволяє виготовляти імпланти з складною геометрією, підібраною індивідуально під пацієнта [3,4].

Але залишається відкритими питання забезпечення необхідної жорсткості та міцності виробів ще на етапі їх проектування, а для цього необхідно знати механічні характеристики матеріалу, діаграму деформування та залежність механічних характеристик від відсотка заповнення.

Оцінка впливу таких конструктивно-технологічних рішень як ступінь заповнення при 3D друку титановим порошком на механічні властивості матеріалу імплантів при різних видах навантаження в кореляції з питанням збереження ваги кінцевої конструкції є надзвичайно важливою та актуальною задачею, що містить великий науковий та практичний інтерес. Саме тому метою даної роботи було дослідження механічних характеристик титанового порошку після друку (аналог ВТ-6, Ti6Al4V) та отримання кривих деформування залежності від заповнення матеріалу.

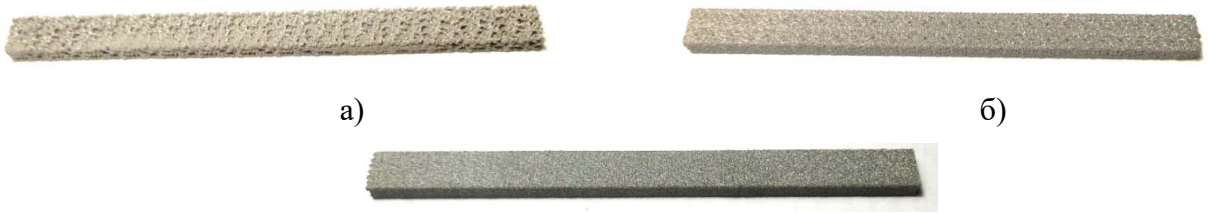
В роботі проведеного експериментальне дослідження по визначенню механічних характеристик титанового сплаву (аналог ВТ-6, Ti6Al4V), який виготовлених методом 3Д друку з різною щільністю, яку можна змінювати за допомогою технології 3д друку. Для цього були спроектовані та підготовлені відповідні зразки на розтяг (рис. 1), згин (рис. 2), стиск (рис. 3).



а) б)

в)

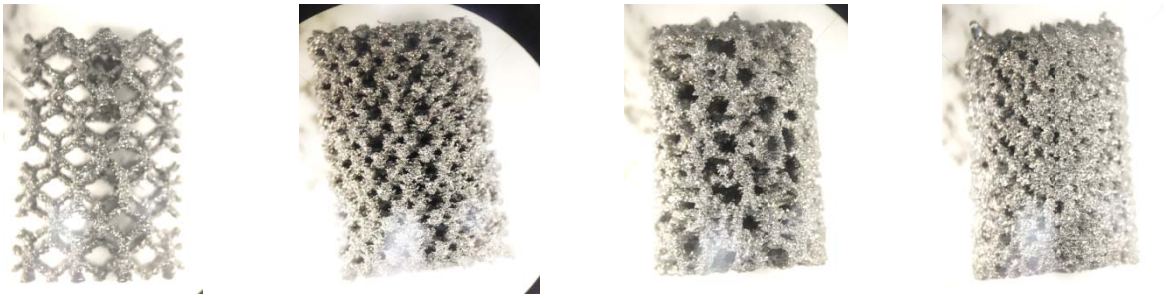
Рисунок 1 – Зразки титанового сплаву для випробувань на розтяг (аналог ВТ-6, Ti6Al4V) з різною щільності: а)15%, б)50%, в)100%



а) б)

в)

Рисунок 2 – Зразки титанового сплаву для випробувань на згин (аналог ВТ-6, Ti6Al4V) з різною щільності: а)50%, б)80%, в)100%



а) б) в) г)

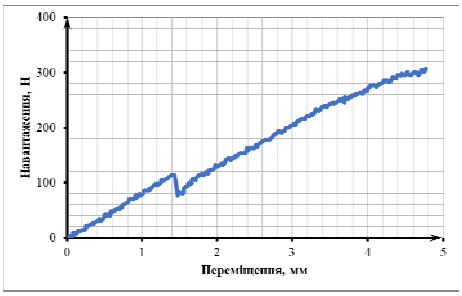
Рисунок 3 – Зразки титанового сплаву для випробувань на розтяг (аналог ВТ-6, Ti6Al4V) з різною щільності: а)15%, б)50%, в) 55%, г)100%

Дослідження проводились згідно зі стандартами України на модернізованій випробувальній машині TIRA-test 2300. За результатами яких визначені механічні характеристики, наведені в таблиці 1, та отримані діаграми розтягу, що представлені на рис. 4-6.

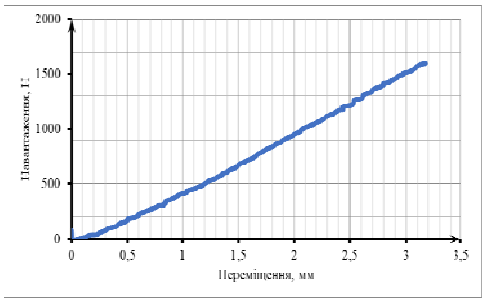
Таблиця 1 – Механічні характеристики зразків з різною щільністю при різних видах навантаження

Тип навантаження	**Заповнення зразків, %**	**Границя міцності, МПа**	**Відносне подовження, %**
Розтяг	15	9	4,77
	50	46	3,18
	100	834	2,35

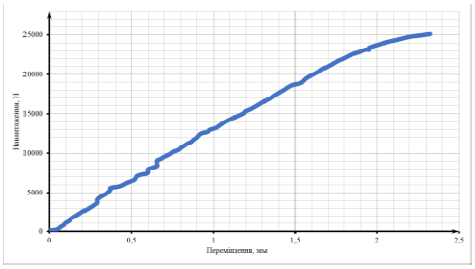
Згин	50	101	5,22
	80	348	4,14
	100	1545	12,30
Стиск	15	7	1,16
	50	66	1,40
	55	120	1,50
	80	825	4,77



а)

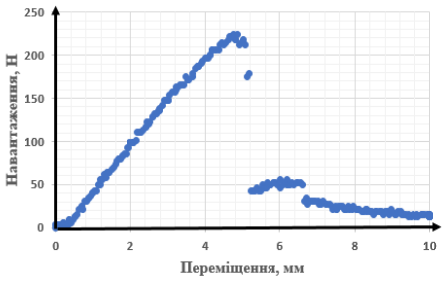


б)

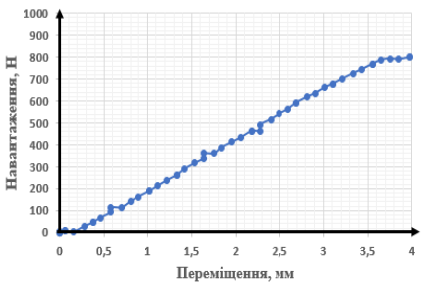


в)

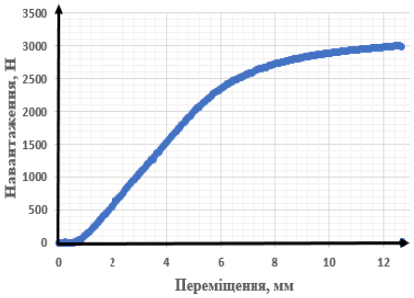
Рисунок 4 – Діаграми розтягу зразків з титанового сплаву (аналог ВТ-6, Ti6Al4V) з різною щільності: а)15%, б)50%, в)100%



а)



б)



в)

Рисунок 5 – Діаграми згину зразків з титанового сплаву (аналог ВТ-6, Ti6Al4V) з різною щільності: а)50%, б)80%, в)100%

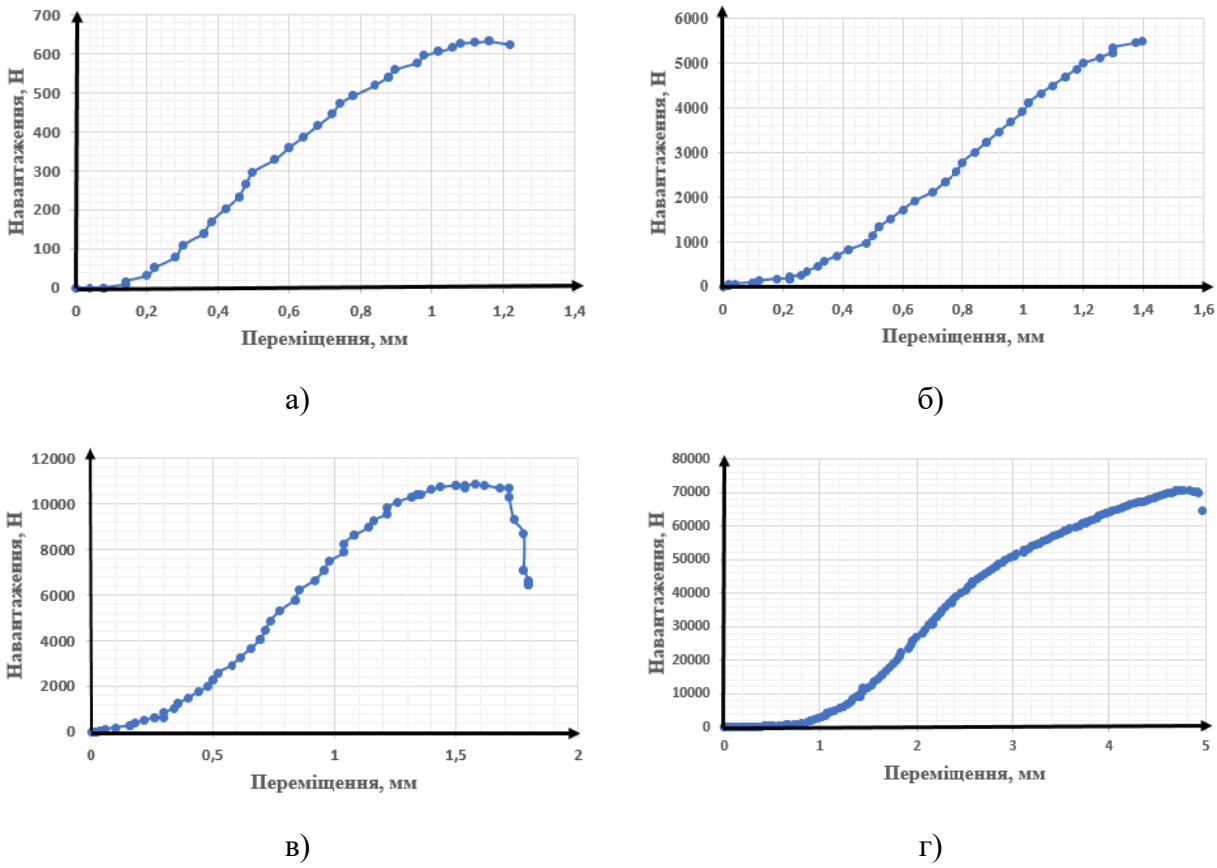


Рисунок 6 – Діаграми стиску зразків з титанового сплаву (аналог ВТ-6, Ti6Al4V) з різною щільності: а)15%, б)50%, в)100%

За результатами експериментального дослідження отримано механічні характеристики титанового сплаву, який виготовлений методом 3д друку (аналог ВТ-6, Ti6Al4V) в залежності від рівня заповнення при різних видах навантаження. Побудовані діаграми деформування при різних типах навантаження. Використання цих результатів дозволяє більш ефективно проектувати та оптимізувати індивідуальні імпланти.

ЛІТЕРАТУРА

1. В.Н. Ходоренко, С.Г. Аникеев, В.Э. Гюнтер Структурные и прочностные свойства пористого никелида титана, полученного методами СВС и спекания // ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ. ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ, 2014, Т. 57, № 6 , с. 17-23
2. А.О. Костенко, О.В. Тимошенко, В.В. Коваль Дослідження механічних характеристик матеріалу отриманого методом 3д друку // Збірка наукових праць конференції Інновації молоді в машинобудуванні, №2 (2020) ISSN 2708-3926, с.49-56.
3. Вишневский А.А., Казбанов В.В., Баталов М.С. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТИТАНОВЫХ ИМПЛАНТАТОВ С ЗАДАННЫМИ ОСТЕОГЕННЫМИ СВОЙСТВАМИ. "Хирургия позвоночника". 2016;13(1): с. 50-58. https://doi.org/10.14531/ss2016.1.50-58
4. Азимов Р. Х., Аль-Арики М., Ахмедов Т. З., Тархани М. Титановые сетчатые импланты в герниологии. Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2019;(12):126-131. https://doi.org/10.17116/hirurgia2019121126

УДК 620.18

ВПЛИВ ПЛАСТИЧНОГО ДЕФОРМУВАННЯ НА МІКРОСТРУКТУРУ МАТЕРІАЛУ ПРИ ОБТИСНЕНІ ТРУБЧАСТИХ ВИРОБІВ З ПРОФІЛЬОВАНОЮ ВНУТРІШНЬОЮ ПОВЕРХНЕЮ

Федорчук Д. Д.
Херсонський національний технічний університет

В процесі пластичної деформації металів основним показником якості і кореляції з технологічними умовами є його мікроструктура та механічні властивості, зокрема мікротвердість. Технології обтиснення неприводними роликами з проштовхуванням циліндричної заготовки на каліброваній оправці (рис.1, а) потребують визначення раціональних параметрів і відповідних їм властивостей матеріалу після пластичної деформації.

В даній роботі визначено структуру, розміри та форму зерен металів як полікристалічного матеріалу (ступінь подрібнення, напрям подовження, утворення дефектів) та розподіл мікротвердості в площині поперечних перетинів уздовж полігонального каналу при обтисненні на профільній оправці (рис.1. б). Деталь після прокатування розрізалася згідно розмітки на дільниці по 10мм., після чого проводилось виготовлення поперечних шліфів (рис.1, в) та виконання металографічного аналізу. Для тестової обробки використано сплави свинцю та алюмінію, середня твердість яких за Віккерсом у необробленому стані складає: свинець 62HV0.1, алюміній 218HV0.1.

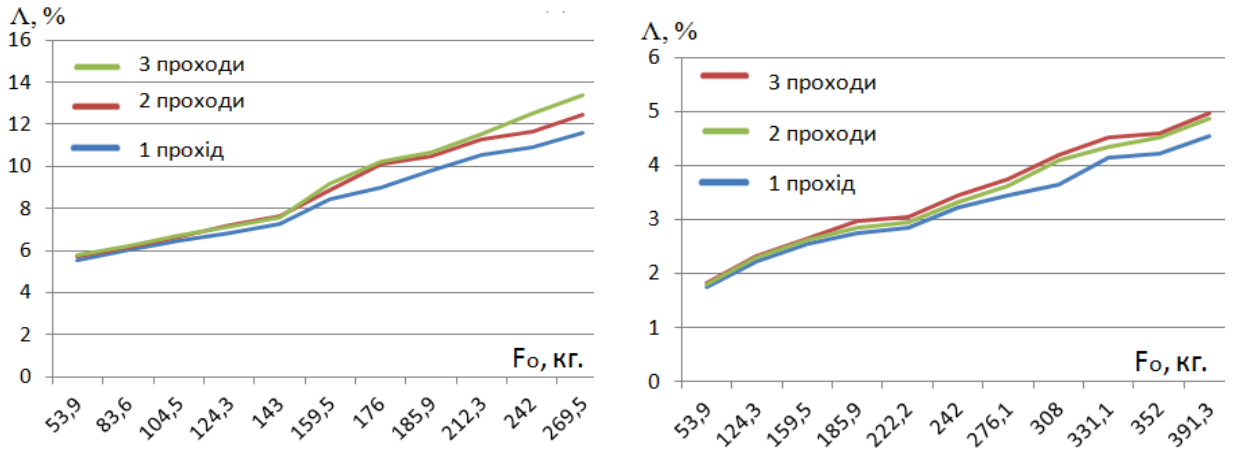


а) б) в)

Рисунок 1 — Технологічне пристосування для виготовлення трубчастих виробів з профільованою внутрішньою поверхнею:
а) - виготовлений дослідний зразок, б) - конічна заготовка з розміткою на дільниці,
в) - зразки поперечного перерізу деталей після деформуючого прокатування.

В якості каліброваної оправки для формування поверхні внутрішнього каналу було використано профільний восьмигранний стрижень (сталь 40ХН) з відстанню між гранями 8мм.

Було визначено ступінь відносного деформування в залежності від зусилля проштовхування (1000 — 3500Н.) та нормальної сили (2500-10600Н.), що діють на ролики волоки та кількості прокатувань однієї заготовки (кратність докладання навантаження). Кожну заготовку прокатували тричі, змінюючи положення, обертаючи її навколо своєї осі на 60˚, після кожного проходу виконувалось вимірювання відносного деформування.



а) б)

Рисунок 2 — Ступінь відносного деформування в залежності від зусилля проштовхування та кількості прокатувань однієї заготовки: а - ступінь відносного деформування свинцевої заготовки, б - ступінь відносного деформування алюмінієвої заготовки

Результати дослідження механічних властивостей (рис.3) показують, що після деформуючого прокатування величина загальної міцності підвищується після першого проходу на 8-10% , а після другого на 12-14%. Максимальне обтиснення профільної оправки досягається після третього проходу, але зі збільшенням товщини стінки заготовки з'являється ділянка в центрі перерізу бічної стінки, де показники твердості є нижчими ніж в зоні контакту ролика з заготовкою та заготовки з оправкою. Проведений аналіз та підбір технологічних умов для досягнення максимально твердості по всій площині перерізу трубчастих виробів.

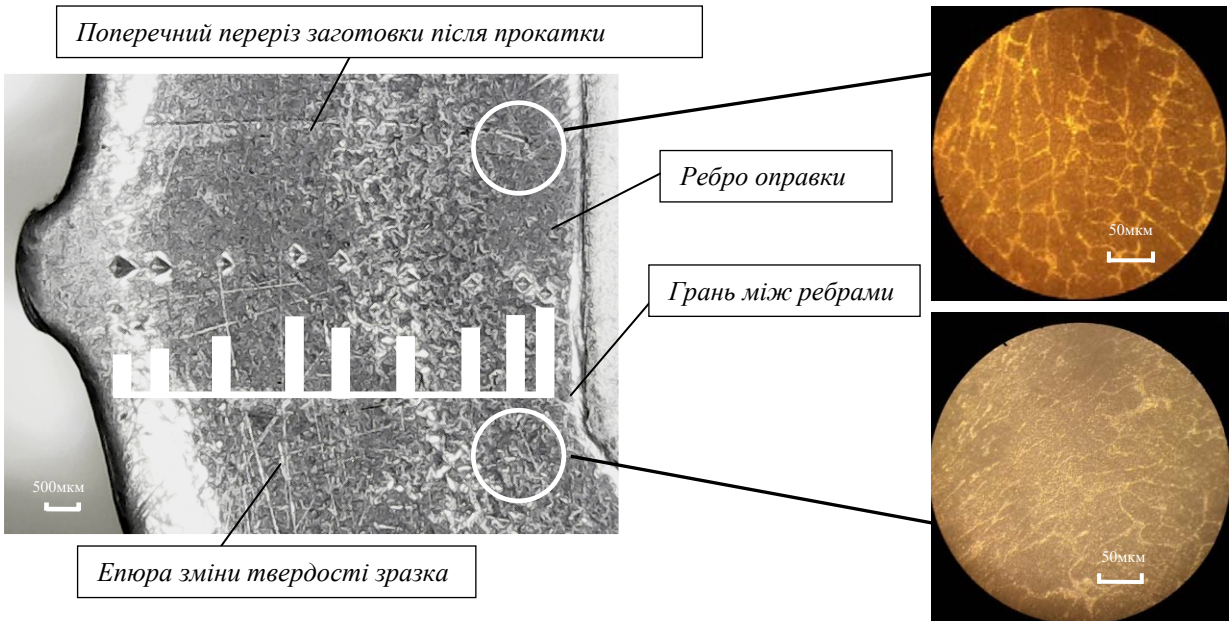


Рисунок 3 — Механічні випробування мікротвердості та металографічний аналіз в залежності від ступеню деформації

Висновки: Досліджено закономірності процесу пластичного деформування трубчастої заготовки з профільним внутрішнім каналом при використанні трироликової волоки з неприводними роликами. Визначено закономірності змін та розподілу мікротвердості в перетині трубчастих виробів з восьмикутним профілем в напрямку стінки та уздовж кута між гранями каналу. Встановлено зв'язок між відносним ступенем

обтиснення, кількістю проходів та навантажувальним зусиллям при прокатці для декількох полікристалічних металевих сплавів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Розов Ю. Г. Моделювання і конструктивне забезпечення технології виготовлення трубчастих виробів з профільною поверхнею / Ю. Г. Розов, Д. О. Дмитрієв, С.А.Русанов, Д. Д. Федорчук // Вісник Херсонського національного технічного університету. - Херсон. ХНТУ. - 2020. - №3 (74), С. 38-44.
2. Тітов В.А. Технологічна механіка забезпечення міцності та якості деталей пластичним деформуванням / В.А. Тітов, Н.К. Злочевська, О.Я. Качан, А.В. Тітов, Е.В. Кондратюк. – К. : КВІЦ, 2016, - 176 с.
3. В.А Тітов, Високошвидкісні методи обробки металів тиском/ В.А. Тітов, Ю.Є. Шамарін, А.І. Долматов, В.К. Борисевич, В.О. Маковей, В.М. Алексеенко - Київ: КВІЦ, 2010. - 304с.
4. ДСТУ 8972:2019 Сталі та сплави. Методи виявлення та визначення величини зерна.- Дата початку дії: 01.01.2021.
5. ДСТУ ISO 6507-1:2007 Матеріали металеві. Визначення твердості за Вікерсом. Частина 1. Метод випробування (ISO 6507-1:2005, IDT). Поправка № 1. - дата прийняття: 01.02.2018.

УДК 629

ФРАКТОГРАФІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КОНТРОЛЬОВАНОГО РУЙНУВАННЯ КОМПОЗИЦІЇ ВОЛОКНИСТИХ І МЕТАЛЕВИХ МАТЕРІАЛІВ, У АВТОМОБІЛЬНИХ ШИНАХ

Чурсов С.О.
Херсонський національний технічний університет

Для вивчення механізму і кінематики руйнування композицій волокнистих і металевих матеріалів доцільно використовувати метод фрактограм [2].

При накопиченні у складі покришки автомобільних шин механічних, термічних, хімічних пошкоджень матеріалів шин, в першу чергу змінюються умови навантажень і відповідні ім процеси руйнування, які мають різний характер деформаційного і напруженого стану, широкий діапазон швидкостей розповсюдження тріщини, будь-які комбінації і докладання навантажень. В експлуатації автомобілів дефекти руйнування в шинах при однократному навантаженні виникають внаслідок аварійних ситуацій та експериментальних умов водіння. Дані дефекти можна визначити стандартними методами механічних випробувань і зафіксувати величини зусиль при яких вони відбуваються. Інша картина спостерігається при тривалій експлуатації автомобільних шин та накопиченні дрібних пошкоджень при повторно статичному і динамічному навагтаженні, тому фрактографічний аналіз може бути корисним при вивченні неодорідної будови дефектів що виникають в результаті втомних і інших причин виходу з ладу автомобільних шин.

В даній роботі вивчались два види руйнування автомобільних шин випробування на розтяг і розшарування волокнистих матеріалів.

Відомо, що волокнисті композитні матеріали складаються з матриці що містить зміцнювальні одновимірні елементи у формі волокон дроту, ниткоподібних тканин та кристалів. Матеріали пневматичних шин автомобілю не відносяться до шароподібних композицій, що містять двовимірні армуючі компоненти, або дисперсно зміцнених

матеріалів з рівномірно розподіленими у об’ємі матриці ультрадисперсними частинками.

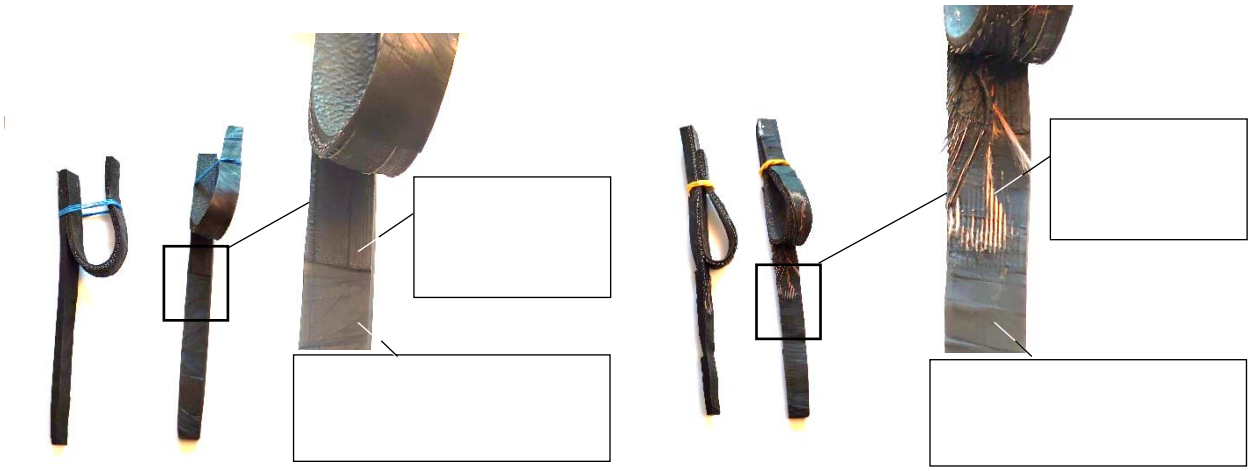


Рисунок 1 – Розшарування зразків і поверхня руйнування на межі «резина-волокна металевого корду» (а), поміж волокон корду (б)

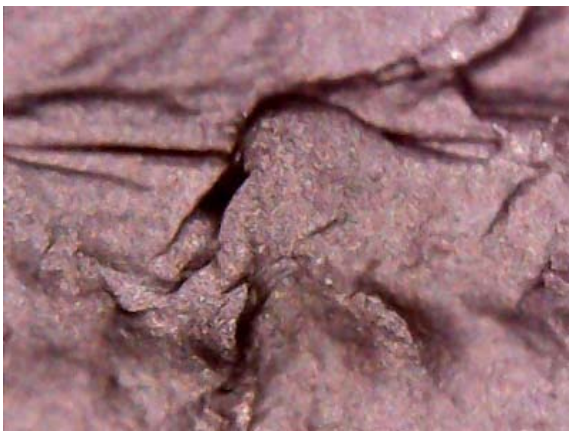
Особливістю волокнистої композиційної структури є рівномірне розподілення геометрії, що повторюється з високоміцних волокон в пластинчатій матриці.

Механічні пошкодження шин в процесі експлуатації мають впливати не на матрицю, а на армуючі волокна, які призначено використовувати як зсувний механізм гальмування тріщин самими волокнами на поверхні зчеплення матриці, з армуючими наповнювачами для зміцнення тому поверхні розподілу у волокнистих композиційних матеріалах розглядають, як самостійний елемент структури [1.4]. В перехідному шарі формуються зв’язки між зміцнювальними волокнами і матрицями крізь, яку передаються механічні напруження. Від будови даних зв’язків залежать умови гальмування тріщин викликаних механічними пошкодженнями при експлуатації автомобільних шин.

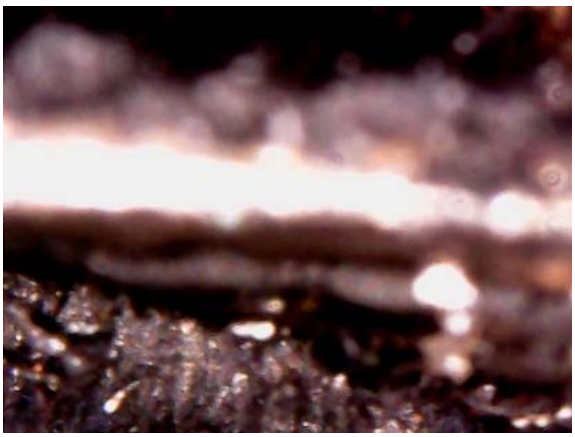
В попередніх дослідженнях вказано [1], що можливість регулювання структури і керування якістю перехідного шару, схемою армування і іншим дозволяє створювати нові матеріали з різноманітним спектром різноманітних властивостей.

Фрактографічні дослідження дозволяють зрозуміти механізм руйнування. Роль фрактографіі особливо зростає в тих випадках, коли в процесі виготовлення або експлуатації знижується міцність матеріалу і зміна меж зерен, що проявляється в зміні будови зламу досліджуваного матеріалу. В'язкий злам в межах макровідстані поширюється лінійно (прямо) незалежно від кордонів зерен, а перетин металу в зоні зламу має затяжку.

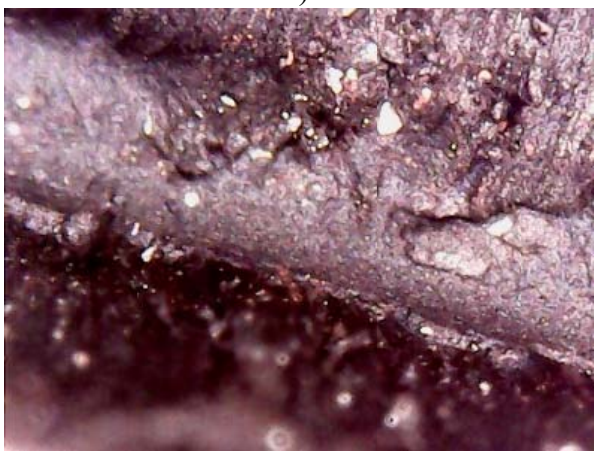
Фрактографічні дослідження пов'язані з встановленням відповідності між рельєфом поверхні руйнування і видом силового впливу, а також умовами навантаження. Дослідники вважають, що критерієм правильного розшифрування інформації про процес руйнування в результаті аналізу експлуатаційного зламу є відтворення подібного рельєфу зламу в лабораторних умовах. Таке уявлення про подібність руйнування в лабораторному експерименті і в умовах експлуатації достовірно тільки з точки зору подібності реакції матеріалу на вплив в досвіді і в експлуатації. Як буде показано далі, розвиток руйнування з формуванням того чи іншого рельєфу зламу є автомодельного процесом, який може бути реалізований в різних умовах навантаження.



а)



б)

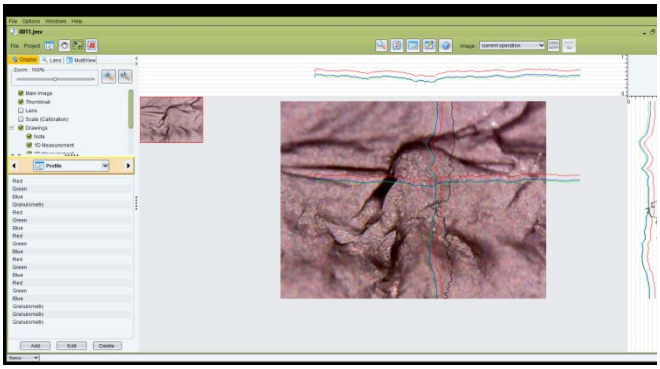


в)

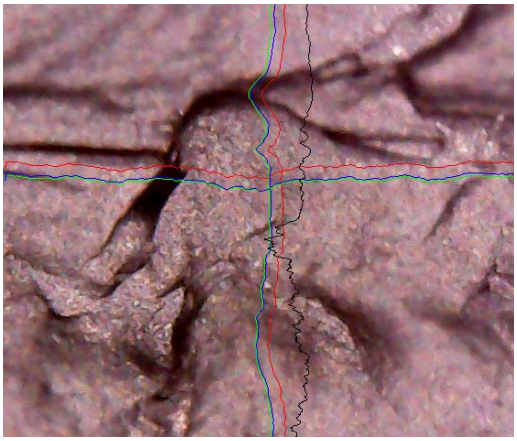


г)

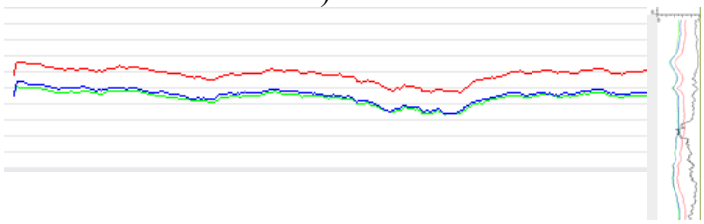
Рисунок 2 – Зразки для випробувань: а), б), в), г) -фрактограми місць розшарування «резина», «металеві волокна», «резина-металеві волокна», «резина-тканина» відповідно



а)



б)



в)

г)

Рисунок 3 – а)– Загальний вигляд середовища: JMicrovision,
б) Фрактограма дослідного зразка шини у середовищі JMicrovision;
в), г) -вертикальний та горизонтальні графіки зламів матриці

При крихкому руйнуванні поверхню зламу має кристалічний характер з характерним шевронним рельєфом, при цьому осередок зародження тріщини визначають у напрямку збіжності променів (сходинок) рельєфу, що вказує на напрямок до вогнища зародження тріщини. В'язке руйнування внаслідок пластичної деформації має матову волокнисту поверхню з хаотичним рельєфом. При тривалому розвитку тріщини на поверхні втомного зламу зазвичай утворюються так звані сліди сезонної зупинки. Інтервали між слідами, як правило, збільшуються в міру зростання тріщини. Осередок зародження втомної тріщини виявляється у напрямку збіжності концентричних слідів, а також по зміні кольору зламу і можливого наявності на його поверхні слідів корозії в металах.

Висновки. Розглянуто пневматичну шину, як волокнисті композитні матеріали котрі складаються з матриці, що містить зміцнювальні одновимірні елементи у формі волокон дроту, ниткоподібних тканин та кристалів.

Було створено фрактограми дослідних зразків. пневматичної шини.

Проводиться знайомство з програмним середовищем JMicrovision.

Пріоритетні напрямки досліджень:

Проводиться детальне вивчення мікроструктури матеріалів: метали, сплави, композити, та інших матеріалів у межах науково-дослідної роботи;

- дослідження структури поверхні зламів у межах фрактографії;
- встановлення якісного та кількісного елементного (хімічного) складу в матрицях об’єктів, що досліджуються;
- отримання більш детальної інформації з дослідження механічних характеристик хімічного складу в об’єктах, що аналізуються;

ЛІТЕРАТУРА

1. Портной К.И., Салибеков С.Е., Светлов И.Л., Чубаров В.М. Структура и свойства композиционных материалов М.: Машиностроение, 1979. - 255 с.
2. Чурсов С.О. Застосування багатокоординатних механізмів в якості випробувальних стендів шин автотранспорту /Чурсов С.О., Дмитрієв Д.О. Войтович О.А. Баль О.Д. //Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем: VIII Міжнародна науково-практична конференція. – ЧНТУ:Чернігів. – 2018.- С.147-149
3. Чурсов С.О. Стендові методи випробування шин автотранспорту / Дмитрієв Д.О., Войтович О.А., Русанов С.А //Вісник Херсонського національного технічного університету.№ 2(69) (2019) С.39-47
4. Чурсов С.О. Прогнозування залишкового ресурсу матеріалів пневматичних шин від накопичення і виду експлуатаційних пошкоджень. / Дмитрієв Д.О., Панасенко В.М., Русанов С.А //Матеріали IX Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених з автоматичного управління присвяченої Дню космонавтики. ХНТУ:Херсон. – 2021.- С.94-95

УДК 681.5

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДІЛЯНОК ВОДО-ПАРОВОГО ТРАКТА КОТЛА

Фертіль І. І., Фешанич Л. І.
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Топкові процеси, які залежать від таких факторів як фізико-хімічні реакції горіння, динаміка руху і взаємодії фаз та конструктивні особливості топки, погано піддаються точному кількісному визначенню. Тому їх опис доводиться проводити виходячи з достатньо загальних теоретичних викладок та експериментальних даних. З іншого боку, моделі в таких системах повинні бути простими. Одна з причин цього полягає у необхідності їх отримання з обмеженої кількості інформації; друга причина – необхідність мати прості та явні правила налаштування; третя причина – можливість узагальнення основних характеристик об'єкта декількома параметрами, які мають зрозумілу фізичну суть. Застосування більш складних моделей дозволяє поліпшити якість регулювання, однак унеможливлює простий аналітичний розрахунок параметрів регулятора на підставі параметрів моделі. Тому найбільше поширення знайшли найпростіші лінійні моделі першого і другого порядку [1]. Для виконання якісного керування необхідні знання про динамічну поведінку об'єкта керування. Математичний опис може бути представлено в табличній формі або в формі рівнянь. Ідентифікація може бути структурною, коли шукається структура математичного опису об'єкта, або параметричною, коли для відомої структури знаходять величини параметрів, що входять в рівняння моделі. Коли визначаються параметри моделі з відомою структурою, то мова йде про ідентифікацію параметрів моделі.

Для розв'язання задач аналізу та синтезу системи управління теплоенергетичними об'єктами розроблялись різні математичні моделі на основі лінійних та нелінійних диференціальних рівнянь, структурних уявлень і т.д. В той же час, спроби врахувати численні зв'язки та залежності між вхідними та вихідними змінними і координатами стану приводять до громіздких моделей великої розмірності, а точність моделей покращується не набагато, тим більше, що при виведенні рівнянь обов'язково приймаються спрощувальні припущення. При синтезі системи управління часто використовуються модель низького порядку.

При описі моделей технологічних параметрів ТЕС, зокрема котлоагрегату, структура моделей динаміки може бути самою різною. Проте, найчастіше в алгоритмах ідентифікації об'єктів управління, що розглядаються в роботах [2, 3, 4], динамічні характеристики об'єкта управління апроксимуються передавальними функціями вигляду

$$Wo(s) = \frac{k}{(Ts+1)*(\alpha Ts+1)} e^{-\tau s}, L = \frac{\tau}{T} \qquad (1.1)$$

де k - коефіцієнт передачі, T – головна стала часу, α – відношення сталих часу ($0 \le \alpha \le 1$), τ – час запізнення, L – нормований час запізнення

Модель (1.1) при α = 0 описує об'єкти першого порядку з запізненням; при – об'єкти другого порядку з запізненням; при ($0<\alpha<1$) – об'єкти з парними коренями. Структура (1.1) є більш загальною, ніж ті, які використовуються у традиційних роботах із синтезу ПІ та ПІД регуляторів [5, 6]. Розрізняють активну ідентифікацію (за допомогою впливу на систему, яка подається спеціально з метою ідентифікації) і пасивну – коли в якості впливів використовують сигнали, наявні в системі в процесі її нормального функціонування. У пасивному експерименті виробляють тільки спостереження за поведінкою системи в нормальному режимі її функціонування, намагаючись отримати з цього спостереження інформацію, достатню для налаштування регулятора.

Розглянемо контури регулювання температури пари в нижній та верхній радіаційній частині.

В результаті проведеного пасивного експерименту були отримані перехідні характеристики температурних ділянок водо-парового тракту для другого корпусу котлоагрегата по двом ниткам "В" і "Г" при навантаженнях котла 300 МВт (Рис. 1.1) та 225 МВт (Рис. 1.2).

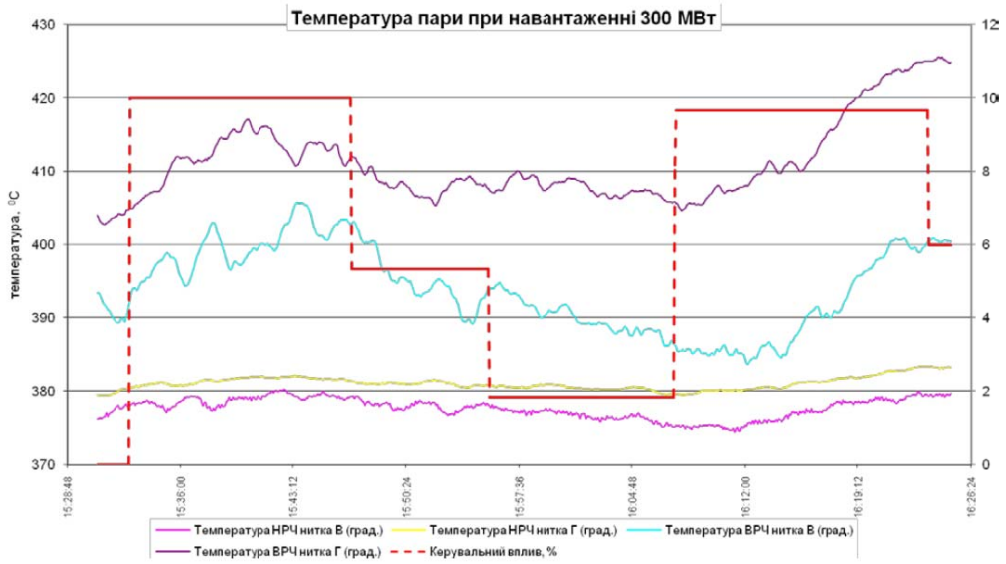


Рисунок – 1.1. Графіки перехідних процесів по каналам НРЧ та ВРЧ при навантаженні 300 МВт

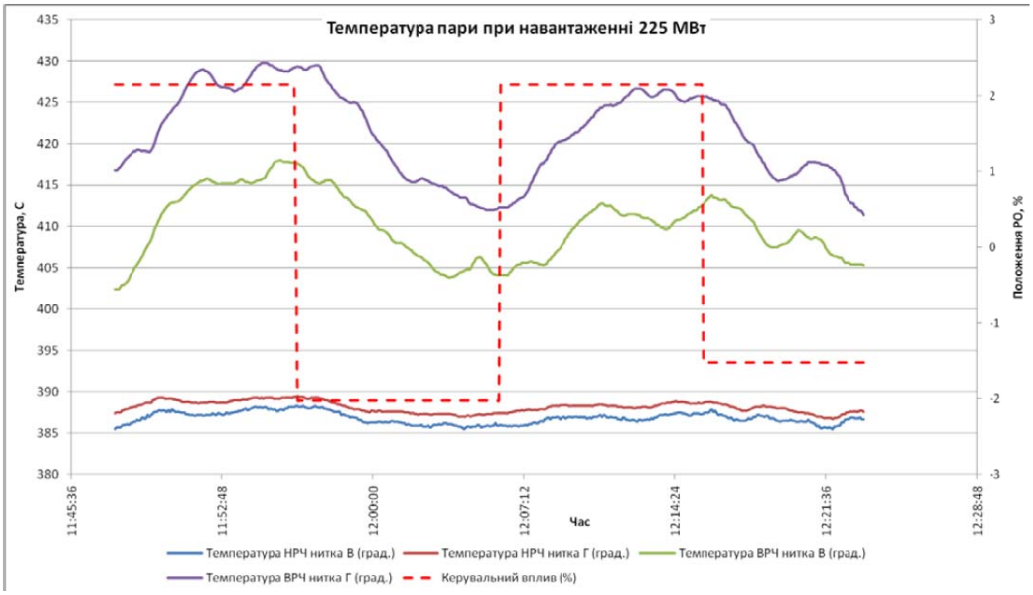


Рисунок – 1.2. Графіки перехідних процесів по каналам НРЧ та ВРЧ при навантаженні 225 МВт

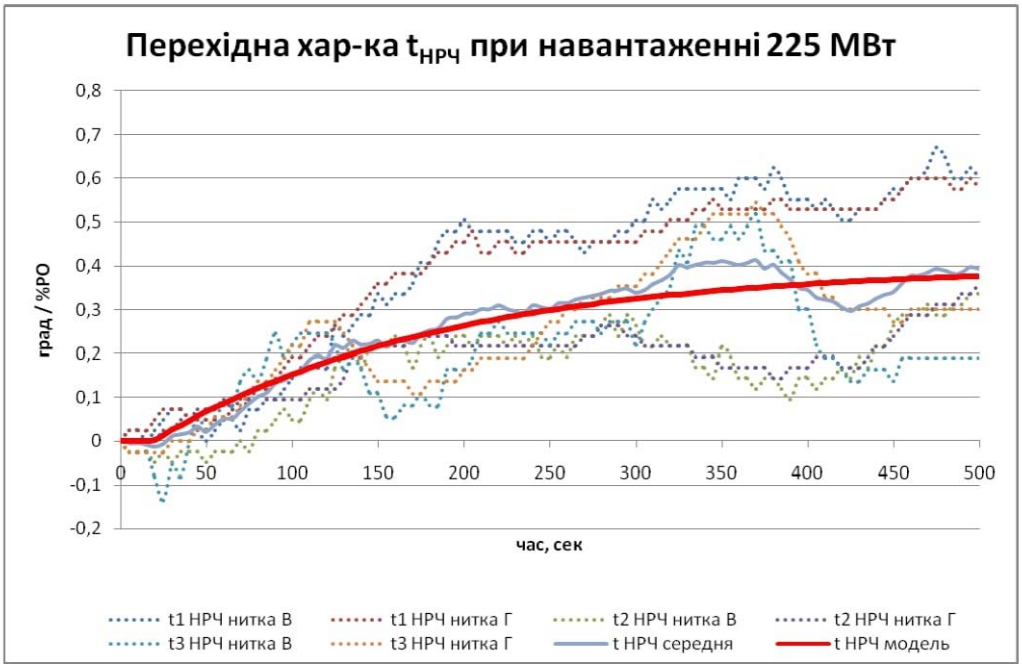
Наявні характеристики є зашумленими, що вимагає їх фільтрації. Скористаємось фільтром Баттерворта першого порядку, так як він забезпечує найбільш плоску характеристику в смузі пропускання, що досягається ціною плавності характеристики в перехідній області, тобто між смугами пропускання і затримування. Таким чином, загальний процес ідентифікації складається із таких частин:

1) Розкладання перехідної характеристики в ряд Фур'є для визначення діапазону частот, які потрібно відфільтрувати.

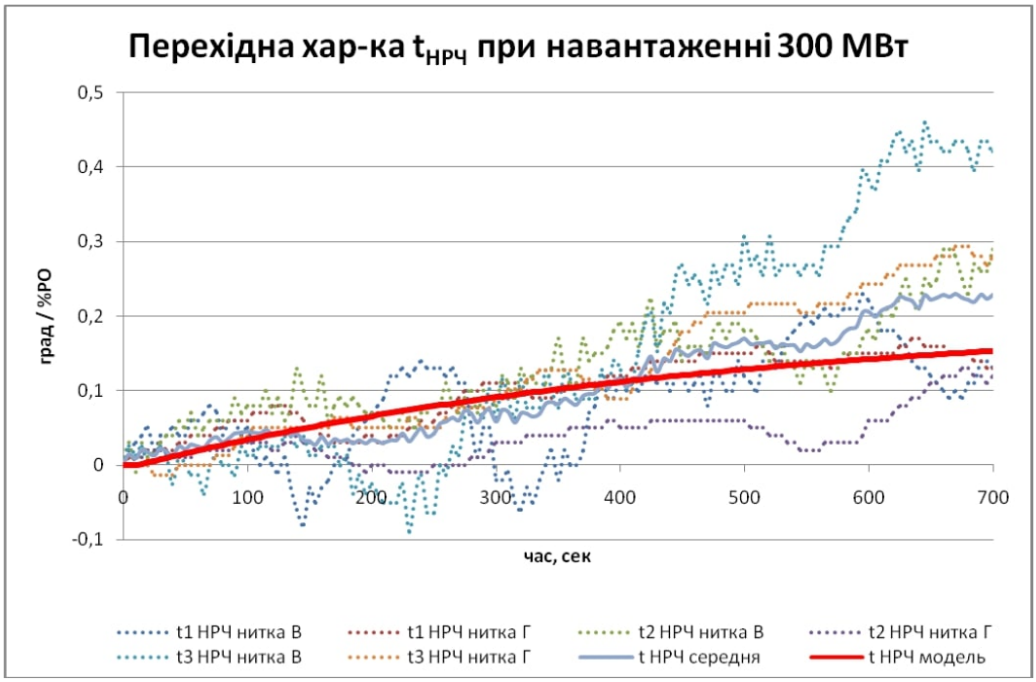
2) Налаштування фільтру Баттерворта згідно з визначеним діапазоном частот і фільтрація сигналу.

3) Апроксимація відфільтрованого сигналу згідно мінімуму квадратичного інтегрального критерію.

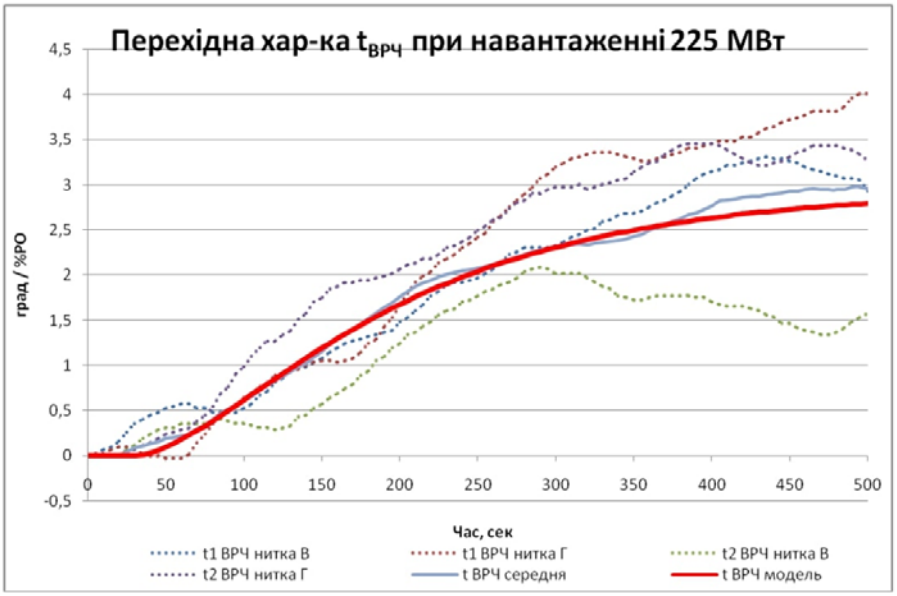
Графічні ілюстрації перехідних процесів та їх апроксимації наведені на Рис. 1.3.



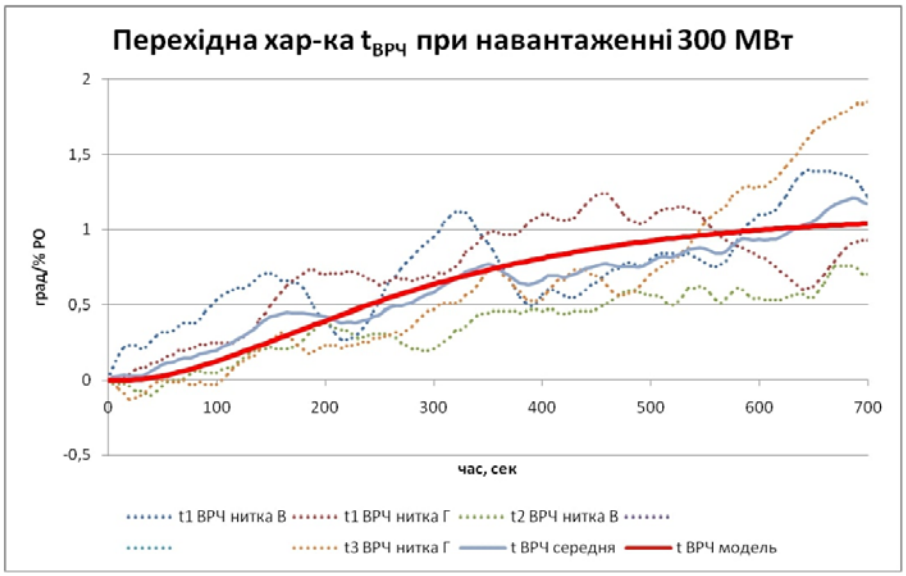
а)



б)



в)



г)

Рисунок – 1.3. Перехідні процеси АСК температури та їх моделі:
а, б – Температура пари НРЧ при навантаженні 225 МВт і 300 МВт;
в, г – Температура пари ВРЧ при навантаженні 225 МВт і 300 МВт.

За допомогою програмного середовища Aprox знайдемо передавальні функції моделей температурних контурів:

- Температура пари НРЧ при навантаженні 225 Мвт:

$$W(p) = \frac{35.051p+1}{10878.817p^2+191.651p+1} \quad (1.2)$$

- Температура пари НРЧ при навантаженні 300 Мвт:

$$W(p) = \frac{7600.210p^2+82.443p+1}{2815896.393p^3+49676.926p^2+355.109p+1} \quad (1.3)$$

- Температура пари ВРЧ при навантаженні 225 Мвт:

$$W(p) = \frac{-1449.192p^2+65.189p+1}{874545.896p^3+24505.525p^2+259.549p+1} \quad (1.4)$$

- Температура пари ВРЧ при навантаженні 300 Мвт:

$$W(p) = \frac{-1366.495p^2+51.844p+1}{1685815.403p^3+36703.889p^2+312.178p+1} \quad (1.5)$$

Подальше використання отриманих моделей для синтезу робастних систем керування, а також їх імітаційне моделювання можливе лише за умови адекватності цих моделей реальному об'єкту в усьому діапазоні його роботи.

Найбільш поширеним способом перевірки моделей на адекватність є використання методів математичної статистики. Обчислимо значення основного статистичного коефіцієнта (табл. 1.1), а саме: середньоквадратичне відхилення від середнього значення – вимірює відхилення експериментальних даних від розрахованих модельних значень відповідей (значення, близьке до 0, вказує на кращу апроксимацію):

$$D = \sqrt{\frac{1}{N} * \sum_{i=1}^{N}(x_i - x)^2} \quad (1.6)$$

де D – середньоквадратичне відхилення від середнього значення, N - об'єм вибірки, x – члени вибірки.

Таблиця – 1.1. Значення статистичних коефіцієнтів моделі

Модель	Статичний коефіцієнт
Температура пари НРЧ при навантаженні 225 Мвт	0.284
Температура пари НРЧ при навантаженні 300 Мвт	0.287
Температура пари ВРЧ при навантаженні 225 Мвт	0.324
Температура пари ВРЧ при навантаженні 300 Мвт	0.318

Оскільки для усіх досліджуваних величин розрахункові значення статистичних коефіцієнтів не перевищують 10% від максимуму, то можна зробити висновок, що моделі процесів температурного режиму при різних навантаженнях, адекватні реальному процесу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Денисенко В.В. Компьютерное управления технологическим процессом, экспериментом, оборудованием [Текст] / В.В. Денисенко. – М.: Горячая линия. Телеком, 2009. – 608 с.
2. Демченко В.А. Автоматизация и моделирование технологических процессов АЭС и ТЭС [Текст] / В.А. Демченко. – Одесса : Астропринт, 2001. – 305 с.
3. Ротач В.Я. Автоматизация настройки систем управления [Текст] / В.Я. Ротач, В. Ф. Кузищин, А. С. Клюев – М. : Энергоиздат, 1984. — 271 с.
4. Ротач В.Я. Инженерные методы теории автоматического управления технологическими процессами [Текст] / В.Я. Ротач // Теплоэнергетика. – 1991. – №9. – С. 12–16.
5. Денисенко В.В. ПИД-регуляторы: принципы построения и модификации [Текст] / В.В. Денисенко // Современные технологии автоматизации. – 2007. – №2. – С. 90-98.
6. Ротач В.Я. Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами [Текст] / В.Я. Ротач – М. : Энергоатомиздат, 1985. – 296 с.

УДК 621

ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ УСТАНОВКИ «ВИРОБНИЦТВА СИНТЕТИЧНИХ ЖИРНИХ КИСЛОТ» НА ОСНОВІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ.

Томащук В. М., Фешанич Л.І.
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Автоматизація технологічних процесів є вирішальним фактором збільшення продуктивності та покращення умов праці. Всі промислові об'єкти забезпечуються засобами автоматизації.

Синтетичні жирні кислоти (СЖК) отримують шляхом окислення нафтового парафіну киснем повітря та включає наступні операції:

— приготування каталізатора;
— приготування вуглеводневої шихти для окислення;
— окислення вуглеводневої шихти;
— шламовідділення і промивка оксидата від водорозчинних низкомолекулярних кислот;
— обмилення оксидата і відділення 0- і 1-х необмилюваних;
— термічна обробка обмиленого оксидата і відділення інших необмилюваних;
— розкладання мильного клею (натрієвих солей жирних кислот);
— промивка сирих жирних кислот;
— дистиляція сирих жирних кислот

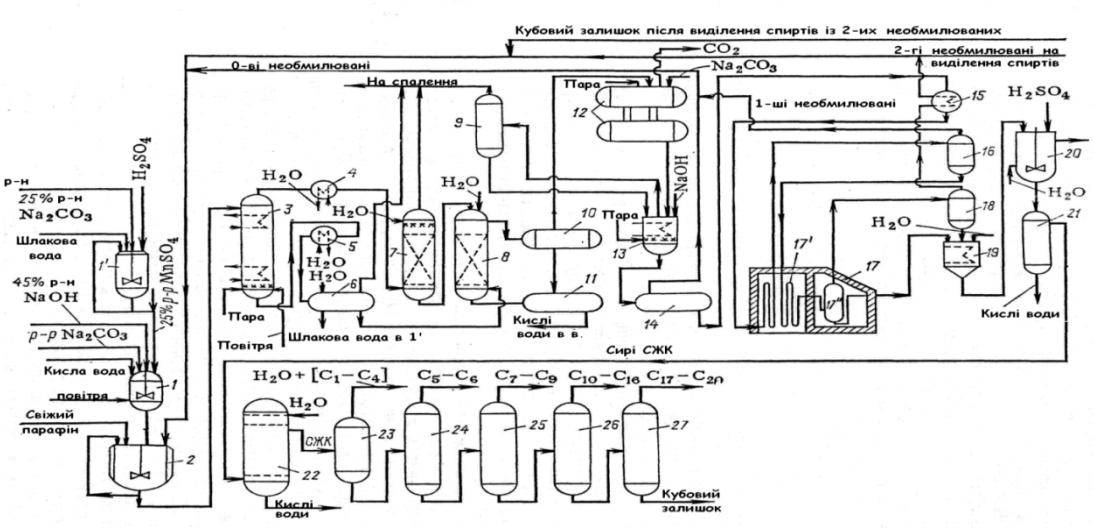


Рисунок 1 – Технологічна схема виробництва синтетичних жирних кислот

Інтелектуальні системи і технології включають в себе вивчення підходів, методів і технологій, що використовуються в сучасних інтелектуальних системах, розробку експертних, рекомендаційних, інтелектуальних інформаційно-пошукових, розрахунково-логічних систем.

Інтелектуальні технології

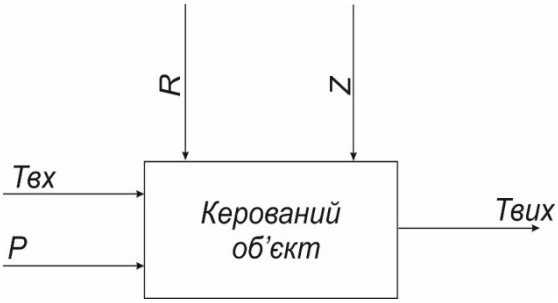
Перетворити інформаційні системи на інтелектуальні дозволяють інтелектуальні інформаційні технології, які є найбільш перспективною і які швидко розвиваються в

наукових та прикладних сферах інформатики. Основними інтелектуальними технологіями є:

- обробка текстів
- моделювання знань
- управління знаннями
- нейротехнології
- математичні моделі
- концептуальне програмування

Одним з основних для інтелектуальних систем є технологія моделювання.

Математичне моделювання установки процесу парової каталітичної конверсії легких вуглеводнів. Для дослідження вибираємо один з основних апаратів, який впливає на якість продукції. Даним апаратом є піч.



Твих – температура реакційної суміші на виході з випарника;
Твх – температура реакційної суміші на вході у випарник
Р–тиск у сепараторі; Z – сумарні збурення; R – регулююча дія

Рисунок 2 – Структурна схема об'єкту керування

Експериментальне моделювання керованого об'єкта

Динамічні властивості об'єкта регулювання визначають за допомогою математичного моделювання технологічного процесу або експериментальним зняттям кривої розгону об'єкта для визначення передавальної функції.

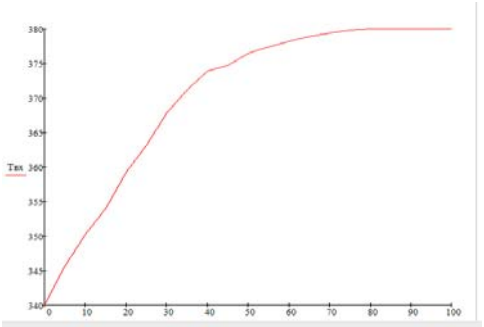


Рисунок 3.1 – Крива розгону по основному каналу

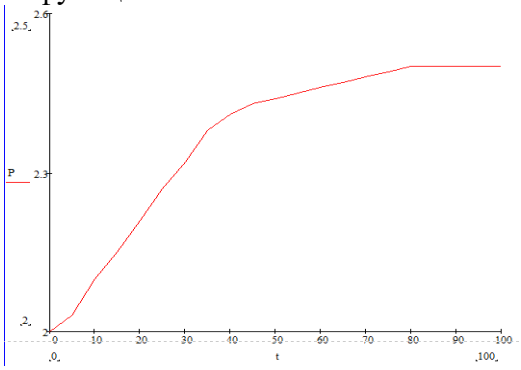


Рисунок 3.2 – Крива розгону по допоміжному каналу

Експеримент дозволяє визначити передавальні функції по каналах: «температура на вході в піч» (основний канал) та «тиск в печі» (допоміжний канал).

Фазі-логіка

Серед особливостей фазі-логіки, що характеризують її як спосіб управління, можна виділити наступні.

Управління на основі фазі-логіки, моделюючи процес мислення людини, може замінювати його в управлінні рухом самохідних транспортних засобів. Принцип наближеності і компромісу в логічних висновках фазі-логіки означає, що фазі-управління перетвориться не наближені числові значення змінних (ці змінні можуть вимірюватися з високою точністю), а здійснює наближену стратегію управління.

Зазначені особливості дозволяють окреслити коло завдань управління, які можуть ефективно вирішуватися на основі фазі-логіки стосовно до ЕП.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Семенцов Г.Н., Когуч Я.Р., Борин В.С., Дранчук М.М., Шавранський М.М. Автоматизація технологічних процесів та виробництв в нафтовій і газовій промисловості: навчальний посібник. – Івано-Франківськ: Факел, 2008. - 200 с.
2. Гаєва Л.І. Виробничі процеси та обладнання об’єктів автоматизації. Конспект лекцій.
3. Лукас В. А. Теория автоматического управления. – М.: Недра, 1990. – 607с.
4. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування: Підручник. — Київ: Либідь, 1997. — 544 с.

СЕКЦІЯ 3
«ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ТОВАРІВ ЛЕГКОЇ І ТЕКСТИЛЬНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ»

УДК 685.34.016.2

ЗАСТОСУВАННЯ РАПОРТНИХ КОМПОЗИЦІЙ ОРНАМЕНТУ У КОЛЕКЦІЇ ЖІНОЧОГО ВЗУТТЯ

Дзикович Т.А., Климова А.В., Галавська Л.Є.
Київський національний університет технологій та дизайну

Природа є одним з найдавніших джерел натхнення для творчих особистостей та для видатних винахідників: поети оспівували красу рідного краю у віршах, художники зображували квітучі сади на своїх полотнах, а архітектори втілювали пластичні лінії рослин у неймовірні споруди.

Особливу увагу отримав світ флори у дизайні – протягом століть квіткові орнаменти прикрашали сукні великих імператриць, взуття королів та аксесуари значних особистостей у світовій історії. Так наприклад, орхідея була шанована у багатьох світових культурах і вважалася шляхетною квіткою, а у Стародавньому Китаї, слово “орхідея” означало шанобливе ставлення і хорошу якість. Зараз квітка є досить популярною кімнатною рослиною і доступна кожному, хто хоче мати красивий цвіт на своєму підвіконні.

Згідно світовим тенденціям моди квітковий принт залишається актуальним вже протягом багатьох років і не планує здавати свої позиції, тому для створення рапортних композицій в рамках дисципліни «Основи композиції, кольорознавства та дизайну в легкій промисловості» було обрано одну з найдавніших рослин на нашій планеті - орхідею.



Рисунок – 1 Ескізний проект «Орхідея»

Шляхом стилізації створено головний мотив - лінійно-спрощений цвіт квітки у темно-рожевому кольорі, який став основою для дрібновізуренкового (малюнок до 2 см), середньовізерункового (от 2 до 10 см) та крупновізерункового (від 10 до 25 см) рапортного малюнку. Також головний мотив використовується у лінійно-рапортних орнаментах – він повторюється вздовж однієї прямої і є нескінченним.

Розроблені візерунки були застосовані в ескізах жіночого взуття. Колекція складається з босоніжок, мюль та ботільйонів на масивних підборах прямокутної та шароподібної форми, які завдяки вдало підібраній кольоровій гамі та балансу форм виглядають досить витончено та елегантно. Даний ескізний ряд повністю передає художній задум дизайнера і є основою для подальшої роботи конструктора-модельєра.

Отже, завдяки стилізації лише одного елемента можна створити безліч рапортних композицій орнаменту, що дозволить розробити цілу лінійку виробів легкої промисловості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Супрун Н.П. Художнє оформлення текстильних матеріалів: навчальний посібник /Н.П. Супрун, М.В. Колосніченко, О.К. Суворова. - К.: КНУТД, 2011. - 189 с.
2. Орлов И. И. Орнаментальное искусство: учеб. пособие / И. И. Орлов .— Липецк : Изд- во ЛГТУ, 2015 . - 79 с.
3. Зозулинцеві [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Зозулинцеві

УДК 677.016.474

ВПЛИВ ВТО НА СТІЙКІСТЬ КОЛЬОРУ ТРИКОТАЖУ ДЛЯ ДИТЯЧИХ ВИРОБІВ

Кизимчук О.П., Мельник Л. М., Арабулі С.І.
Київський національний університет технологій та дизайну

Вступ. Сучасний споживач значно обізнаніший, ніж десяток років назад. І тому обираючи одяг, звертає увагу не тільки на його зовнішний вигляд та декоративність, а й на безпечність та довговічність. Тобто споживач потребує перш за все якісного одягу.

Перше враження про виріб складає його кольорове рішення. Відчуття кольору – це складне його психофізичне сприйняття людиною, підсилене певними образами, асоціаціями, уявленнями, почуттями. На виникнення цього відчуття впливають досвід спостерігача, зорова пам'ять тощо. Колір може мати як фізичний так і психологічний вплив, та сприймається через асоціації.

Для спеціалістів текстильного виробництва колір є засобом композиційного рішення виробу, здатним викликати зорове відчуття відповідно зі спектральним складом відбитого чи випромінюваного світла. В процесі фарбування текстильному виробу надається певний колористичний, естетичний вигляд, різноманітні рішення якого теоретично може задовольнити будь-якого споживача. На сьогодні існує тенденція по використанню більш безпечних порівняно з синтетичними натуральних барвників та встановлюються шляхи по їх вдосконаленню.

Однією з найважливіших властивостей фарбованого текстильного матеріалу для споживача є здатність зберігати колір в процесі експлуатації.

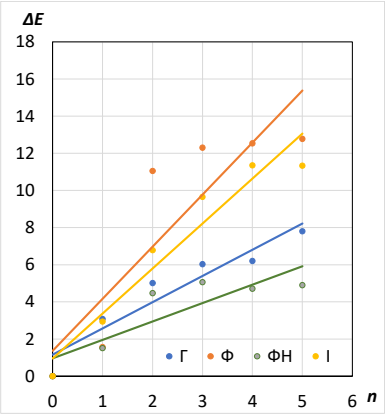
Постановка задачі. Здатність зберігати початковий колір барвника під дією зовнішніх фізико-хімічних факторів в процесі експлуатації текстильного матеріалу характеризується стійкістю кольору. Тобто пофарбований матеріал повинен бути стійким до дії світла, прання, прасування, поту, тертя і хімічних речовин. В процесі використання текстильних виробів з низькою стійкістю пофарбування матеріали легко вицвітають, що негативно впливає на естетичний вигляд виробу. Крім того, недостатня стійкість кольору, характеризується слабкою міцністю звязку барвника з волокном, яка може порушуватись під дією води, хімічних препаратів, що призводить до виділення барвника та іонів важких металів зі структури, які абсорбуються тілом людини через шкіру, фарбуючи її, викликаючи алергічні реакції та створюючи небезпеку для споживача.

Результати досліджень. Залежно від сфер застосування текстильних виробів стійкість пофарбування визначається комплексом фізико-механічних та хімічних чинників. Цей комплекс впливів встановлюється залежно від призначення виробу, або умов експлуатації. Однак, якщо ми говоримо про одяг побутового призначення, слід передбачити, що для підтримки чистоти та гігієни ці вироби підлягатимуть частим пранням. Тому запропоновані матеріали повинні бути легкими у догляді та мати стійкість пофарбування до дії прання.

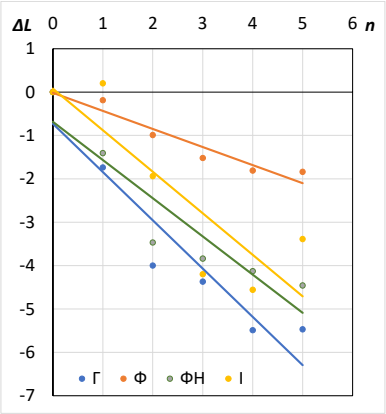
Для вготовлення виробів для дівчат з обмеженими можливостями запропоновано трикотажні полотна, наявні в торговій мережі України [1]. Вибір зразків трикотажу обумовлений вимогами [2, 3], яскравим кольоровим рішенням, гладкою поверхнею структури, в результаті чого обрано 4 варіанти трикотажу, що відрізняються видом переплетення: гладь (Г), футероване з начісуванням (ФН), футероване (Ф), інтерлок (І). Всі варіанти трикотажу виготовлені з бавовняної пряжі, лише перший та третій зразок містять лайкру, кількість якої не перевищує 5%.

Для встановлення стійкості пофарбуваня до дії волого-теплових обробок (ВТО) було проведено по 5 експериментальних прань та прасувань Для оцінки зміни кольорів і відтінків було використано інструментальний метод колориметрії (колориметр 3NH NR-20XE), оскільки візуальна оцінка є суб'єктивним і неточним методом.

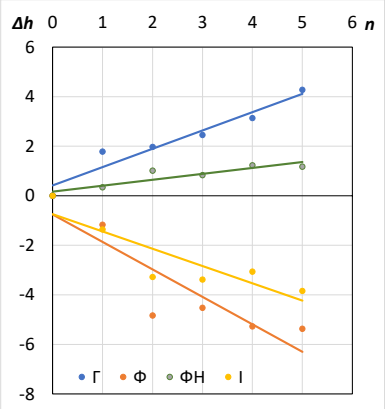
Отримані дані вказують, що всі досліджувані зразки характеризуються порівняно невисокою стійкістю до дії повторних прань. Найнижчий показник кольорового контрасту ΔE (рис 1.а) мають полотна переплетення футерованого та інтерлок (більше 10). Тобто в даних полотнах візуально можна оцінити зміни фарбування в межах 5 прань. Найбільшу стійкість фарбування виявлено в зразках переплетення гладь та футероване з начісуванням. Всі зразки мають однакову тенденцію до зміни яскравості кольору ΔL (рис. 1.б). Даний показник найбільше змінюється для полотна переплетення гладь - в межах 6,5%. При чому всі зразки виявили найменшу зміну показника колірного тону Δh (рис 1.в). Показник насиченості Δc (рис 1.г) набув найбільших змін для полотен переплетення інтерлок та футерованого.



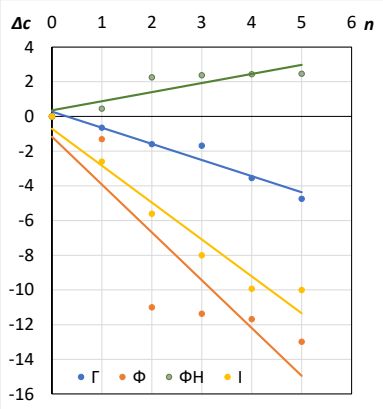
а



б



в



г

Рисунок 1 – Вплив ВТО на стійкість кольору

Висновки. Застосування інструментальних методів оцінювання стійкості кольору в трикотажних полотнах до дії мокрих обробок дозволяє отримати точні та надійні характеристики і мати повну інформацію по довговічність текстильних виробів. Отримані результати досліджень стійкості фарбування трикотажних полотен після багаторазових прань вказують на їх відносно невисоку стійкість. Найкращі показники виявлені у полотен перпелетння гладь та футероване з начісуванням, які можуть бути рекомендовані для виготовлення дитячих виробів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мельник Л.М., Кизимчук О.П., Павлова А.С. Розробка трикотажних виробів для дівчат з обмеженими можливостями. *Індустрія моди*. 2021. №3.
2. Кушнір О.В., Білоцька Л.Б. Розробка одягу для людей з обмеженими можливостями опорно-рухового апарату (ЛОМ ОРА). *Вісник КНУТД*. 2015. №6(92). С. 169-175
3. Н.П. Супрун, М.А. Мархай Основні принципи вибору матеріалів для адаптаційного одягу. *Вісник КНУТД*. 2010. №5. С. 134-138

УДК 677.017.4: 677.075

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТРИКОТАЖНИХ ВИРОБІВ ЗАДАНОЇ ФОРМИ ШЛЯХОМ ОБ'ЄМНО-ПРОСТОРОВОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ЇХ ДЕФОРМАЦІЇ

Єліна Т.В., Галавська Л.Є., Архипенко Л.О.
Київський національний університет технологій та дизайну

Вступ. Актуальність виготовлення виробів заданої форми, зокрема за безшовною технологією, полягає у тому, що за конструктивними параметрам вони є простими, оскільки мають мінімальну кількість швів або виготовляються як суцільнов'язані вироби, які взагалі не передбачають швейні операції. Надання виробам заданої форми у процесі в'язання відбувається шляхом зміни кількості працюючих голок та/або зміни виду переплетення чи параметрів в'язання. Зміна кількості працюючих голок передбачає увімкнення чи вимкнення голок, перенесення петель по контуру та всередині контуру

деталі, вв'язування неповних петельних рядів. За рахунок використання переплетень з різними показниками жорсткості та розтяжності, а також зміни параметрів в'язання (глибина кулірування, зусилля відтягування полотна та натяг нитки) також можна забезпечити зміну форми суцільнов'язаного виробу.

Постановка задачі. Поєднання новітніх комп'ютерних технологій і нового покоління в'язальних машин, надало можливості підприємствам модернізуватися та створювати трикотажні вироби заданої складної форми, як промислового, так і технічного призначення. Створення об'ємної форми будь-якого суцільнов'язаного виробу відбувається по основних конструктивних лініях, що розчленовують поверхню одягу на окремі частини (деталі). Процес проектування таких виробів передбачає урахування рівня розтяжності трикотажу на кожній з виокремлених ділянок. Об'ємно-просторова візуалізація процесу деформації розтягу дозволяє вирішити питання проектування виробів заданої форми із необхідним рівнем розтяжності окремих його ділянок.

Результати досліджень. Зазвичай, розтяжність трикотажу кулірних переплетень у напрямку петельних рядів завжди більша ніж у напрямку петельних стовпчиків. Найменшу розтяжність по ширині мають переплетення, що містять у своїй структурі ділянки ниток, не пров'язані в петлі, що розташовуються у напрямку петельних рядів. Це такі переплетення як одинарний жакард, утокові переплетення з горизонтальним прокладанням утокових ниток, футеровані та інші. Найбільші показники розтяжності мають ластичні переплетення, особливо ластик таких рапортів як 3х3, 4х4, 5х5, оскільки вони містять у своїй структурі ділянки гладі у різних шарах трикотажу, які схильні до закручування. У вільному стані такі ластики характеризуються меншою шириною, ніж гладь та ластик 1х1, вироблені за тієї самої кількості працюючих голок. Завдяки цьому у трикотажі зазначених переплетень спостерігається здатність до одновісних деформацій вздовж лінії петельного ряду на 150-350% та більше відносно початкової ширини за умови мінімальних зусиль розтягу. Деформаційні властивості ластичних переплетень дозволяють використовувати їх у виготовленні трикотажних виробів заданої форми різних асортиментних груп. Дослідження геометричної трансформації, яка відбувається у процесі розтягу трикотажу ластичних переплетень по ширині показали, що зміна конфігурації та положення окремих елементів структури трикотажу у процесі розтягу по ширині відбувається нерівномірно.

При проектуванні трикотажного виробу трубчастої форми необхідно враховувати відповідність його фізичних розмірів розмірним ознакам поверхні тіла людини, ступень розтягу на кожній ділянці з різною величиною обхвату та резерв розтяжності структури переплетення. Набір вихідних даних для розрахунку включає величини обхвату окремих ділянок тіла, на яку буде одягнуто проектований виріб у вигляді трубки ластичного переплетення на трьох рівнях О1, О2 та О3 та відстань по вертикалі між рівнями виміру обхватів L1 та L2 (рис. 1), вид сировини та рапорт ластичного переплетення. На попередньому етапі розрахунку серед трьох значень обхватів обирається найвужча ділянка з обхватом Omin та найширша з обхватом Omax. Крім того, у діалоговоми режимі користувач обирає бажаний інтервал варіювання попереднього розтягу на найвужчій ділянці виробу Єmin, %. Для більшості виробів він може знаходитись у межах значення відносного видовження від 0 (без розтягу) до 20 %. На базі вихідних даних виконується розрахунок відносного видовження на ділянці з максимальним значенням обхвату Єmax, %. Шляхом звернення до попередньо сформованої бази даних отримуємо значення Єu (видовження розпрямлення), для даного виду сировини та переплетення. У відповідності до прийнятого припущення вважаємо, що виконання умови (1) забезпечує збереження структури трикотажу під час повторюваних одновісних деформацій у межах швидкооборотних деформацій, що забезпечують комфортні умови експлуатації виробу.

$$\varepsilon_{max} \leq 0{,}7\Delta\varepsilon_u \qquad (1)$$

Виконання умови (1) для всіх заданих значень обхвату окремих ділянок тіла свідчить про те, що експлуатація виробу відбуватиметься у межах пружних деформацій. Це дозволяє перейти до визначення технічних характеристик в'язальної машини, необхідних для виготовлення виробу із заданим рівнем деформації структури переплетення на окремих його ділянках. У випадку, коли умова (1) не виконується, необхідно внести корективи у вихідні дані шляхом зменшення величини деформації розтягу на найвужчій ділянці, вибору переплетення ластик більшого рапорту, або з використанням іншого виду сировини допоки не буде забезпечено комфортні умови експлуатації виробу внаслідок деформації структури трикотажу ластичного переплетення. Після визначення необхідної кількості голок у циліндрі машини відбувається перевірка наявності в'язального обладнання з заданими характеристиками на оснащенні підприємства. Якщо таке обладнання відсутнє, користувачу пропонується зробити вибір з декількох варіантів: а) виготовлення деталі на плосков'язальній машині; б) використання машини більшого діаметру для в'язання виробу з підкроєм та зтачуванням; в) вибір переплетення ластик іншого рапорту. Після успішного проходження перевірок, дані передаються у графічну програму для побудови тривимірної моделі з одночасним формуванням текстового файлу з вихідними даними та результатами розрахунку.

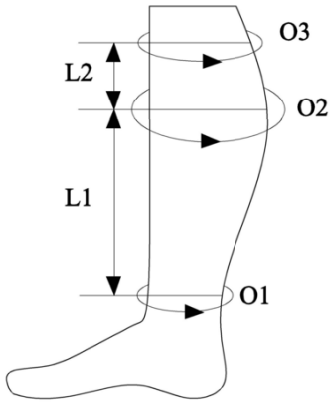


Рисунок 1 – Розмірні ознаки, що використо-вуються у якості вихідних даних для програми LastikTube

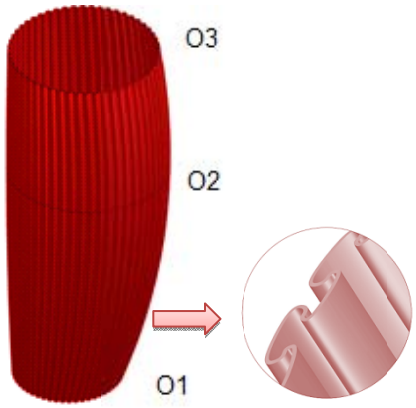


Рисунок 2 – Тривимірна макромодель виробу трубчастої форми, побудована за результа-тами роботи програми LastikTube

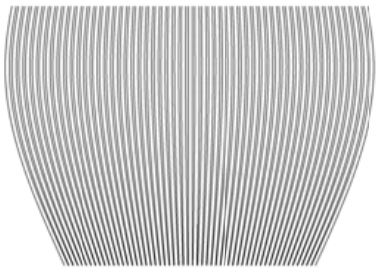


Рисунок 3 – Автоматично сформована розгортка деталі, що враховує експлуа-таційну деформацію розтягу

Для проектування ластичних виробів трубчастої форми нами розроблено прикладне програмне забезпечення LastikTube, призначене для роботи у середовищі AutoCAD. Програма написана мовою програмування AutoLisp у діалоговому режимі користувач вводить довжину ділянок виробу L1 та L2 в см, значення обхватів O1, O2, O3, см (рис.1). Сировину та рапорт переплетення можна обрати з тих, що наявні у базі даних програми. У текстовому вікні необхідно ввести значення у відсотках бажаної деформації розтягу виробу у найвужчому місці (у наведеному прикладі це на рівні O1). Програма визначає ступень розтягу ластичної трубки на різних ділянках виробу. Для ластичної трубки обраного рапорту на підставі даних про периметр одягненої поверхні на трьох рівнях програма, спираючись на базу даних властивостей трикотажу ластичних переплетень з різних видів сировини, розраховує величину деформації розтягу на всіх ділянках та перевіряє, чи вписується значення деформування у межі рекомендованих показників розтягу для комфортної експлуатації виробу. Програма виконує розрахунок ширини трубки полотна на підставі вихідних даних, а також в автоматизованому режимі забезпечує побудову тривимірної моделі ластичного виробу трубчастої форми, одягненого

на рельєфну поверхню із заданими розмірними ознаками (рис.2) та її розгортки на площину з урахуванням експлуатаційної деформації розтягу (рис.3).

Проведення попередніх досліджень процесу деформації розтягу трикотажу ластичних переплетень різних рапортів, виробленого з використанням найбільш розповсюджених у трикотажній галузі видів сировини, дозволило сформувати базу даних для опису характеру зміни поверхні трикотажу ластичних переплетень під дією одновісної деформації розтягу у напрямку петельних рядів. Такі дані відображають особливості перерозподілу репрезентативного об’єму ниткової структури в оболонці внаслідок зменшення взаємного заходу ділянок окремих шарів трикотажу, зменшення закручуваності та перерозподілу нитки в елементах петельної структури, що відбувається на більш пізніх стадіях розтягу.

Висновки. На основі запропонованих алгоритмів та з використанням бази даних, одержаної у ході попередніх експериментальних досліджень розтяжності трикотажу ластичних переплетень, виробленого з різних видів сировини, написано комп'ютерну програму LastikTube, яка дозволяє моделювати трикотажні вироби трубчастої форми з урахуванням деформації репрезентативного об'єму структури трикотажу. Розроблена програма враховує відповідність фізичних розмірів окремих ділянок трубчастого виробу розмірним ознакам поверхні тіла людини, ступень розтягу на кожній ділянці з різною величиною обхвату та резерв розтяжності обраної структури переплетення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гайдамака В.К., Кизимчук О.П. Основи технології виробів заданої форми: підручник. – К.: Кафедра, 2013. – 216 с.
2. Щербина В.Ю., Сахаров О.С., Гондлях О.В., Сівецький В.І. САПР. Програмування на функціональній мові AutoLISP при проектуванні технологічного обладнання /– К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 156 с.
3. Полещук Н.Н., Лоскутов П.В. AutoLISP и Visual LISP в среде AutoCAD. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 960 с.
4. А.с. 46469 Україна. Комп’ютерна програма «Структура – 3D». / Єліна Т.В., Галавська Л.Є. – заявка № 46726 від 25.09.2012, опубл. 23.11.2012.
5. Єліна Т.В. Проєктування виробів трубчастої форми з урахуванням деформаційних властивостей трикотажу / Т.В. Єліна, Л.Є. Галавська // Вісник ХНУ №6, 2020 (291), с. 168-174.
6. Єліна Т.В. Вивчення процесу одновісного розтягу трикотажу переплетення ластик різних рапортів / Т.В. Єліна, А.В. Пухова, В.П. Романюк, Л.Є. Галавська // Вісник КНУТД, 2020, № 4 (148) – С. 98-106.

УДК 691

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГРУНТОВЫХ МОДУЛЕЙ

Коваленко О.Н., Зимина Е. Л.
Витебский государственный технологический университет

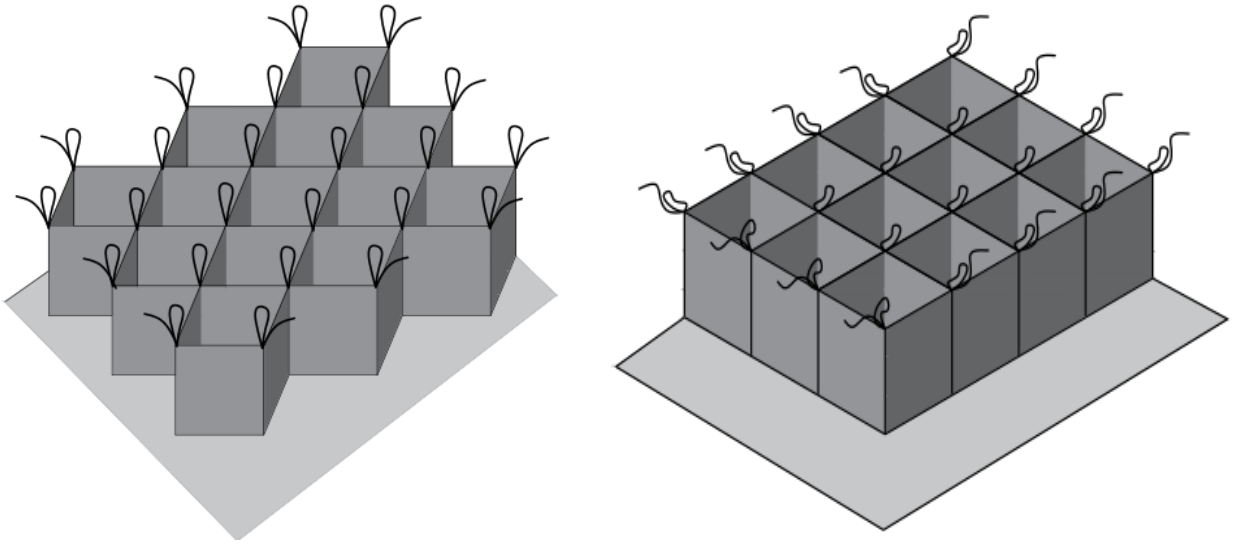
Одним из современных направлений легкой промышленности является производство тканей технического назначения из синтетических волокон и изделий из них. Грунтовый модуль (геомодуль) представляет собой компактный гибкий модуль, образующий в растянутом положении ячеистую объёмную конструкцию, сделанную из геотекстильного полотна. Ячейки образованы прошиванием полотна, скреплены друг с другом, расположены линейно. При использовании модуль расстилается на поверхность земли, ячейки заполняются грунтом. В результате образуется крепкая основа для фундамента под строительство промышленных конструкций или дорог. Грунтовый модуль изготавливается из материалов в состав которых входят высокопрочные синтетические волокна, не подвергающиеся растяжению, не поддающиеся плесени и гниению. Модуль устойчив и к химическим воздействиям различных грунтов. Поэтому такие изделия могут использоваться в различных сферах строительства, связанных с земельными работами, а именно при строительстве автодорог, железнодорожных линий, строительстве мостов и других тяжёлых объектов.

Основная функция модуля- армирование непрочного основания горизонтальных поверхностей или искусственных земляных насыпей, повышение несущей способности грунта. Устройство высоких насыпей, особенно на непрочных основаниях, сопряжено с трудностями. Насыпанный грунт не успевает просесть и укрепиться, его смывает вода, сдувает ветер, образуются оползни. Часто нижние слои грунта под воздействием талых вод или ливней смешиваются с верхними слоями. В результате насыпь проседает, разрушая несущую основу дорожного полотна. Использование грунтового модуля позволяет решить эту проблему. Модуль легко расстилается на нужной поверхности, заполняется имеющимся грунтом и покрывается сверху слоями песка, щебня или другого материала. Для построения высоких насыпей, создается конструкция из нескольких слоёв модуля.

Геомодуль представляет собой изделие, изготовленное из элементов раскроя полотен, согласно исследований [1, 2], скрепленных между собой швами, с образованием ячеистой структуры. На концах попарно скрепленных элементов раскроя и на вершинах углов ячеек закрепляются монтажные проушины. Высота монтажной проушины должна обеспечивать возможность монтажа геомодуля на монтажной раме и принимается в соответствии ее размерам. Высота крепления монтажной проушины к ячейке геомодуля должна составлять не менее (0,3· с), где с – высота ячейки, мм. На внешние боковые поверхности геомодуля в местах соединения ячеек могут пришивать ленты, изготовленные из материала геомодуля. Ленты используют для крепления смежных геомодулей между собой путем связывания. Количество лент должно обеспечивать надежное крепление смежных геомодулей. По внешней стороне геомодуля с типом ячейки «ромб» (рисунок 1) между ребрами ячеек могут пришивать гибкие стенки, изготовленные из материала геомодуля. Размеры гибкой стенки соответствуют размерам геомодуля. Монтажная рама представляет собой сборно-разборную металлическую конструкцию, оснащенную металлическими штырями, предназначенными для закрепления геомодуля на раме с помощью монтажных проушин. Габаритные размеры монтажной рамы определяют габаритными размерами устанавливаемого геомодуля.

Для изготовления геомодулей применяются технические ткани из синтетических нитей, полиэфирные или полиамидные нитки с рабочим диапазоном температур от минус 60 до 40°С, соответствующие нормативным документам и обеспечивающие соответствие

характеристик не ниже значений, указанных в таблице 1. Для изготовления дна геомодуля применяется полотно иглопробивное ТУ BY 700117487.044-2012 «ЛавсанТех-ЛК», ТУ BY 700117487.021-2011 «ЛавсанГео». Технические полиэфирные нитки, применяемые для сшивания лент технической ткани при изготовлении геомодуля, должны иметь разрывную нагрузку, в соответствии с ТУ РБ 00204079.006-96. Техническая полиэфирная ткань и нитки, используемые для сшивания элементов геомодуля, должны обеспечивать сохраняемость геомодуля в грунте в течение срока эксплуатации, но не менее 30 лет.



с ячейкой типа «ромб» с ячейкой типа «квадрат»

Рисунок 1 – Внешний вид геомодуля

Характеристики материалов, используемых для изготовления геомодуля приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики материалов, используемых для изготовления геомодуля

Наименование характеристики	Единицы измерения	Нормированное значение	Результаты испытаний
Характеристика основного материала			
Ширина ткани, арт. ТБГ-360/6	см	150±2,0	150
Поверхностная плотность	г/м^2	290±20	273
Разрывная нагрузка по основе (разм. 25×200мм) по утку (разм. 25×200мм)	Н	Не менее 1324 1030	 1898 1758
Удлинение при разрыве по основе (разм. 25×200мм) по утку (разм. 25×200мм)	%	Не более 40 40	 17,6 15,6
Число нитей на 10см по основе по утку	-	 82±3 80±3	 81 79
Характеристики иглопробивного полиэфирного полотна «ЛавсанТех-ЛК»-Б-200			
Ширина полотна	см	208±3	208
Толщина	мм	2,1…2,4	2,2
Поверхностная плотность	г/м^2	200±16	194
Разрывная нагрузка по длине	Н/см	Не менее 240	299
Разрывная нагрузка по длине	кН/м	Не менее 4,8	6,0
Разрывная нагрузка по ширине	Н/см	Не менее 260	346

Разрывная нагрузка по ширине	кН/м	Не менее 5,2	6,9
Удлинение при разрыве по длине	%	Не более 120	38
Удлинение при разрыве по ширине	%	Не более 120	55
Неровнота по массе	%	Не более 8,0	5,4
Изменение линейных размеров после термической обработки по длине	%	Не более 1,0	0,9
Изменение линейных размеров после термической обработки по ширине	%	Не более 1,0	0,6
Характеристики иглопробивного полиэфирного полотна «ЛавсанГео-200»			
Ширина полотна	см	150±5	150
Толщина	мм	2,1±0,7	1,6
Разрывная нагрузка по длине	Н/5см	250	205
Разрывная нагрузка по длине	кН/м	5,0	4,1
Разрывная нагрузка по ширине	Н/5см	300	240
Разрывная нагрузка по ширине	кН/м	6,0	4,8
Удлинение при разрыве по длине	%	130	80
Удлинение при разрыве по ширине	%	130	76
Поверхностная плотность	г/м^2	200±16	206
Неровнота по массе	%	Не более 8,0	5,2
Характеристики ниток п/э 370Л структуры 111текс×1×3			
Количество элементарных нитей в комплексной нити	-	600	600
Отклонение результирующей фактической линейной плотности от номинальной	%	±10	-3,2
Разрывная нагрузка нити	сН	Не менее 15000	2100
Коэффициент вариации при разрывной нагрузке	%	Не более 15,0	4,2
Удлинение при разрыве	%	Не более 28,0	19,6
Неравновесность нитки в петле	витки	Не более 4	1
Фактическая влажность	%	Не более 1,5	0,4

Примечание: составлено авторами на основании исследований.

На основании исследования свойств основных и скрепляющих материалов, требований к их эксплуатации разработана конструкция геомодулей, выбраны режимы [3] и методы обработки и разработан технологический процесс их изготовления. Технические условия изготовления внедрены в производство на ООО «ТрейдВит», г. Витебск.

ЛИТЕРАТУРА

1. Панкрат, Д. И. Раскрой материалов специального назначения / Д. И. Панкрат, А. И. Гамульская, Е. Л. Кулаженко // Технологии и управление: проблемы, идеи, инновации : материалы международной заочной научно-практической конференции, Тверь, 21–22 ноября 2013 г. – Тверь, 2013. – С. 60–63.
2. Усовик, Т. Раскрой материалов для изготовления специальной одежды / Т. Усовик, Д. Пенкрат, Е. Л. Кулаженко // Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности : материалы докладов международной научно-технической конференции, Витебск, 27–28 ноября 2013 г. / УО «ВГТУ». – Витебск, 2013. – С. 276–277.
3. Корниенко, О. О. Анализ видов игл для выполнения машинных операций при изготовлении изделий специального назначения / О. О. Корниенко, Е. Л. Кулаженко // Материалы докладов 47 международной научно-технической конференции преподавателей и студентов / УО «ВГТУ». – Витебск, 2014. – С. 328–329.

УДК 691

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ГЕОМОДУЛЕЙ

Коваленко О.Н., Зимина Е. Л.
Витебский государственный технологический университет

Геомодули изготавливают из синтетических технических материалов, ячейки которых сформированы методом сшивания полотен, образуя модуль с заданными размерами. Фрагмент заполнения ячейки готового изделия грунтом представлен на рисунке 1.

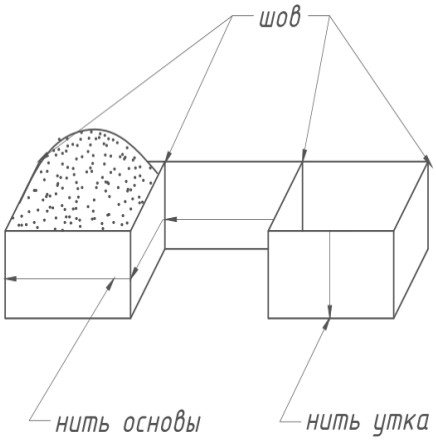


Рисунок 1 – Заполнение геомодуля грунтом

Так как соединение деталей осуществляется на швейных машинах ниточным швом, при нагрузке на швы могут возникнуть такие дефекты как разрушение ниток шва, сброс нитей ткани в шве и раздвижка материала по линии шва. Для выбора направления нити основы в деталях геомодуля были проведены исследования на стойкость к образованию данных дефектов в процессе эксплуатации. Испытания проводились на разрывной машине РТ-250М-2 с постоянной скоростью деформации (с постоянной скоростью возрастания нагрузки). Результаты испытаний представлены в таблице 1 и на рисунках 2 и 3.

Таблица 1 – Зависимость разрывной нагрузки и раздвижки в швах от направления нити основы и утка

№ п/п	Наименование образца	Фактор разрушения шва			Сила, приложенная к образцу, Н
		Разруше-ние ниток шва	Сброс нитей ткани в шве	Раздвижка материала по линии шва, мм	
1	Образец №1(основа)	-	-	0,7	50
2	Образец №2(основа)	-	-	1,0	100
3	Образец №3(основа)	-	-	1,3	150
4	Образец №4(основа)	-	-	1,5	200
5	Образец №1(уток)	-	-	1,5	50
6	Образец №2(уток)	-	-	2,2	100
7	Образец №3(уток)	-	-	2,9	150
8	Образец №4(уток)	-	-	3,5	200

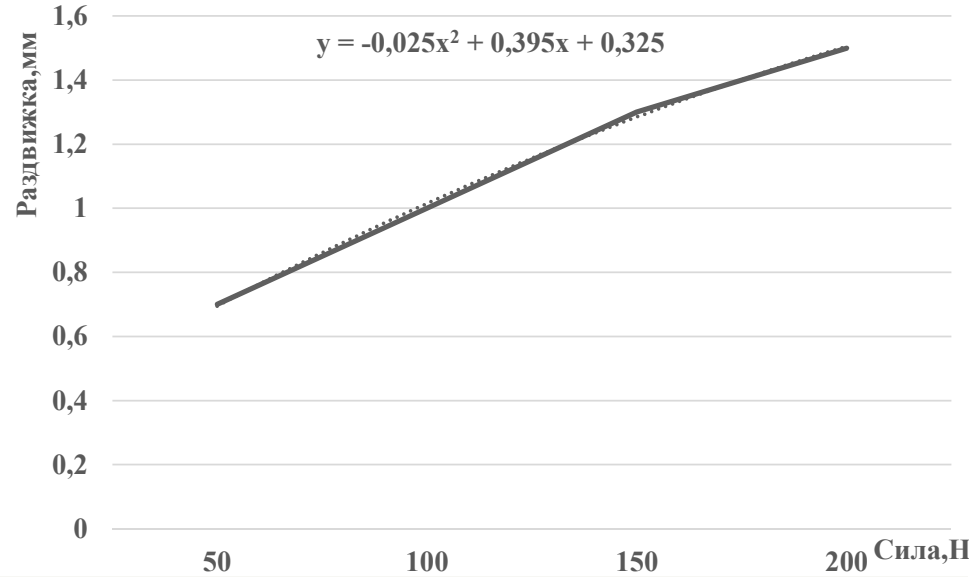


Рисунок 1 – Зависимость раздвижки в швах от силы растяжения в образцах, соединенных по нити основы

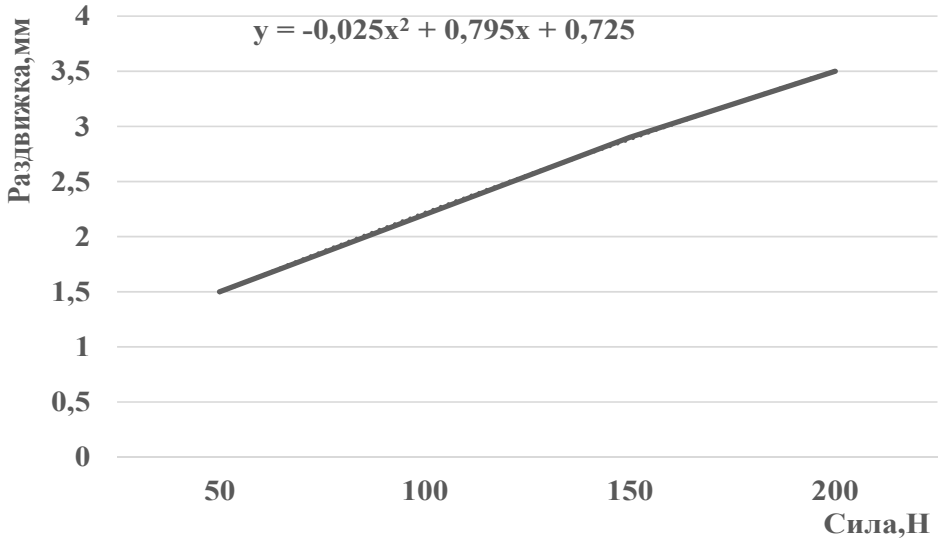


Рисунок 2 – Зависимость раздвижки в швах от силы растяжения в образцах, соединенных по нити утка

Как видно из таблицы 1, благодаря правильно подобранным режимам и материалам, разрушение ниток шва и сброса нитей ткани в шве не наблюдалось [1]. А раздвижка ткани в швах больше по утку. Следовательно, можно сделать вывод, что нить основы на деталях кроя геомодуля должна проходить поперек детали, т.к. после заполнения готового изделия грунтом основная нагрузка приходится на поперечное направление ячейки.

Также было рассмотрено конструктивное решение геомодулей. Так как данная разработка уже внедрена в производство и используется строительно-дорожными организациями был проведен опрос организаций, использующих в своей работе геомодули с разным типом ячейки, а также с разным конструктивным решением: - с дном и без дна.

Из опыта данных предприятий было установлено, что недостатком геомодуля с ячейкой типа «ромб» является то, что данная форма не обеспечивает должной устойчивости геомодуля при заполнении его грунтом, по сравнению с ячейкой типа «квадрат». Ячейки смещаются, изменяют форму, что приводит к неполному их заполнению и, как следствие, различной несущей способности. Также установлено, что недостатком различных конструктивных решений геомодуля, является отсутствие дна, которое позволяет долго удерживать грунт в ячейках, а его отсутствие приводит к вымыванию грунта, вследствие чего происходит проседание дорожного полотна и все это ведет к дополнительным затратам по его восстановлению.

Таким образом установлено, что наиболее рациональными параметрами конструкции геомодуля является: форма ячеек – типа «квадрат», наличие дна в ячейке – если не обязательно, то желательно, нить основы на деталях кроя геомодуля должна проходить по ширине ячейки (рисунок 1).

ЛИТЕРАТУРА

1. Корниенко, О. О. Анализ видов игл для выполнения машинных операций при изготовлении изделий специального назначения / О. О. Корниенко, Е. Л. Кулаженко // Материалы докладов 47 международной научно-технической конференции преподавателей и студентов / УО «ВГТУ». – Витебск, 2014. – С. 328–329.
2. Корниенко, О. О. Влияние параметров соединения деталей на раздвижку нитей в швах / О. О. Корниенко, Е. Л. Кулаженко // Молодость. Интеллект. Инициатива : материалы 2 международной научно-практической конференции студентов и магистрантов, Витебск, 17–18 апреля 2014 г. / УО «Витебский государственный университет им. П. М. Машерова». – Витебск, 2014. – С. 42–44.

УДК 677.074

ІМІТАЦІЯ «НАТУРАЛЬНОСТІ» ЯК ОДИН ІЗ ЗАСОБІВ ФАЛЬСИФІКАЦІЇ ТЕКСТИЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Рязанова О.Ю., Закора О.В., Штода А.С.
Херсонський національний технічний університет

Вступ. Сучасні тенденції популярності текстильних матеріалів з додаванням конопляних волокон сприяють не тільки розвитку українського коноплярства, а й збільшенню імпортної продукції з конопель на вітчизняному текстильному ринку [1]. При цьому фахівці з текстильних технологій стикнулися з такою проблемою, як відсутність нормативних документів на технічне регулювання завезеної та власної текстильної продукції та товарів з конопель [2]. Це призводить до потрапляння на вітчизняний ринок текстилю фальсифікованих виробів, у маркуванні яких зазначається неправильний сировинний склад.

До специфічних ознак, як критеріїв лубоволокнистих тканин, відносяться особливі ознаки зовнішнього вигляду. Це перш за все фактурний характер поверхні, який обумовлений нерівномірністю за товщиною лляних і конопляних ниток. Цю відмінну ознаку легко помітити, розглядаючи лицьову поверхню тканого полотна. Характерною ознакою також є специфічний блиск, який відрізняється не тільки м'якістю, приглушеністю, але й сріблястістю у вибілених полотнах, а також їх видима жорсткість, низькі показники драпірування і стійкості до зминання.

Але широке використання у сучасних технологіях ткацтва сумішної пряжі з додаванням синтетичних волокон та інноваційних способів хімічної обробки текстильних матеріалів дозволяє імітувати «натуральність» сировинного складу виготовленої продукції, що знижує якість і екологічну безпечність текстилю. Тому критеріїв, що визначаються за зовнішнім виглядом, не достатньо для остаточного віднесення тієї або іншої тканини до певної групи за видом використаної сировини: чистолляної (чистоконопляної), напівлляної (напівконопляної), змішаної лляної або конопляної. Отже є актуальним проведення ідентифікаційної експертизи сировини і виробів, які виготовлені з додаванням конопляних волокон.

Постановка задачі. В даній роботі на замовлення приватного підприємства проведена ідентифікаційна експертиза коноплевмісних тканин імпортного походження з метою визначення сировинного складу наданих зразків тканин та підтвердження наявності в них конопляних волокон.

Результати досліджень. У чотирьох зразках тканин артикулів МШ-0.8, КХ-40.02, КХ-6040.255 і КХ-45.180 згідно супроводжувальної документації використовується технічне конопляне волокно та конопляний котонін механічного способу котонізації. Для проведення сировинної експертизи обрані методи якісного і кількісного аналізу зразків тканин. Якісний аналіз передбачає ідентифікацію волокон методом визначення характеристик горіння [3] та мікроскопічним методом [3,4,5]. В якості кількісного аналізу застосований хімічний метод визначення масової частки волокон [3] .

За результатами горіння волокон отримана попередня загальна характеристика сировинного складу ниток основи і утоку в наданих зразках тканин. Всі тканини в своєму складі мають натуральні волокна (можливо бавовняні і конопляні). Тканини 1 і 3 на 100% складаються з натуральних волокон. Тканини 2 і 4 переважно складаються з натуральних волокон, але містять невелику кількість хімічних волокон (можливо поліефірних). Визначити точно відсотковий вміст конопляного котоніну в тканинах по відношенню до бавовняних волокон неможливо, так як ці волокна відносяться до одного виду – целюлозні волокна, – тому поводять себе при горінні однаково.

Для ідентифікації натуральних і хімічних волокон у складі тканин і визначення їх відсоткового складу проведені мікроскопічні дослідження, а також кількісний аналіз, який дозволив уточнити сировинний склад тканин. Всі тканини мають у своєму складі конопляні волокна, але у різному співвідношенні з бавовняними і поліефірними волокнами. Тканини 1 і 3 згідно наукової і торгової класифікації відносяться до натуральних тканин. Тканина 1 на 100% складається з конопляного технічного волокна і є однорідною за сировинним складом тканиною. Тканина 3 є напівконопляною, так як в якості основних ниток використана чистобавовняна пряжа, а в якості утокових ниток – технічне конопляне волокно. Ця тканина відноситься до неоднорідних тканин. Тканини 2 і 4 згідно наукової класифікації за сировинним складом відносяться до змішаних тканин, так як в суміші з бавовняним волокном використовуються конопляний котонін і хімічні волокна. Але за торговою класифікацією ці тканини можна віднести до бавовняних тканин, так як вміст інших волокон у полотні незначний. В тканині 4 вміст інших волокон, крім бавовняних, взагалі не перевищує 10%, тому цю тканину можна віднести до чистобавовняних тканин. Використання невеликої кількості поліефірних волокон чорного кольору в зразках 2 і 4 обумовлено наступним:

– покращує прядильну спроможність натуральних волокон;
– зменшує собівартість тканин;
– надає дизайнерського ефекту тканинам, який імітує їх «натуральність», тобто наявність луб'яних волокон (при візуальному сприйнятті окремі хімічні волокна чорного кольору змінюють загальний колір бавовняної тканини, який перетворюється на сірий, що зовнішньо нагадує лляну тканину).

Висновки. У результаті проведення ідентифікаційної експертизи коноплевмісних тканин імпортного походження у двох зразках визначена наявність поліефірних волокон. Цей факт відноситься до інформаційної фальсифікації, так як наявність поліефірних волокон не заявлена у сировинному складі тканин, що наданий у супровідних документах. Також присутні ознаки якісної фальсифікації, завдяки чому тканинам надається певний дизайнерський ефект «натуральності», що покращує зовнішній вигляд текстильного продукту, але завідомо знижуються його якісні показники.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гич О.А., Расторгуєва М.Й., Закора О.В. Аналіз проблеми переробки технічних конопель у прядомоспроможне волокно // Вісник Херсонського національного технічного університету. – №1 (76), 2021. – С. 132-140.
2. Гич О.А., Расторгуєва М.Й. Проблеми технічного регулювання текстильної продукції, яка містить конопляні волокна // Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів та молодих вчених «Дослідження якості вітчизняних товарів і послуг та їх відповідності національним нормативним документам» (15-17 травня 2018 року, Херсон, ХНТУ). – С.15-16.
3. ДСТУ 4057—2001. Матеріали текстильні. Метод ідентифікації волокон / Держстандарт України. – Київ. – 2002. – 28 с.
4. Друзюк В., Белущенко О., Полюжин І. Ідентифікація волокон текстильних матеріалів за допомогою цифрової відеокамери з мікроскопом //Стандартизація, сертифікація, якість. - №5. – 2009. – С. 27-31.
5. Інструкція до програми ToupView [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.touptek.com/product/showproduct.php?lang= en&id=103.

УДК 677.027.625

ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КРИСТАЛІВ ОКСИДУ ЦИНКУ

Асаулюк Т.С., Семешко О.Я., Скалозубова Н.С.
Херсонський національний технічний університет

Останнім часом широкого поширення набуло застосування наночастинок в опорядженні текстильних матеріалів, спрямоване на виробництво готових тканин з різними функціональними характеристиками.

Наночастинки оксиду цинку є найбільш поширеними серед інших типів наночастинок через їх переваги щодо фотокаталітичних, електричних, електронних, оптичних, дерматологічних та антибактеріальних властивостей. У текстильній промисловості наночастинки оксиду цинку привертають особливу увагу як антибактеріальний агент.

У зв'язку з цим дослідження фізико-хімічних властивостей наночастинок оксиду цинку, отриманих різними методами, є актуальним завданням.

Відомий ряд методів отримання високодисперсного оксиду цинку, включаючи піроліз аерозолів, газофазне осадження та ін., але найбільш поширеним способом є золь-гель метод, який включає отримання золю з подальшим переведенням його в гель, тобто в колоїдну систему, що складається з рідкого дисперсійного середовища, укладеного в просторову сітку, утворену об'єднаними частинками дисперсної фази. Серед хімічних методів отримання наноматеріалів золь-гель метод є універсальним процесом і займає особливе місце завдяки можливостям тонкого регулювання властивостей кінцевого продукту, гнучкої зміни умов синтезу, а також через невисокі вимоги, що висуваються до чистоти реагентів, широкий спектр хімічного і фізичного модифікування. Широта використання даного методу обумовлена також простотою реалізації. Слід зазначити, що золь-гель метод використовує в своїй основі легко здійсненні хімічні реакції гідролізу, більшість з яких протікає досить швидко.

У даній роботі наночастинки оксиду цинку синтезовані золь-гель методом з використанням цинку ацетату і натрію гідроксиду в якості прекурсорів.

При синтезі наноматеріалів із заданими властивостями першочергове значення має контроль їх розмірних характеристик. Розмір наночастинок грає важливу роль у зміні всіх властивостей матеріалів. Простим і зручним методом оцінки розміру частинок є дослідження їх оптичних властивостей.

Метою роботи є дослідження оптичних властивостей синтезованих нанорозмірних частинок оксиду цинку.

Спектроскопія поглинання в УФ-видимому діапазоні широко використовується для дослідження оптичних властивостей нанорозмірних частинок. У цій роботі було проведено спектроскопічний аналіз в УФ-видимій області для підтвердження присутності наночастинок оксиду цинку в синтезованому зразку. Для реєстрації УФ-видимих спектрів зразок колоїдного розчину оксиду цинку готували диспергуванням нанопорошку ZnO в ізопропанолі. Результати оптичних досліджень демонструють сильне поглинання в УФ-області з піком екситонного поглинання на довжині хвилі 375 нм, яке може бути віднесено до характеристичного поглинання забороненої зони для чистого ZnO з кристалічною структурою вюрциту. Також очевидно, що значне різке поглинання ZnO вказує на монодисперсний характер розподілу наночастинок.

Таким чином, на основі результатів УФ-видимої спектроскопії було доведено, що отриманий ZnO є нанорозмірним з хорошою кристалічністю і може бути застосований в технологіях опорядження текстильних матеріалів.

УДК 336.(075)

ІННОВАЦІЙНІ ТЕНДЕНЦІЇ В РОЗВИТКУ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Ніколайчук Л. Г.[1], Сапожник Д. І.[2]
[1] Національна академія сухопутних військ ім. Гетьмана Петра Сагайдачного
[2]Львівський торговельно–економічний університет

Фізика низьковимірних структур – найактуальніша область сучасної фізики твердого тіла, яка найбільш динамічно розвивається. Інтерес до цієї області пов'язаний як з принципово новими фундаментальними науковими проблемами і фізичними явищами, так і з перспективами створення на основі вже відкритих явищ абсолютно нових квантових пристроїв і систем з широкими функціональними можливостями для опто- та наноелектроніки, вимірювальної техніки, інформаційних технологій нового покоління, засобів зв'язку та ін. Результатом досліджень низьковимірних систем стало відкриття принципово нових, а тепер уже широко відомих явищ, таких як цілочисельний і дробовий квантовий ефект Холла в двовимірному електронному газі, вігнерівска кристалізація квазідвомірних електронів і дірок, виявлення нових композитних квазічасток і електронних збуджень з дробовими зарядами, високочастотних блохівських осциляцій, а також багато іншого. Сучасні напівпровідникові лазери на гетеропереходах також засновані на використанні низькорозмірних систем (структури з квантовими ямами, самоорганізованими квантовими точками і квантовими нитками). Найбільш видатні досягнення в цій галузі відзначені трьома Нобелівськими преміями з фізики (1985 р. – за відкриття квантового ефекту Холла; 1998 р. – за відкриття дробового квантового ефекту Холла; 2000 р. – за праці, що заклали основи сучасних інформаційних технологій).

Розвиток цієї галузі відкрило можливості конструювання засобами зонної інженерії та інженерії хвильових функцій і подальшого виготовлення за допомогою сучасних високих технологій наноструктур (зверхрешітки, квантові ями, точки і нитки, квантові контакти, атомні кластери і т.д.) з електронним спектром і властивостями, необхідними для виявлення і вивчення нових фізичних явищ або для відповідних додатків. Сконструйовані таким чином наноструктури є, по суті, штучно створеними матеріалами з наперед заданими властивостями.

Досягнення в розробці і виготовленні наноструктур різного призначення найбільшою мірою визначаються рівнем розвитку технологій, які дозволяють з атомною точністю отримувати наноструктури необхідної конфігурації і розмірності, а також методів комплексної діагностики властивостей наноструктур, включаючи контроль в процесі виготовлення (in situ) і управління на його основі технологічними процесами. За багатьма прогнозами саме розвиток нанотехнологій визначить вигляд XXI ст., подібно до того, як відкриття атомної енергії, винахід лазера і транзистора визначили вигляд XX.

Якщо коротко про питання, то при зменшенні обсягу певної речовини за однією, двома або трьома координатам до розмірів нанометрового масштабу виникає нова якість, або ж ця якість виникає в композиції з таких об'єктів. Ці утворення відносять до наноматеріалів, а технології їх отримання і подальшу роботу з ними – до нанотехнологій. Переважна більшість нових фізичних явищ на наномасштабі виникає з хвильової природи частинок (електронів і т.д.), поведінка яких підпорядковується законам квантової механіки. Найпростіше це пояснити на прикладі напівпровідників. Коли за однією або декількома координатами розміри стають на порядок і менше довжини хвилі де Бройля носіїв заряду – напівпровідникова структура стає резонатором, а спектр носіїв заряду – дискретним. Те ж саме і з рентгенівськими дзеркалами. Товщини шарів, здатних відображати в фазі рентгенівське випромінювання, лежать в нанометровому діапазоні. В

інших випадках виникнення нової якості може бути пов'язано з менш наочними явищами. Звісно ж, що такий підхід дозволяє скласти досить повне уявлення про наноматеріали і можливі сфери їх використання.

Малі розміри наночасток і наноматеріалів обумовлюють властивий їм комплекс фізичних, хімічних і біологічних властивостей, які часто радикально відрізняються від властивостей тих же речовин в макроскопічної формі. Ці властивості визначаються відомими законами квантової фізики. Можливо виділити наступні основні властивості наночасток і наноматеріалів:

– *збільшення хімічного потенціалу* речовин на міжфазовій межі високої кривизни. Це істотно змінює розчинність, реакційну і каталітичну здатність наночасток і їх компонентів;

– *велика питома поверхня* (в розрахунку на одиницю маси), що збільшує їх адсорбційну ємність, хімічну реакційну здатність і каталітичні властивості;

– *невеликі розміри і різноманітність форм*;

– *висока адсорбційна активність*;

– *висока здатність до акумуляції* в живих організмах;

– *здатність до самоорганізації та агломерації*.

Слід відзначити, що схильність наноматеріалів / наночасток до утворення агломератів ускладнює їх використання, зберігання та транспортування та вимагає особливих правил роботи з ними.

Загалом, серед найважливіших галузей застосування нано- та мікроелектромеханічних пристроїв і систем виокремлюють:

– інформаційні та комп'ютерні технології;

– машинобудування;

– біологію та медицину;

– нано- системи для шкідливих виробництв, ядерної енергетики;

– нано- системи для систем озброєння і космічних систем.

Сьогодні найперспективнішим напрямком інноваційних досліджень є розвиток нанотехнологій, які зробили свій вплив, зокрема, і на текстильну промисловість за рахунок змінити природи матеріалів на молекулярному рівні. Ці тканини здатні набувати властивостей різних природних матеріалів, наприклад натурального шовку (який в п'ять разів міцніший за сталь) або пелюстки квітки (наприклад, лотоса, який відштовхує воду і будь-які жири). Особливий інтерес в даний час приваблюють вузькоспеціалізовані «нішеві» текстильні матеріали, які, як очікується, призведуть до відкриття нових і розширення існуючих ринків. Вирішальним фактором при цьому є міжгалузеве співробітництво між текстильною промисловістю і такими спеціалізованими областями, як біоніка, нанотехнології і матеріалознавство.

Наступні положення, що стосуються інновацій як головної рушійної сили сучасного текстильного сектора, були сформульовані шляхом аналізу актуальних тенденцій в текстильній галузі.

Однією з найбільш цікавих розробок є технологія електронного текстильного матеріалу. Вона дає можливість текстильним матеріалом відчувати і реагувати на середовища і умови, в яких він знаходиться. При цьому, інтеграція датчиків і обчислювальних пристроїв дозволяє тканини забезпечувати широкий набір можливостей. Такі електронні тексти дозволять створити «розумні» предмети одягу, а також домашню та офісні меблі, яка буде виглядати і сприйматися подібно звичайних меблів, в той же час, маючи можливість реагувати на присутність людини, контролювати стан здоров'я користувача і динамічно адаптуватися до індивідуальних потреб [1]. Високою інноваційною значимістю володіє так само використання сировини, яке підходить для переробки, біорозкладання або компостування, і дозволяє підвищити ресурсозбереження за рахунок використання відновлюваних сировинних матеріалів.

Найбільш виправданою з точки зору використання новітніх технологій на стику нанотехнологій та матеріалознавства є робота над інтеграцією додаткових функцій в текстильні вироби. Наприклад, антибактеріальних, вогнестійких, що утеплюють і охолоджуючих властивостей тканин поряд з ефектами самоочищення [2].

Крім того інноваційні продукти можуть включати в себе перспективну технологію фазозмінного поліестрового волокна (PCM), що дозволяє динамічно змінювати теплопровідність матеріалу. Оскільки PCM-волокна мають властивості аналогічні стандартним поліестровим волокнам, вони можуть знайти застосування для виготовлення функціональної нижньої білизни і інших предметів одягу, які мають контакт з шкірою [3].

Нещодавно завершене розроблення нового виду гідрофобної тканини відкриває шляхи до створення нових видів водолазного спорядження завдяки спеціальному павутинчастому покриттю і ультра-легкості текстильного матеріалу. Така тканина не змочується водою, оскільки технологія заснована на принципі будови пір'я водоплавних птахів [4].

В даний час ведуться дослідження можливостей інноваційних кольорових тканин змінювати колір під впливом УФ-випромінювання, а при виключенні його джерела - повертатися в первісний стан [5].

Швейцарська компанія Schoeller ще у 2006 р. представила тканину під назвою 3XDRY, на якій не утворюються плями від поту. Цей матеріал здатен охолоджувати зони підвищеного потовиділення і відштовхувати майже будь-який бруд. Все це вдалося досягти завдяки технології NanoSphere

Не менш цікавими є спільні розробки текстильної та фармацевтичної галузей, які отримали окреме ім'я – фабрицевтика. Серед досягнень цього тандему – тканина з мікрокапсулами. Останні при контакті зі шкірою розкриваються і насичують останню необхідними речовинами. Такі та подібні матеріали використовуються переважно у медицині, наприклад, в рамках ранозагоювальної терапії. Водночас виробники планують незабаром пошиття з них одягових виробів на кожен день (білизняні вироби з ефектом омолодження шкіри, штани, які лікують целюліт тощо). Таким діючим текстильним виробом є тканина Lycra Care, створена спільно компаніями Lycra і International Flavors & Fragrances. Завдяки особливим мікрокапсулам цей матеріал при зіткненні з шкірою здатний виділяти масу корисних речовин – від ароматичних композицій і антицелюлітних кремів до вітаміну Е і екстракту алоє.

Вченими технологічного інституту (Джорджія, США) подана патентна заявку на тканину, яка володіє антивірусними властивостями та містить барвники, здатні при опроміненні світлом утворювати вільні кисневі радикали, що інактивують віруси і, до деякої міри, бактерії. На думку розробників, така тканина може знайти застосування в різних установах охорони здоров’я в якості фільтруючого матеріалу в системах вентиляції, в медичних марлевих масках, а також в оббивочних матеріалах для салонів транспортних засобів, у військовій формі і в різному спецодязі [6].

Компанією Philips розроблена білизна, здатна контролювати кров'яний тиск і є частиною системи моніторингу життєво важливих параметрів користувача. Крім параметрів кров'яного тиску вона зможе надавати такі дані, як температура тіла, частота пульсу і серцевий ритм. Вся ця інформація зберігається на електронному пристрої і регулярно надається медичним працівникам. У разі відхилення від норми одного з параметрів пристрій сповіщає про це користувача. Матеріали з терморегуляцією вже активно використовують відомі спортивні виробники Nike та Adidas. Тканини ідеально підходять для виконання фізичних вправ, вони виводять вологу з поверхні шкіри, роблячи заняття спортом набагато комфортнішим. Також така тканина захищає від вітру. Загалом, подібні спортивні матеріали призначені для того, щоб зберігати нормальну температуру тіла при будь-яких умовах. До того ж, вони часто легше бавовни, практично не мнуться і не вимагають спеціальних умов прання [7].

На закінчення необхідно ще раз підкреслити, що розвиток науки про наноструктури і, перш за все, про квантові наноструктури (нанофізика) і нанотехнології дасть можливість отримання наноматеріалів з якісно новими властивостями. Розвиток наноелектроніки і наномеханікі послужить основою якісно нового етапу в розробці новітніх інформаційних технологій, засобів зв'язку, в рішенні проблем якісно нового рівня життя та ін. Успіх у розвитку цих напрямків визначиться, по суті, рішенням двох основних проблем:

– розроблення надійних способів створення наноматеріалів і нанооб'єктів з необхідними властивостями, включаючи використання методів поатомної збірки і ефектів самоорганізації;

– розроблення нових і розвиток існуючих методів нанодіагностики з атомним дозволом.

Сучасний прогрес в області нанотехнологій дозволяє сподіватися, що вже в недалекому майбутньому багато проблем буде вирішено.

Подальші перспективи розвитку інноваційного високотехнологічного текстилю багато в чому пов'язані з задоволенням специфічних запитів в різних сферах діяльності і потреб кінцевих споживачів. Інноваційні технології на основі генної інженерії, нано-систем, мікрокапсуляції, мембранних поверхонь тканин, реструктуризації волокон, лазерних і ензимних обробок, вмонтованих в нитки мікродатчиків тощо, – дозволяють проектувати і виготовляти «розумний» одяг із заздалегідь запрограмованими властивостями. Такий одяг, володіючи не тільки і не стільки естетичними і функціональними властивостями, перетворюється на сьогоднішній день в засіб комфортного існування людини в різних середовищах, будь то екстремальні або звичайні умови життєдіяльності, перетворюючись в комфортне мінісередовище та технологічне пристосування.

Виходячи з вищевикладеного, актуальним є завдання розробки інтелектуальної вимірювальної системи показників якості текстильних виробів.

ЛІТЕРАТУРА

1. DSM invests in energy nanotechnology. Specialty Fabrics Review, May 2012. – URL: https://specialtyfabricsreview.com/2012/05/01/dsm-invests-in-energy-nanotechnology/.
2. TWD Fibres, Degendorf, Germany. Exhibitors & products at Techtextil 2019. – URL: https://techtextil.messefrankfurt.com/frankfurt/en/exhibitor-search.detail.html/twd-fibres-gmbh.html.
3. The global summit of the textile processing industry. Technology Crossing. Outlast Europe, Heidenheim, Germany, 9-12.5.2017. – URL: https://textile-network.com/content/location/36395.
4. 2th European Conference jn Protectsve Clothing (ECPS) Hohenstein Institutes, Bonnigheim, Germany. – URL: http://www.es-pc.org/media/attachments/2017/09/15/2nd_ecpc.pdf/
5. Lazić V., Vodnik V., Nedeljković J., Šaponjić Z., Jovančić P., Radetić M. Evaluarea antibacteriană şi colorimetrică a ţesăturilor din bumbac tratate cu nanoparticule de Ag şi vopsite cu coloranţi direcţi. January 2013. Industria Textilă 64(2):89-97. – URL: https://www.researchgate.net/publication/258077059_Antibacterial_and_Colorimetric_Evaluation_of_Cotton_Fabrics_Dyed_with_Direct_Dyes_and_Loaded_with_Ag_Nanoparticles.
6. Умная одежда сама настраивается на погоду. – URL: http://www.membrana.ru/articles/technic/2002/01/15/ 145700. Html.
7. Свидиненко В. Свидененко Ю. «Умная одежда» не за горами. – URL: http://www.nanonewsnet.ru/ articles/2007/umnaya-odezhda-ne-za-gorami.

УДК 677.017

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ КАМУФЛЯЖНИХ ТКАНИН

Панкратенко Г.М, Закора О.В.
Херсонський національний технічний університет

Вступ. Індивідуальний захист військовослужбовців є важливим критерієм боєздатності армії. Важливе значення у системі індивідуального захисту має застосування якісного і ергономічного військового одягу різного призначення, який повинен не тільки створювати певний фізичний і психофізіологічний комфорт, але й сприяти успішному і безпечному виконанню бойових завдань [1]. Даний вид одягу постійно потребує конструктивно-технологічного удосконалення, для чого необхідно використовувати якісні текстильні матеріали із заданими властивостями. Тому аналіз асортименту сучасних тканин для захисного одягу військовослужбовців українського та закордонного виробництва та дослідження їх властивостей є актуальним науково-технічним завданням.

Постановка задачі. Метою роботи є визначення відповідності показників якості камуфляжних тканин нормативним вимогам на замовлення приватного підприємства. Для досягнення цієї мети були поставлені наступні задачі: визначити та надати характеристику властивостям тканин тактичного призначення, які обумовлюють специфіку їх використання; дослідити фізико-механічні та гігієнічні властивості тканин тактичного призначення.

Результати досліджень. Вітчизняні текстильні підприємства представляють достатньо широкий видовий асортимент тканин тактичного призначення, які використовуються для виготовлення спеціального одягу військових (більше 150 артикулів) і мають більше 350 видів малюнків з різними видами оздоблень, у тому числі камуфляжних. До властивостей цих тканин висувається широкий перелік вимог, що визначають призначення та особливості використання [2]. В якості предмету дослідження надані зразки камуфляжних тканин типу «ріп-стоп» з різними видами захисного малюнку. Загальний вигляд тканин представлено на рис. 1.



а) б)

Рисунок 1 – Загальний вигляд досліджуваних тканин: а) малюнок «піксель»; б) малюнок «варан»



Рисунок 2 – Розташування армованих ниток у структурі тканини

Ріп-стоп – тип тканини комбінованого переплетення, у структурі якого використана зміцнена армована нитка. Нитки-підсилення, які вводяться у структуру тканини, суттєво підвищують показники розривного навантаження (на 20−40%) та стійкості до тертя (на 20−50%) порівняно із традиційними сумішевими тканинами. Армовані нитки, як правило, виготовляються з поліестеру або нейлону та розташовуються рівновіддалено одна від одної (на відстані від 5 до 8 мм), що візуально створює характерну «вафельну» фактуру або нагадує рисунок у клітинку (рис. 2). Завдяки цьому дірки і порізи не рвуться далі

певного квадратика, і не збільшуються у розмірах, а тканина має підвищену міцність на роздирання при збереженні ваги і щільності. Ріп-стоп виготовляється з різними характеристиками текстури, ваги, водонепроникності, водостійкості, вогнетривкості, пористості. У даному випадку досліджувані тканини відповідають типу 4 Технічних умов [2] і складаються із суміші бавовни (65%) і поліестеру (35%). У якості основи і утоку використовується пряжа лінійної густини 29 і 25 текс відповідно.

Дослідження фізико-механічних і гігієнічних властивостей камуфляжних тканин проведено за стандартними методиками [3] і порівняно з нормативними вимогами [2]. Результати представлені у табл. 1.

Таблиця 1

№ з/п	Показник	Одиниця виміру	Фактичне значення		Норма за ТУ Тип 4
			«пік сель»	«варан»	
1	Склад: бавовна поліестер	% %	65 35	65 35	65 35
2	Ткацьке переплетення	% %	Полотняне підсилене	Полотняне підсилене	Полотняне підсилене
3	Поверхнева густина	г/м^2	233	232	230±13
4	Кількість ниток на 10 см: за основою за утоком	 шт/10см шт/10см	 315 258	 315 258	 ≥270 ≥220
5	Розривне навантаження: за основою за утоком	 кгс кгс	 120 88	 123 91	 ≥80 ≥50
6	Повітропроникність	дм^3/м^{2}с	44,4	27,8	≥20
7	Гігроскопічність		6	6	≥6
8	Зміна лінійних розмірів після мокрих оброблень: за основою (не більше) за утоком (не більше)	 % %	 0,85 0,7	 0,7 0,35	 3,5 ±2,0
9	Стійкість пофарбування: до дії сухого тертя до прання при 60°С	 бал бал	 4 4	 4 4	 ≥4/5 ≥4
10	Видовження при максимальному зусиллі	% %	12 9,2	10,4 9,2	 ≤12-25
11	Стійкість до тертя	цикл	4620	4532	≥4000

Висновки. Результати, отримані при дослідженні фізико-механічних і гігієнічних властивостей камуфляжних тканин, наданих для експертизи, відповідають нормованим значенням, зазначеним у ТУ. Дані тканини мають високі якісні показники і рекомендуються для виготовлення форменого і спеціального військового одягу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Токар Г.М., Остапенко Н.В., Колосніченко О.В., Власенко Ю.В., Аналіз асортименту матеріалів для виготовлення розвантажувальних жилетів. International Academy Journal. Web of Scholar– 2018. - № 7(25). – С. 15-19.

2. ТУ У 13.2-00034022-024:2015. Тканини бавовняні та змішані для виготовлення верху форменого та спеціального одягу. Загальні технічні умови [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.mil.gov.ua/content/other/TO_suite.pdf .

3. Матеріалознавство та експертиза текстильних виробів: навчальний посібник для вузів / М. Й. Расторгуєва, В. В. Євтушенко, О. В. Горізонтова : Херсон, 2009. 206 с.

УДК 677.017

ПРОЕКТУВАННЯ ТКАНИХ ПОЛОТЕН ДЛЯ ВИРОБІВ СКЛАДНОЇ КРИВОЛІНІЙНОЇ ФОРМИ

Чепелюк О.В., Рогульська С.С.
Херсонський національний технічний університет

Актуальним питанням є проектування тканих полотен для виробів складної криволінійної форми, наприклад, зі складчастими поверхнями. Для ефективного якісного просочення матеріалами, що зв'язують, великої в'язкості необхідно мати пухку, пористу структуру тканого полотна, що армує. Крім того, при армуванні композитних матеріалів складної криволінійної форми необхідно мати можливість вільного зсуву ниток одна відносно одної для якіснішого її облягання. Запропоновано для армування композитів сумістити вказані властивості тканин шляхом створення таких структур, які складаються із системи накладених один на одну ниток основи і утоку з точковими вузлами зв'язку.

На рис. 1 представлені спроектовані структури з двома варіантами розподілу точкових вузлів зв'язку в полотні тканини. У першому варіанті точкові вузли зв'язку розташовуються рівномірно в шаховому порядку (рис.1, а), у другому - у вигляді смуг (рис.1, b) на відстані A_f.

У разі, коли поряд з плоскими ділянками необхідно створити без складок опуклі або увігнуті поверхні шляхом примусового місцевого зміщення точкових вузлів зв'язку уздовж ниток основи (утоку) безпосередньо на матриці, необхідно спроектувати структуру тканини, при якій товщина, вид та щільність розташування ниток в тканині для основи і утоку різні.

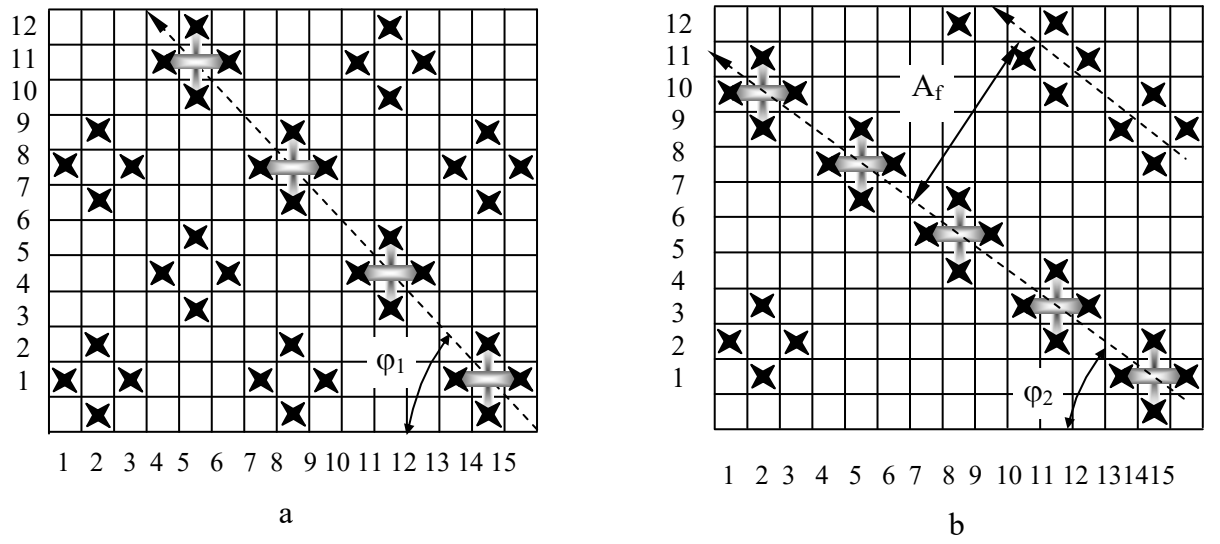


Рис. 1. Варіанти рисунків переплетень з точковими вузлами зв'язку:
а - розташованими рівномірно в шаховому порядку;
b - розташованими у вигляді смуг на відстані A_f.

У подальшому планується розвинути методику проектування структур тканин для армування композитних матеріалів складної криволінійної форми вздовж ліній найбільшого напруження.

СЕКЦІЯ 4
«ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАСОБИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН, МЕХАНІЗМІВ, ВУЗЛІВ, ОСНАЩЕННЯ ВЕРСТАТІВ»

УДК 621.9.02

АНАЛИЗ СХЕМ РЕЗАНИЯ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ

Бергер Е.Э., Симинченко И.П.
Херсонский национальный технический университет

Введение. Согласно общепринятому определению, приведенному в работе [1], под схемой резания (**СР**) следует понимать **последовательность срезания слоев металла с заготовки и распределение нагрузки на каждую режущую кромку инструмента.** Распределение нагрузки является важным фактором, влияющим не только на производительность, но и точность и шероховатость обработанной поверхности. При этом следует учитывать, что в настоящее время нет обоснованных и четких рекомендаций по выбору геометрических параметров даже при известном законе изменения их вдоль режущей кромки. Кроме того, принятая СР во многих случаях фактически определяет конструкцию проектируемого режущего инструмента.

Постановка задачи. Для успешного решения задачи создания совершенных конструкций инструментов необходимо знать действительный, обусловленный совокупностью всех действующих факторов, характер загрузки различных участков режущих кромок. Нагрузка же исследуемой точки режущей кромки при обработке заданной заготовки известным инструментом определяется, кроме геометрии, скоростью резания v, толщиной среза a, а также продолжительностью ее контакта с материалом заготовки, т.е. временем резания и отдыха. При этом на интенсивность износа и стойкость инструмента наиболее сильно влияют скорость резания и в меньшей степени толщина среза [1].

Суммируя изложенное, можно заключить, что повышение эффективности режущих инструментов за счет рационального распределения нагрузки на режущие элементы и выравнивания нагрузки на текущие точки режущих кромок является сложной многокритериальной оптимизационной задачей, на сегодняшний день не имеющей универсального решения и единого подхода к такому решению.

Основная часть. С точки зрения распределения нагрузки между отдельными режущими кромками фрезы являются одним из наиболее благоприятных инструментов, т.к. в абсолютном большинстве случаев являются многолезвийным инструментом с практически неограниченными условиями обработки объемами для размещения крепежных и режущих элементов и числом зубьев.

При фрезеровании (за исключением фасонных инструментов) в общем случае точки режущих кромок фрез могут формировать обработанную поверхность в различные моменты времени, т.е. реализуют последовательную СР. Это наблюдается, например, при обработке плоскостей цилиндрическими фрезами с винтовыми зубьями.

При обработке на горизонтально-фрезерном станке плоскости, цилиндрической фрезой с прямыми канавками, все точки режущей кромки любого зуба одновременно оформляют поверхность детали в тот момент времени, когда режущая кромка занимает низшее положение. Если же взять цилиндрическую фрезу с винтовыми канавками, то в

этом случае точки режущей кромки любого зуба оформляют поверхность детали в различные моменты времени, последовательно сменяя одна другую.

Большое влияние на интенсивность износа, а следовательно, и на загрузку режущей части оказывает форма поперечного среза. Она может иметь форму параллелепипеда или треугольника, быть Г-образной или П-образной. Наиболее неблагоприятна П-образная форма сечения среза, где имеют место очень сложные условия стружкообразования и ее завивания.

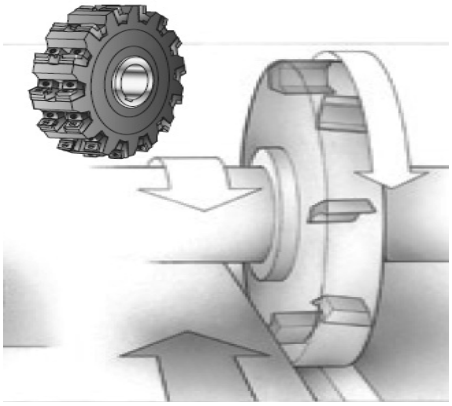


Рисунок 1 – Форма поперечного среза

Наилучшие условия имеют место в том случае, когда сечение среза имеет форму параллелепипеда или треугольника. Поэтому проектируя фрезы, стремятся перейти от П-образной к Г-образной (рис.2), а если возможно – к сечению среза в виде параллелепипеда или треугольника. Так, неблагоприятная форма стружки наблюдается при фрезеровании фрезами, имеющими трапецеидальный профиль. Такие фрезы применяются при черновом прорезании впадин зубьев зубчатых колес, при фрезеровании червяков. У фрезы трапецеидального профиля с одинаковыми зубьями каждый зуб срезает стружку вершинной и обеими боковыми режущими кромками, т.е. в этом случае образуются наиболее неблагоприятные П-образные сечения среза.

В работе [1] определена толщина среза на боковой режущей кромке такой фрезы. При определении поверхности резания пренебрегают движением подачи.

$$a = \frac{s_0}{z} \sin\mu \sin\varphi$$

На вершинной режущей кромке, у которой угол в плане равен 90°, толщина среза

$$a = \frac{s_0}{z} \sin\mu \, .$$

Таким образом, боковая режущая кромка срезает гораздо меньшие толщины среза, чем вершинная, наиболее нагруженная. Рассмотрение формулы для подсчета толщины среза показывает, что изменить толщину среза на боковой кромке можно только изменяя число z боковых режущих зубьев. Изменить угол в плане φ невозможно, т.к. в этом случае изменится профиль детали. Поэтому для того, чтобы несколько выровнять нагрузку режущих кромок у трапецеидальной фрезы, срезают то одного, то с другого торца боковые режущие кромки. Каждый зуб такой фрезы работает вершинной и одной боковой режущими кромками. В результате сечение среза трансформируется из П-образного в Г-образное. Благодаря частичному срезанию боковых зубьев на боковых малонагруженных кромках толщина среза увеличивается в 2 раза при сохранении общей площади поперечного среза, снимаемого зубом. Это приводит к снижению усилий резания, повышает стойкость инструмента и соответственно производительность обработки.

Чтобы обеспечить срезание режущими кромками рассматриваемой фрезы сечений среза в виде параллелепипеда или треугольника, в конструкцию фрезы вносят следующие изменения. Один зуб выполняют завышенным по высоте, но уменьшенным по ширине. Он срезает материал заготовки только вершинной режущей кромкой. Смежный зуб, наоборот, выполняют с уменьшенной высотой и с требуемой шириной. Он срезает материал заготовки только боковыми режущими кромками.

Аналогичная картина имеет место при обработке зубчатых деталей червячными фрезами. Опыты показывают, что стойкость червячных фрез, у которых часть зубьев срезает стружку только вершинными кромками, а другая – только боковыми, в 2-4 раза выше стойкости стандартных фрез.

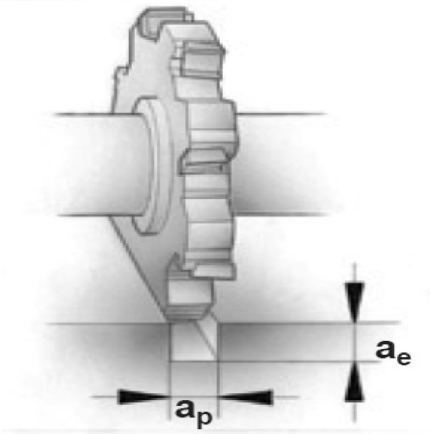
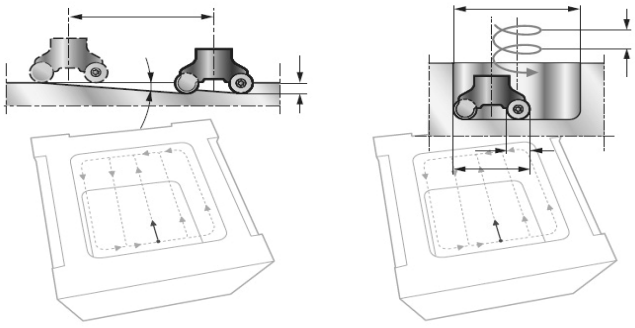


Рисунок 2 – Г-образная форма срезаемого слоя.

Таким образом, за счет целесообразной загрузки отдельных участков режущих кромок можно совершенствовать конструкции инструментов. Перераспределения нагрузки за счет расположения пластин в корпусе легко достичь у торцовых фрез. После появления и распространения CAD/CAM технологий достаточно широкое применение получили новые схемы фрезерования с врезанием и круговой интерполяцией (рис.3). Если правильно выбрать начальную точку обработки, после врезания не остается несрезанного припуска. Движение инструмента по винтовой траектории широко применяется при фрезеровании штампов, пресс-форм, отверстий большого диаметра и других деталей сложной формы. Такой способ обработки отверстий больших диаметров имеет несколько преимуществ. Вся обработка производится одним инструментом, нет проблем с отводом стружки и отсутствуют вибрации, поскольку диаметр инструмента значительно меньше диаметра обрабатываемого отверстия. Рекомендуется выбирать фрезы из условия, чтобы их диаметр был в 2 раза меньше обрабатываемого отверстия. При винтовой интерполяции нельзя превышать максимально допустимый угол врезания



а б

Рисунок 3 – Фрезерование с врезанием по двум осям (а) и круговой интерполяцией (б)

Такой способ фрезерования вносит значительные особенности в механику срезания припуска, можно предположить значительное влияние на величины рабочих углов значений суммарной (по двум осям - а и по трем осям – б) подачи, т.е. кинематических углов. Несмотря на достаточно большое распространение, эти схемы фрезерования изучены на сегодня недостаточно и представляют значительный интерес для подробных исследований.

Разновидностью СР при фрезеровании следует считать обработку с зачистной режущей кромкой. Существуют специальные зачистные пластины для фрезерования,

устанавливаемые на фрезе ниже уровня остальных пластин и имеющие зачистную кромку, параллельную обрабатываемой поверхности, которая «зачищает» эту поверхность в процессе резания. Подобно пластинам Wiper для точения [2], они разработаны для улучшения качества поверхности. Возможен и другой вариант их использования – увеличение подачи при той же чистоте обработки.

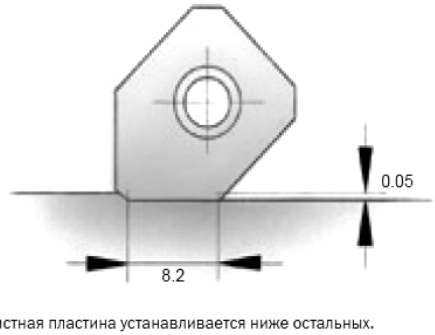


Рисунок 4 – Схема установки зачистной пластины

Если величина подачи за оборот фрезы меньше, чем длина зачистной кромки, то окончательно поверхность будет оформляться самой выступающей в осевом направлении пластиной. Обычно зачистная пластина выступает в осевом направлении относительно режущих пластин на 0,05 мм (рис.4,5).

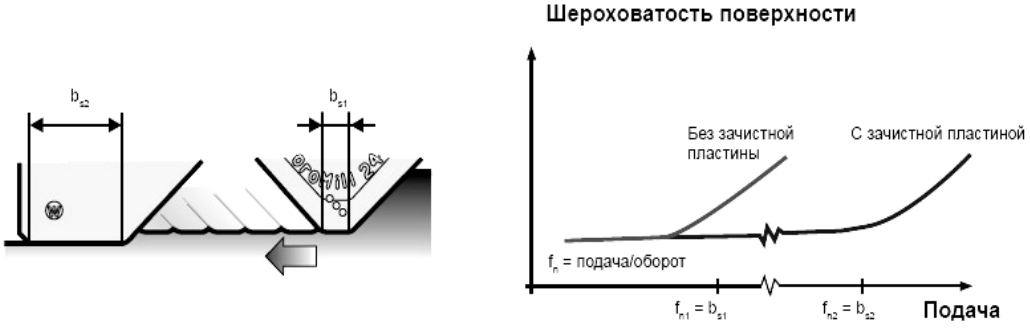


Рисунок 5 – Образование микронеровностей с зачистной пластиной

Режущая кромка зачистной пластины выполняется с большим радиусом, чтобы обеспечить качество поверхности даже при наклоне шпинделя.

Выводы. В работе приведен анализ и классификация схем резания при фрезеровании, могущие установить структуру и взаимосвязи между отдельными схемами и указать перспективу дальнейшего совершенствования схем, повысить эффективность существующих инструментов и наметить пути создания новых, более совершенных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Родин П.Р. Основы проектирования режущих инструментов / П.Р. Родин. – Киев, Вища школа, 1990. – 420 с.
2. www.coromant.sandvik.com/ru. . Каталог 2009.

УДК 667.64:67.029.6(02)

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОПТИМІЗАЦІЇ ВМІСТУ ІНГРЕДІЄНТІВ ПРИ СТВОРЕННІ ПОКРИТТІВ ДЛЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Букетов А.В., Житник Д.В., Танська М.В., Бабій К.А.
Херсонська державна морська академія

Актуальність досліджень. Науково-технічний прогрес вимагає створення нових матеріалів, які необхідно застосовувати для збільшення ресурсу деталей транспортних засобів. При цьому новітні матеріали повинні відзначатися у комплексі поліпшеними адгезійними та фізико-механічними властивостями. Це забезпечить не лише нівелювання передчасного старіння матеріалів, що позначиться на їхніх властивостях, але й передбачає збільшення їх надійності.

Постановка задачі. Виходячи з наведеного вище, необхідно зазначити перспективність використання епоксидних матеріалів, які відзначаються поліпшеними експлуатаційними характеристиками. Однак, поліпшення зазначених вище властивостей у комплексі забезпечують введенням хімічно активних до епоксидного олігомеру модифікаторів, пластифікаторів, наповнювачів. Це забезпечує покращення міжфазової взаємодії, що, у свою чергу, поліпшує властивості полімерних композитів.

Результати досліджень. Розроблено математичну модель, внаслідок чого встановлено оптимальний вміст модифікатора і синтезованого мікродисперсного наповнювача: модифікатор малеїновий ангідрид – 0,3…0,5 мас.ч., карбідний титано-алюмінієвий порошок – 0,5…1,0 мас.ч. на 100 мас.ч. епоксидного олігомеру ЕД-20. Введення до епоксидного зв'язувача таких інгредієнтів дозволяє підвищити показники ударної в'язкості композитів від $W = 7{,}4$ кДж/м^2 до $W = 15{,}8…16{,}8$ кДж/м^2. Отримані матеріали доцільно використовувати у вигляді захисних покриттів для підвищення експлуатаційних характеристик деталей устаткування і відновлення засобів транспорту.

З метою підтвердження результатів механічних досліджень аналізували природу хімічних зв'язків методом ІЧ-спектроскопії. Виявлено, що за вмісту часток наповнювача у композитах зміщуються піки смуг поглинання при 1049,28 см$^{-1}$ до 1054,62 см$^{-1}$. Це свідчить про взаємодію епоксидних груп зв'язувача з активними центрами на поверхні наповнювача. Крім того, за наявності синтезованого наповнювача встановлено зменшення інтенсивності піків смуг поглинання, які відповідають за карбонільні C=O групи при хвильових числах $\nu = 1604{,}77$ і 1633,71 см$^{-1}$; карбоксильні COOH- групи при хвильовому числі $\nu = 1693{,}50$ см$^{-1}$; вторинні аміни -NH_2 при хвильових числах $\nu = 1109{,}07$ та 1170,79 см$^{-1}$; гідроксильні -OH- групи при хвильовому числі $\nu = 3925{,}14$ см$^{-1}$. Очевидно, що зменшення їхньої інтенсивності є наслідком взаємодії даних груп полімеру з активним центрами на поверхні наповнювача, таких як Ti, Al_3Ti та Ti_3AlC_2. Такі новоутворені хімічні зв'язки збільшують густину структурної сітки композиту. Як наслідок поліпшується когезійна міцність гетерогенних систем, що підвищує показники як фізико-механічних, так і теплофізичних характеристик розроблених епоксидних композитів.

Висновки. Отже, у роботі розроблено математичну модель зі встановлення оптимального вмісту модифікатора і синтезованого мікродисперсного наповнювача: модифікатор малеїновий ангідрид – 0,3…0,5 мас.ч., карбідний титано-алюмінієвий порошок – 0,5…1,0 мас.ч. на 100 мас.ч. епоксидного олігомеру ЕД-20. Введення до епоксидного зв'язувача таких інгредієнтів дозволяє підвищити показники ударної в'язкості композитів від $W = 7{,}4$ кДж/м^2 до $W = 15{,}8…16{,}8$ кДж/м^2.

УДК 667.64:67.029.6(02)

ВПЛИВ МАЛЕЇНОВОГО АНГІДРИДУ НА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕПОКСИДНОЇ МАТРИЦІ ДЛЯ ЗАХИСТУ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Букетов А.В., Житник Д.В., Селіфонова Л.В., Субботіна Н.Є.,
Пуськова Т.Г., Вибач Н.П.
Херсонська державна морська академія

Актуальність досліджень. Загальновідомо, що для покращення адгезійних, механічних теплофізичних властивостей і, як наслідок, гідроабарзивної зносостійкості полімерних композитів у епоксидний зв'язувач доцільно вводити хімічно активні модифікатори, пластифікатори, дисперсні чи дискретні наповнювачі. Однак, на наш погляд, перспективним для активації процесів фізичної та хімічної полімеризації у епоксидний зв'язувач доцільно було б вводити як модифікатор малеїновий ангідрид. Останній характеризується карбонільними та карбоксильними групами, що, на наш погляд, дозволить збільшити ступінь гелеоутворення і, як наслідок, підвищити показники необхідних властивостей матеріалів.

Постановка задачі. Попередньо нами було проведено дослідження щодо аналізу структури та хімічних характеристик синтезованого модифікатора. Для цього використано метод газової хроматографії. При цьому мас-селективним детектуванням аналізували молярну масу синтезованого малеїнового ангідриду. Отримані експериментальні результати порівнювали із бібліотечними табличними даними. У результаті отримали формулу хімічної структури і величину молекулярної маси синтезованого модифікатора. Підтверджено, що формула модифікатора має наступний вигляд: $C_4H_2O_3$. Молярна маса малеїнового ангідриду – 98,057 г/моль.

Зазначимо, що дані дослідження є суттєвими для оцінювання сумісності модифікатора із компонентами епоксидної матриці. Показано, що модифікатор містить, окрім бензольного кільця, активні гідроксильні та оксидні центри. Це, на наш погляд, дозволить активувати процеси хімічної взаємодії молекул добавки і активними групами епоксидного олігомеру, що дозволить поліпшити адгезійні та когезійні властивості полімерного компаунду.

Результати досліджень. Встановлено оптимальний вміст модифікатора малеїнового ангідриду для формування модифікованої епоксидної матриці з покращеними адгезійними і механічними властивостями. Доведено, що при формуванні композитів з поліпшеними адгезійними і фізико-механічними властивостями необхідно формувати композицію наступного складу: епоксидний олігомер марки ЕД-20 (q = 100 мас.ч.), твердник поліетиленполіамін ПЕПА (q = 10 мас.ч.), модифікатор малеїновий ангідрид (q = 0,25 мас.ч.).

Формування такого матеріалу забезпечує порівняно з вихідною епоксидною матрицею підвищення наступних показників властивостей композитів:

- адгезійної міцності при відриві у 1,3 разів (від σ_a = 24,8 МПа до σ_a = 31,1 МПа);
- руйнівних напружень при згинанні у 2,4 разів (від $\sigma_{зг}$ = 48,0 МПа до $\sigma_{зг}$ = 117,3 МПа);
- ударної в'язкості у 1,9 разів (від W = 7,4 кДж/м^2 до W = 13,7 кДж/м^2).

Висновки. Аналіз у комплексі проведених досліджень адгезійних та фізико-механічних властивостей розроблених композитів дозволяє констатувати наступне. Модифікатор малеїновий ангідрид доцільно застосовувати при формуванні полімерної матриці з поліпшеними властивостями, позаяк він містить у структурі активні до фізико-хімічної взаємодії з епоксидним олігомером С-С зв'язки, а також карбонільні (С=О) та

карбоксильні (С-Н) групи. При зшиванні компаунду останні взаємодіють з макромолекулами епоксидного зв'язувача, що забезпечує підвищення гель-фракції у матриці, а, отже, й поліпшення її властивостей. Отриманий композит доцільно використовувати у вигляді матриці при формуванні одно- чи багатошарових захисних покриттів різного функціонального призначення.

УДК 531.1

РАСЧЕТНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГОСИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ КРИВОШИПНО-ПОЛЗУННОГО МЕХАНИЗМА

Добров И.В., Семичев А.В., Суворов В.В.
Национальная металлургическая академия Украины

Вступление. Кривошипно-ползунные механизмы (КПМ), являются представителями одной из пяти основных видов структурных групп 2-класса 2-го порядка, которые используются при структурном анализе различных сложных механизмов [1-3]. В работе [4] разработан метод расчета и алгоритм определения кинематических параметров кривошипно-ползунных механизмов (КПМ) для персональных компьютеров и с использованием стандартных прикладных программ MathCAD, MathLAB. Соответственно дальнейшее развитие расчетно-аналитического метода исследования различных конструкций КПМ предопределяет разработку метода и алгоритма расчета энергосиловых параметров КПМ.

Целью работы является разработка алгоритма и программы расчета энергосиловых параметров КПМ с использованием прикладных программ MathCAD и MathLAB с учетом апробированных на практике и хорошо зарекомендовавших себя: аналитического метода расчета кинематики ползуна КПМ [2,3] и графо-аналитического метода расчета силовых параметров КПМ [1,2].

Рассмотрим (рис. 1) схему механизма КПМ [4] содержащего подвижное звено *1* (кривошип длиной $l_1 = l_{0A}$), которое в текущем положении обозначено отрезком $0A_i$ ($i = 0,1,2,...,7$) на рис. 1. С помощью плоских шарниров *0* и *A* кривошип соединен с неподвижным основанием *4* и подвижным шатуном (звено *2* длиной $l_2 = l_{AB}$), который в текущем положении обозначен отрезком A_iB_i. В свою очередь, шатун *2* с помощью

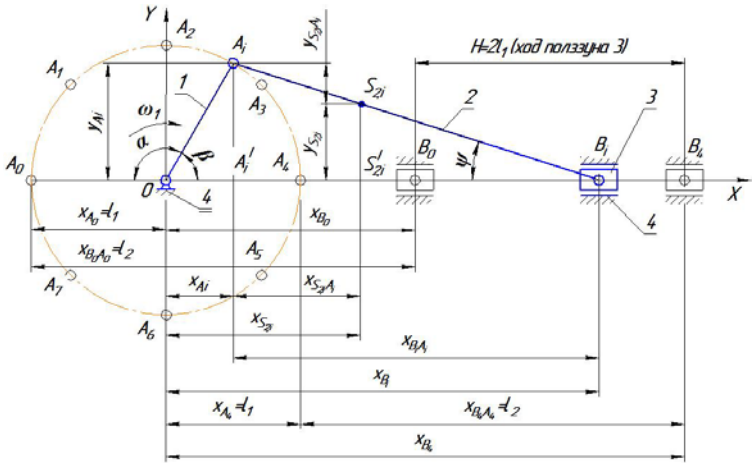


Рисунок – 1 Схема кривошипно-ползунного механизма

плоского шарнира B соединен с ползуном *3*, который поступательно перемещается в неподвижных направляющих (поступательная кинематическая пара) основания *4* вдоль горизонтальной оси $0X$ системы координат $X0Y$, центр 0 которой совмещен с осью шарнира 0 на неподвижном основании *4*. Массой кривошипа *1* пренебрегаем. Положение центра массы шатуна *2* определяет точка S_2, расположенная на расстоянии $l_{AS}=0{,}35l_2$ от точки A_i (в текущем положении шатуна $A_iS_{2,i}$ на рис. 1). Текущее положение центра массы ползуна *3* определяет координата шарнира B_i, т.к. в первом приближении линейными размерами ползуна *3* по сравнения с другими звеньями КПМ можно пренебречь $A_i=A_0$.

Принимаем за начало отсчета ($t_0=0$) положений звеньев механизма КПМ положение кривошипа *1,* когда шарнир A, вращаясь с угловой скоростью ω_1 по окружности радиусом l_1 (штрихпунктирная окружность с принятыми промежуточными точками $A_0-A_1-A_2-A_3-A_4-\ldots-A_7-A_0$), занимает положение с координатами: $y_{A_0}=0$, $x_{A_0}=-l_1\cos\alpha=-l_1\cos(\omega_1 t_0)=-l_1$. Соответственно, координата ползуна *3* на оси $0X$ в начальном положении КПМ составит $x_{B_0}=x_{A_0}+x_{B_0A_0}=-l_1+l_2=l_2-l_1$. При повороте кривошипа *1* на угол $\alpha=0{,}5\omega_1T=\pi$ (T - период вращения кривошипа) относительно начального положения A_0 точка шарнира A займет положение A_4 с координатами: $x_{A_4}=-l_1\cos(\pi)=l_1$; $y_{A_4}=0$. Крайнее положение ползуна *3* определяет координата $x_{B_4}=x_{A_4}+l_2=l_1+l_2$ и ход (H) ползуна *3* составляет

$$H=x_{B_4}-x_{B_0}=l_1+l_2-(l_2-l_1)=2l_1 \tag{1}$$

В текущем положении кривошипа (точка A_i на траектории движения шарнира A кривошипа *1* относительно начального положения - точка A_0), которое определяет угол $\alpha=\omega_1 t$, где t - время перемещения кривошипа из начального положения в текущее положение кривошипа (отрезок $0A_i$ на рис. 1). Координаты точки A_i кривошипа *1* составляют:

$$x_{A_i}=-l_1\cos\alpha \tag{2}$$

$$y_{A_i}=l_1\sin\alpha \tag{3}$$

Соответственно координаты текущего положения ползуна *3* (точки B_i):

$$x_{B_i}=0A_i+A_iB_i=x_{A_i}+x_{B_iA_i}=x_{A_i}+A_iB_i\cos\psi=-l_1\cos\alpha+l_2\cos\psi \tag{4}$$

$$y_{B_i}=0. \tag{5}$$

Исходя из условия, что $l_1\sin\alpha=y_{B_i}=A_i'A_i=l_2\sin\psi$, следует $\sin\psi=\dfrac{l_1}{l_2}\sin\alpha=\lambda\sin\alpha$.

Откуда получим [1,2]

$$\cos\psi=\sqrt{1-(\sin\psi)^2}=\sqrt{1-(\frac{l_1}{l_2}\sin\alpha)^2}=\sqrt{1-\lambda^2(\sin\alpha)^2}\approx 1-0{,}5\lambda^2(\sin\alpha)^2 \tag{6}$$

где $\lambda=\dfrac{l_1}{l_2}$.

Подставим (6) в (4) получим [3]

$$x_{A_iB_i}=A_i'B_i=l_2\cos\psi=l_2(1-0{,}5\lambda^2(\sin\alpha)^2 \tag{7}$$

$$x_{B_i} = 0A_i^{/} + A_i^{/}B_i = x_{A_i} + l_2\cos\psi = l_2\sqrt{1-\lambda^2(\sin\alpha)^2} - l_1\cos\alpha \approx l_2(1-0{,}5\lambda^2(\sin\alpha)^2) - l_1\cos\alpha \quad (8)$$

Из подобия треугольников $\Delta A_i A_i^{/} B_i$ и $\Delta S_{2,i} S_{2,i}^{/} B_i$ получим

$$y_{S_{2,i}} = y_{A_i}\frac{BS_2}{AB} = y_{A,i}\frac{AB - AS_2}{AB} = l_1\sin\alpha\frac{l_2 - l_{S_2A}}{l_2} = \frac{1}{\lambda}(l_2 - l_{S_2A})\sin\alpha \quad (9)$$

В свою очередь [1,2]

$$x_{S_{2,i}} = 0A_i^{/} + A_i^{/}A_{S_{2,i}}^{/} = x_{A_i} + x_{S_{2,i}A_i} = x_{A_i} + l_{S_2A}\cos\psi = -l_1\cos\alpha + l_{S_2A}\sqrt{1-\lambda^2(\sin\alpha)^2} \approx$$
$$\approx l_{S_2A}(1-0{,}5\lambda^2(\sin\alpha)^2) - l_1\cos\alpha \quad (10)$$

Анализ выполненного расчета кинематических параметров для восьми текущих положений КПМ (рис. 1) [4] показывает, что силы инерции центра массы шатуна *2* и моменты его сил инерций, а так же силы инерции ползуна *3* за один оборот кривошипа *1* при установившемся движении не оказывают влияния на расход мощности привода кривошипа *1*. Это обусловлено тем, что за один оборот кривошипа кинематические параметры КПМ (скорость, угловая скорость, ускорение, угловое ускорение звеньев КПМ) не изменяются.

Соответственно, если в первом приближении не учитывать силы трения и моменты сил трения в кинематических парах, то мощность затраченная приводом кривошипа будет расходоваться только на преодолении мощности силы технологического сопротивления P_3, приложенного к ползуну *3* в процессе рабочего хода КПМ (при перемещении ползуна из положения B_0 в положение B_4 на рис. 2).

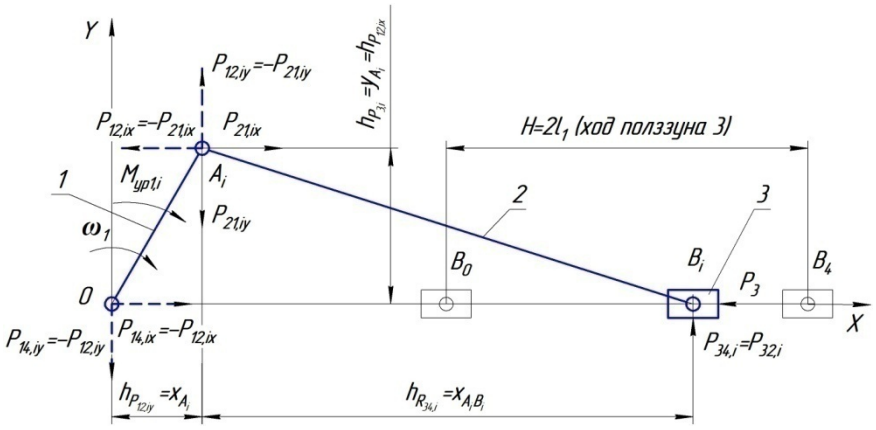


Рисунок – 2 Расчетная схема КПМ для определения энергосиловых параметров в текущем положении его звеньев

Проекции сил, действующие на звено *2* со стороны звена *1* и на ползун *3* со стороны основания *4* на рис. 2 представлены тонкими стрелками и в обозначении сил содержат нижние индексы. Первая цифра индекса указывает на звено, на которое действует сила, вторая цифра – на звено, со стороны которого действует сила. Буква i, отделенная от цифр индекса запятой указывает на текущее положение звена обозначенного первой цифрой. Соответственно обозначение x или y в конце нижнего индекса обозначает проекцию этой силы на оси координат $0X$ или $0Y$.

Аналогичное обозначение имеют силы, действующие на звено *1* со стороны звена *2* и на звено *1* со стороны основания *4*, при этом направления этих сил представлены в виде штрихпунктирных стрелок, которые, согласно третьему закону Ньютона, направлены в противоположные стороны относительно направления сил, указанных тонкими

стрелками. Текущее положение звеньев механизма, которое на рис. 1 обусловлено соединением звеньев в кинематических парах: в плоском шарнире 0 и в направляющей основания *4*, на рис. 2 обеспечивается за счет действия сил $P_{12,ix}$ и $P_{12,iy}$ в месте расположения шарнира 0 и силой $P_{34,i} = P_{23,i}$ в месте расположения шарнира B_i.

Условие равновесия звеньев *3* и *4* (рис. 2) определяет система уравнений:

$$\begin{cases} \Sigma X = P_{21,ix} - P_3 = 0; \\ \Sigma Y = -P_{21,iy} + P_{34,i} = 0; \\ \Sigma M_{A_i} = P_3 h_{P_3 i} - P_{34,i} h_{P_{34,i}} = P_3 y_{A_i} - P_{34,i} x_{A_i B_i} = 0. \end{cases} \quad (11)$$

Откуда следует:

$$P_{34,i} = \frac{P_3 \cdot y_{A_i}}{x_{A_i B_i}}; \quad P_{21,iy} = P_{34,i}; \quad P_{21,ix} = P_3; \quad P_{21,i} = \sqrt{P_{21,ix}^2 + P_{21,iy}^2}. \quad (12)$$

Условие равновесия звена *1* (рис. 2) определяет система уравнений:

$$\begin{cases} \Sigma X = -P_{12,ix} + P_{14,ix} = 0; \\ \Sigma Y = P_{12,iy} - P_{14,iy} = 0; \\ \Sigma M_0 = -P_{12,ix} h_{P_{12,i}x} - P_{12,iy} h_{P_{12,i}y} + M_{yp1,i} = -P_{12,ix} y_{A_i} - P_{12,iy} x_{A_i} + M_{yp1,i} = 0. \end{cases} \quad (13)$$

Из (11) и (12) следует:

$$\begin{aligned} &P_{14,ix} = P_{12,ix} = -P_{21,ix} = -P_3; \\ &P_{14,iy} = P_{12,iy} = -P_{21,iy} = -P_{34,i}; \\ &P_{14,i} = \sqrt{P_{12,ix}^2 + P_{12,iy}^2}; \\ &M_{yp1,i} = P_{12,ix} y_{A_i} + P_{12,iy} x_{A_i}. \end{aligned} \quad (14)$$

Мгновенная мощность привода кривошипа 1 в текущем положении звеньев КПМ при установившемся движении составит

$$W_{1,i} = M_{yp1,i} \cdot \omega_1. \quad (15)$$

Средняя мощность привода кривошипа *1* в процессе рабочего хода при движении точки A_i кривошипа по траектории $A_0 - A_1 - A_2 - A_3 - A_4$ составит

$$W_{cp,px} = \frac{\sum_{i=0}^{n=3} W_{1,i}}{n+1} \quad (16)$$

Средняя мощность привода кривошипа *1* за один оборот ($A_0 - A_1 - A_2 - A_3 - A_4 - A_5 - A_6 - A_7 - A_0$) при установившемся движении с учетом того, что при холостом ходе КПМ (движение точки A_i кривошипа по траектории $A_4 - A_5 - A_6 - A_7 - A_0$ сила технологического сопротивления $P_3 = 0$ и соответственно $M_{yp1,i,} = 0$ при $i = 5,6,7,8$) составит

$$W_{np} = 0,5 W_{cp,px} \quad (17)$$

Ниже приводится результаты расчеты энергосиловых параметров по уравнениям (2), (3), (6), (7), (11)-(17)в виде табл. 1 для заданных исходных параметров КПМ, выполненных с использованием прикладных программ MathCAD и MathLAB

Исходные данные КПМ:

$$l_1 = 0,1м; \lambda = 0,35; \omega_1 = 26,2c^{-1}; P_3 = 3956H.$$

Результаты расчета постоянных кинематических параметров КПМ:

$$l_2 = \frac{l_1}{\lambda} = \frac{0,1}{0,35} = 0,285 м\ ;\ H = 2l_1 = 0,2 м\ .$$

Таблица 1 – Результаты расчета энергосиловых параметров КПМ при рабочем ходе ползуна $B_0 - B_1$

Положение кривошипа *1*	Угол поворота кривошипа *1*, α, *град*	Сила давления на кривошип *1* со стороны шатуна *2* P_{12}, Н	Сила давления на кривошип *1* со стороны основания *4* P_{14}, Н	Сила давления на ползун *3* со стороны основания *4* P_{34}, Н	Уравновешивающий момент на кривошипе *1* $M_{ур1}$, Нм	Мгновенная мощность привода кривошипа *1* W_1, кВт	Мощность привода кривошипа *1* $W_{пр}$, кВт
0	0	3956	-3956	0	0	0	3,14
1	45	4083,8	-4083	1013,5	208,6	5,47	
2	90	4224	-4224	1481,8	395,6	10,36	
3	135	4083,8	-4083	1013,5	351,5	9,21	
4	180	3956	-3956	0	0	0	

Выводы. Разработан новый метод расчета и алгоритм определения энергосиловых параметров КПМ для персональных компьютеров и с использованием стандартных прикладных программ MathCAD и MathLAB.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кожевников С.Н. Теория механизмов и машин / С.Н. Кожевников. – М.: Машиностроение, 1973. – 592 с.
2. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин / И.И. Артоболевский. – М.: Наука, 1975. – 640 с.
3. Коловский М.З. Теория механизмов и машин: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / [М.З.Коловский, А.Н.Евграфов, Ю.А.Семёнов, А.В.Слоущ]. — 4-е изд., перераб. — М.: Издательский центр “Академия”, 2013. — 560 с.
4. Добров И.В. Расчетно-аналитический метод определения кинематических параметров кривошипно-ползунного механизма / И.В. Добров, А.В. Семичев // Материалы VI Международной научно-практической конференции «Сучасні технології промислового комплексу – 2020» 8-12 сентября 2020 г. – Херсон: ХНТУ. - с.100-105.

УДК 620.194:665.765:502.3:556

ЕФЕКТИ САМООРГАНІЗАЦІЇ НАНОКЛАСТЕРІВ ФАТЕРИТУ ТА ОКСИДУ ГРАФЕНУ ПІД ВПЛИВОМ ДВООКСИДУ ВУГЛЕЦЮ ТА ПАР: СИНТЕЗ У ЗВОРОТНИХ МІКРОЕМУЛЬСІЯХ

Міщук О.О., Ярмолюк Б.М., Кобилянський Є.В.†
Державне підприємство НДІННП «МАСМА»

Наногетерогенні ліпофільні системи карбонату кальцію, синтезовані методом карбонатації вуглекислим газом зворотних мікроемульсій водно-метанольних розчинів гідроксиду кальцію в оливно-толуольній базі з додатками поверхнево-активних речовин (ПАР), тривалий час цілеспрямовано активно вивчалися з метою розвитку технологій виготовлення розчинних диспергувально-детергентних додатків до моторних олив [1]. Знання про наноміцелярну будову ліпофільних кальційових карбонатних систем були суттєво поглиблені в подальшому під час розвитку технологій виготовлення консистентних мастильних продуктів - комплексних кальційових надлужних мастил [2]. Особлива увага була прикута до дослідження очищеного від залишків оливи так званого надлужного компоненту таких мастильних матеріалів, отримуваного методом екстракції з розчинів мастильного матеріалу в органічних розчинниках. Застосування різноманітних методів дослідження сприяло виявленню низки цікавих властивостей подібного ліпофільного нанокарбонату кальцію [3-5]: динамічних наноструктурних, квантових електрофізичних, люмінесцентних, трибологічних тощо. Геометричні розміри, нанокомпозитна будова та властивості його міцелярного ядра можуть прогнозовано змінюватись під впливом ПАР [3], що є наслідком динамічного утворення в кальцій-ПАР-карбонатному нанокомпозиті квазістабільних нерівноважних структурних компонентів [5] та обумовлює актуальність подальших досліджень.

Здійснений нами аналіз літературних даних та практичного досвіду засвідчив наявність принципово різних тенденцій впливу ПАР на властивості нанокарбонату кальцію, синтезованого одним й тим же методом, але за різним призначенням (рисунок 1).

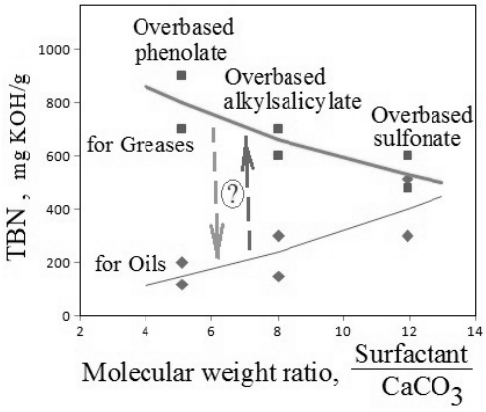


Рисунок 1 – Кореляція між технологічними чинниками та міцелярними властивостями ліпофільного нанокарбонату кальцію (надлужного компоненту мастильних матеріалів): Залежність загального лужного числа (TBN) надлужного компоненту від співвідношення молекулярних мас ПАР/карбонат для випадку мастил (комплексних кальційових надлужних мастил [2]) та олив (оливорозчинних високолужних додатків [1])

Метою роботи була перевірка гіпотези Кобилянського Є.В. [2] щодо наявності двох різних структурно-молекулярних механізмів карбонатації вищевказаних мікроемульсійних розчинів гідроксиду кальцію під час барботування вуглекислим газом:

† Євген Васильович Кобилянський (28/02/1950-17/12/2020)

- профатеритної карбонатації (кальцій-карбонатне ядро наноміцели стабілізується в структурній формі фатериту, яка порівняно легко адсорбує молекули ПАР та утворює ліпофільну оболонку наноміцели), що має місце, наприклад, в умовах синтезу оливорозчинних високолужних детергентних додатків;

- прокальцитної карбонатації (карбонатне наноядро кристалізується переважно у формі кальциту), що створює можливість виготовлення консистентних продуктів - надлужних мастил.

Для пояснення різних тенденцій впливу ПАР на формування властивостей ліпофільного нанокарбонату кальцію нами запропоновано [6] звертати увагу на принципову двостадійність подібного синтезу, що можна відобразити узагальненою схемою з розмежуванням двох функціональних стадій процесу (рисунок 2).

$$\mathit{Sur}\cdot CO_2 + n\,OH^- + m\,Ca^{2+} \xrightarrow[(0\leqslant n\leqslant 2;\ m\geqslant 1)]{}$$

Первинна карбонатація

$$\xrightarrow{(0\leqslant n\leqslant 1)} (1-n)\,X + \tfrac{1}{2}n\,Y_1 + \tfrac{1}{2}n\,Z_1 + (m-\tfrac{1}{2}n)\,Ca^{2+}; \qquad (1)$$

Вторинна карбонатація

$$\xrightarrow{(1<n\leqslant 2)} \tfrac{1}{2}Y_1 + \tfrac{1}{2}(n-1)\,Y_2 + (1-\tfrac{1}{2}n)\,Z_1 + (n-1)\,Z_2 + (m-\tfrac{1}{2}n)\,Ca^{2+}; \qquad (2)$$

Загальний баланс вуглецю

$$[X]+[Y_1]+[Y_2]+[Z_1]\equiv 1; \qquad (3)$$

$X = CO_2$; $Y_1 = CaCO_3$ (первинний); $Y_2 = CaCO_3$ (вторинний); $Z_1 = H_2CO_3$; $Z_2 = H_2O$ (вторинна).

Рисунок 2 – Схема двостадійного синтезу ліпофільного нанокомпозитного кальцій-карбонатного міцелярного ядра

Особливістю наведеної схеми синтезу є перенесення головних акцентів від лужних центрів кристалізації ядер нанокарбонату, що існують у об'ємі зворотної водно-метанольної мікроміцели (такі випадки проаналізовано в багатьох дослідженнях, наприклад, [2]), на кислотні центри кристалізації, які утворюються під впливом молекул двооксиду вуглецю та ПАР у сольватній оболонці цієї ж мікроміцели. Під час барботування мікроемульсійних розчинів гідроксиду кальцію вуглекислим газом наношар ПАР на межі з водно-метанольною фазою зворотної мікроміцели захоплює молекули газу у своєрідні депо (*Sur*), які стають об'єктом перетворень із зародженням центрів кристалічної структури (Y_1) майбутнього ліпофільного наноміцелярного ядра. Вихід молекули вуглекислоти (Z_1) відбувається з її наступною десорбцією та перетвореннями вже в лужній водно-метанольній фазі з утворенням у початковий період аморфного кальційового нанокарбонату ACC (Y_2). Звісно, що технологічними засобами можна створювати умови як для послідовного, так й для практично одночасного перебігу первинної та вторинної стадій карбонатації, чим впливати на композиційний склад утворюваних міцелярних наноядер.

Важливою характеристикою подібних об'єктів дослідження є рентгеноструктурна «невидимість» у їх складі аморфної фази ACC (Y_2). Тому для визначення кристалічної структури іншої передбачуваної карбонатної нанофази Y_1 нами були здійснені рентгеноструктурні дослідження «свіжо»-синтезованих зразків ліпофільного кальцій-ПАР-карбонатного нанокомпозиту - надлужних компонентів, вилучених методами екстракції з різних типів «свіжо»-виготовлених модельних мастильних систем та отриманих для різних ПАР.

На CuK_α-2θ-рентгенівських дифрактограмах більшості досліджених зразків надлужних компонентів, екстрагованих з різних «свіжо»-виготовлених модельних надлужних кальційових мастил (передбачуваний механізм карбонатації - прокальцитний [2]) було виявлено широку спектральну лінію особливої форми, відмінну від типових ліній широковідомих поліморфів карбонату кальцію. Характерний вигляд такої особливої

спектральної лінії, наприклад, для випадку кальцій-стеаратно-карбонатного нанокомпозиту, вилученого зі «свіжо»-виготовленого комплексного надлужного мастила карбоксилатного типу проілюстровано нами в [6]. Після аналітичного дослідження компонентного спектрального складу цих особливих ліній кристалічну структуру нанофази Y_1 (рисунок 2) для всіх вивчених випадків «свіжо»-виготовлених кальційових надлужних мастил, було визначено як фатеритну.

Відслідковуючи для «свіжо»-синтезованих зразків характеристичну форму, співвідношення амплітуд та ефекти «уширення» {101}- та {100}-дифракційних ліній фатериту, на їх тлі виявили наявність ще однієї «додаткової», суттєво звуженої лінії, зміщеної в бік менших кутів відносно {101}-лінії фатериту на $\Delta 2\theta$=0,3-0,9 град. у залежності від зразка. Для випадків «свіжо»-виготовлених кальційових надлужних мастил подібна «додаткова» спектральна лінія була надзвичайно інтенсивною, сумірною з лініями фатеритної нанофази Y_1 або, навіть, більшою за останні. Суперпозиція цієї «додаткової» інтенсивної лінії з «уширеними» {101}- та {100}-лініями нанофатериту й створює широку спектральну лінію особливої форми, виявлену в наших експериментах [6].

Здійснивши за однаковим принципом нормування амплітуди досліджуваних спектрів та віднімання спектрального фону, розрахували площі ліній та їх окремих компонент. Аналізуючи кореляції між різними спектральними лініями та зміни їх характеристик від зразка до зразка, зробили висновок-припущення [6, 7], що «додаткова» інтенсивна лінія на дифрактограмах «свіжо»-синтезованих зразків відповідає спектру оксидних нанокластерів графену ({002}-площин графіту, а не карбонатної нанофази арагоніту) і характеризує присутність та концентрацію в міцелярному ядрі структурної нанофази X, що з огляду на отримані результати рентгеноструктурного аналізу може бути визначена за схемою двостадійного синтезу ліпофільного нанокарбонату кальцію (рисунок 2) як добре відома фаза оксиду графену зі стехіометрією CO_2.

Зміни відносних концентрацій різних нанокомпонентів міцелярного ядра в залежності від умов двостадійного синтезу, які відображаються значенням величина *n*, ілюструє рисунок 3. Зауважимо, що величина *n* змінюється під впливом технологічних чинників, від яких залежать властивості зворотної мікроемульсії, таких як: початкова концентрація води, концентрація гідроксиду кальцію, швидкість подавання вуглекислого газу під час барботування, температура тощо. Тому, наведені залежності мають характер фазової діаграми ліпофільного нанокарбонату кальцію.

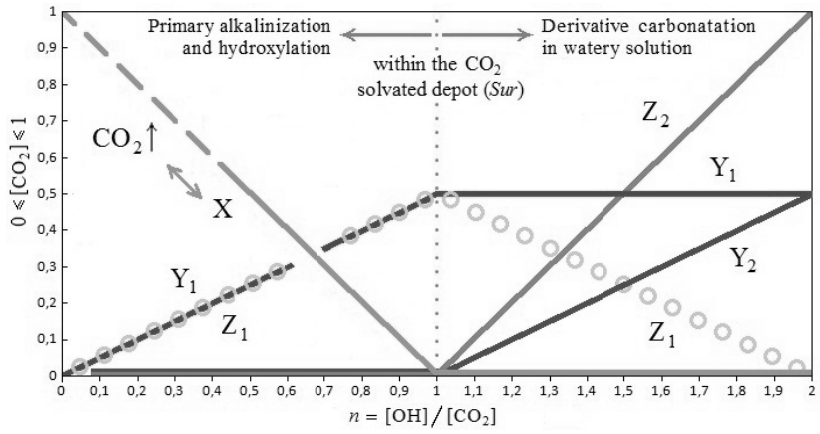


Рисунок 3 – Співвідношення неорганічних нанокомпонентів у міцелярному ядрі «свіжо»-синтезованих зразків ліпофільного нанокарбонату кальцію відповідно до двостадійної схеми синтезу (див. рисунок 2)

За результатами рентгеноструктурних досліджень сукупності «свіжо»-синтезованих зразків ліпофільного нанокарбонату кальцію аналіз виявив зворотну кореляцію площі {101}-лінії фатериту (величини [Y_1]) та площі «додаткової» інтенсивної лінії, яку визначили вже як величину [X], а також відповідність цієї експериментальної

кореляції, яка має коефіцієнт -2 ([6, 7]), графічним залежностям рисунку 3 в діапазоні $0,5 \le n < 1$. Специфічність спектрів «свіжо»-синтезованого нанокарбонату кальцію зростає, а їх подібність до спектрів вуглецевих наноструктур посилюється за умови зменшення критерію n ($n \to 0,5$). Але з іншого боку, рентгеноструктурні дослідження також засвідчили майже повне зникнення нанофази X впродовж декількох місяців з утворенням, натомість, значної кількості стабільної фази кальциту [6].

У випадках же «свіжо»-виготовлених оливорозчинних кальційових високолужних додатків [1] «додаткова» лінія на дифрактограмах, що може відповідати вуглецевій нанофазі X, проявляється мінімальним чином на тлі інтенсивних ліній фатериту. В цих випадках з часом також зростає інтенсивність спектральних ліній нанофази кальциту, але інтенсивність ліній фатеритної нанофази залишається доволі значною.

Отже, згідно зі схемою двостадійного синтезу (рисунок 2) залишок молекул вуглекислого газу в депо (*Sur*) перетворюється на нанокластери твердої нанофази X (оксид графену CO_2), скоординованої з фатеритною фазою нанокарбонату (Y_1). Вуглецева нанофаза X не є формальним залишком діоксиду вуглецю в депо (*Sur*), хоча кількісно й дорівнює його долі (рисунок 3), а зростає на базі цього депо, конкуруючи з нанофазою карбонату Y_1.

Очевидно, що ефекти самоорганізації нанокластерної будови міцелярних карбонатних ядер, що відбуваються з утворенням або відсутністю вуглецевої нанофази X, обґрунтовують гіпотезу Кобилянського Є.В. [2] щодо наявності різних механізмів карбонатації: прокальцитного в діапазоні $0,5 \le n < 1$ та профатеритного в діапазоні $1 < n \le 2$. Але вищенаведені нові результати засвідчують принципово іншу природу цих процесів. Вуглецева нанофаза X стимулює з часом поліморфні перетворення структури карбонатного наноядра в напрямку утворення стабільної фази кальциту. Під час нерівноважного синтезу об'єм нанофази X пришвидшено зростає за відсутності катіону Ca^{2+} ($n \to 0,5$). За умови ж перебігу карбонатації, близької до стехіометричної ($n=2$), вуглецева нанофаза X утворюється в мінімальній кількості і початково синтезована фатеритна структура (нанофаза Y_1) карбонатного наноядра ефективно стабілізується в часі молекулами ПАР.

ЛІТЕРАТУРА

1. Главати О.Л. Физико-химия диспергирующих присадок к маслам. - Киев: Наукова думка, 1989.
2. Кобилянський Є.В. Синтез і властивості надлужних сульфонатної, алкілсаліцилатної і фенолятної систем та комплексні мастила на їхній основі / Дисерт. … докт. хім. наук. - Київ: ІБОНХ НАНУ, 2011.
3. Kobylyansky E., Mishchuk O., Ishchuk Yu. The overbased lubricating grease: Regularities and peculiarities of properties // Chem. & Chem. Technol. - 2011. - V. 5, Is. 2. - P. 231-239. - [https://doi.org/10.23939/chcht05.02.231]
4. Mishchuk O.A. Auger electron spectroscopy for the study of nanocrystalline structure of metals: New development and capability. – In: Abst. of EMAS 2003 8th Europ. workshop on modern develop. and applicat. in microbeam analysis, Cadiz, Spain, May 18-22, 2003. – P. 318.
5. Mishchuk O.A., Kobylyansky E.V., Tsapliy M.P., Ishchuk Yu.L. Peculiarities of lipophilic calcite nanocomposites induced by unstable components / Ukrainian-German Symp. Physics Chem. Nanostr. Nanobiotech., Sep. 21-25, 2015, Kyiv, Ukraine. - Kyiv, 2015. - P. 74.
6. Міщук О., Ярмолюк Б., Кобилянський Є. Взаємоузгоджене виникнення нанокластерів фатериту та оксиду графену в синтезі ліпофільного ядра міцел карбонату кальцію / X Міжн. н.-т. конф. "Поступ в нафтогазоп. та нафтохім. промисл." (APGIP-10), м. Львів, 18-23 травня 2020 р. - Львів: Львівська політехніка, 2020. - С. 139-142.
7. Mishchuk O.A., Yarmoliuk B.M., Kobylyansky Ye.V. Cooperative emergence of vaterite and graphene oxide nanoclusters in the calcium-surfactant-nanocarbonate interfaces / Всеукр. конф. з міжн. уч. «Хім. фіз. технол. поверхні», м. Київ, 26-27 трав. 2021 р. - С. 143.

УДК 620

ТЕОРЕТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ УМОВ ВІД ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ ПРИ ТОРЦЕВОМУ ФРЕЗЕРУВАННІ ЗАСОБАМИ CAE-СИСИТЕМ

Питайло О.Ю.
Херсонський національний технічний університет

Вступ. Температурний режим у процесах різання є однією із найважливіших задач сучасного машинобудування для завдання раціональних технологічних параметрів при обробці торцевими фрезами, оснащеними твердосплавними пластинами із урахуванням дії МОТЗ.

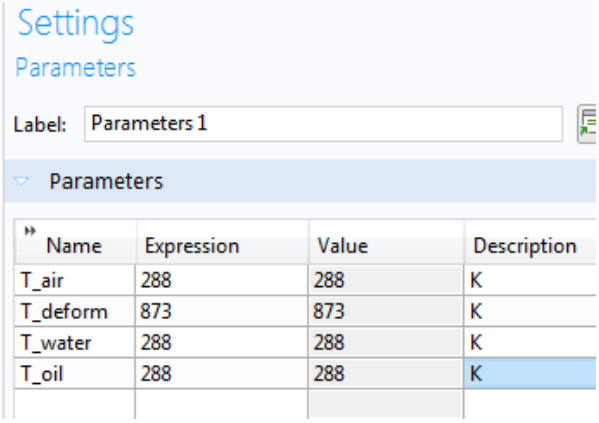
Дослідженню процесів стійкості і втомної міцності інструменту присвячено ряд досліджень, які можна розділити на експериментальні, з безпосереднім вимірюванням величини і параметрів і теоретичні, із застосуванням CAE-систем.

Багатьма авторами досліджувались процеси різання кінцевими та торцевими фрезами, свердлами та різцями з використанням CAE-систем.

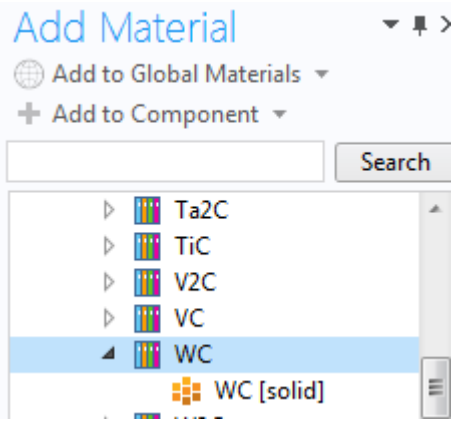
Було встановлено, що радіус округлення різальної кромки в твердосплавній пластині має вплив на контактні напруження, а саме, зі збільшенням радіусу округлення різальної крайки контактні напруження зростають[1]. В рамках цієї ж роботи було встановлено, що збільшення радіусу округлення різальної крайки має відносно невеликий вплив (підвищення на 20-25°C) на температуру різання, тобто зі збільшенням радіусу округлення з 5 до 40мкм, збільшення температури не перевищуватиме 3%[1]. Відомо, що при торцевому фрезеруванні максимальні розтяжні навантаження виникають у твердому зерні уздовж його бічної грані і у точці, що розташована на рівні дна субмікрошорсткості, на основі чого був зроблений висновок, що зародження втомних тріщин можливо тільки в цих місцях[3]. Виявлено, що при фрезеруванні амплітуда коливань температури поверхонь різальних лез за один його оберт складає біля 70% від максимальної температури, що пояснює значний вплив частоти обертання фрези на її стійкість[4]. Були встановлені максимальні температури передньої за задньої поверхонь різальних крайок при фрезеруванні профілю залізничних коліс, які при максимальній товщині шару, що зрізується відповідно складатимуть 930-950°C та 770-800°C[5]. У навчальному посібнику [2] описано негативний вплив від застосування мастильно-охолодних рідин на водній основі під час переривчастого різання, який проявляється у виникненні залишкових розтягувальних напружень внаслідок нагрівання і подальшого охолодження. «Термічне зношування часто проявляється при переривчастому різанні, наприклад, при фрезеруванні, і особливо з використанням МОР на водній основі, які мають потужний охолодний ефект. Нагрівання леза при різанні й швидке його охолодження під час холостого ходу (особливо при використанні водних МОР) викликають термічні «удари», тому що температурне поле в поверхневих шарах характеризується високим градієнтом (перепадом) температур і термічні напруги σ_θ при високих контактних температурах досягають значних величин. Якщо величина σ_θ перевищить межу міцності інструментульного матеріалу, то утвориться тріщина, і починається його крихке руйнування. Саме цим можна пояснити окрихлення зони термічного впливу при різанні із застосуванням МОР і крихке руйнування леза під дією відносно низьких напружень, тобто при відносно невеликих зусиллях різання, наприклад, при чистовому (тонкому) точінні із застосуванням водних МОР»[2].

Завданням даної роботи є визначення за допомогою CAE-систем температури на різальній кромці інструменту під час торцевого фрезерування із застосуванням різних

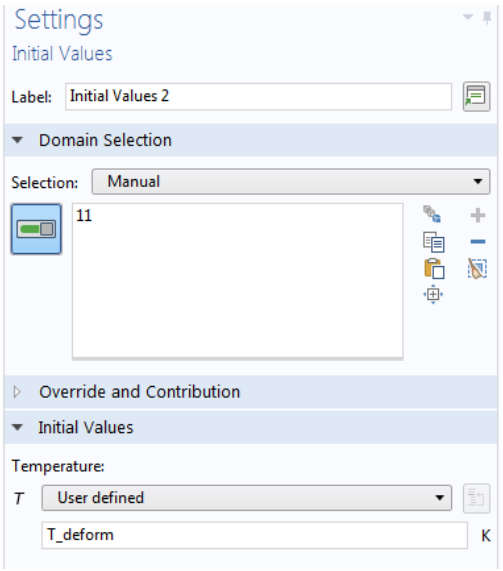
мастильно-охолодних технічних засобів у вільній від зняття припуску частині робочого циклу.



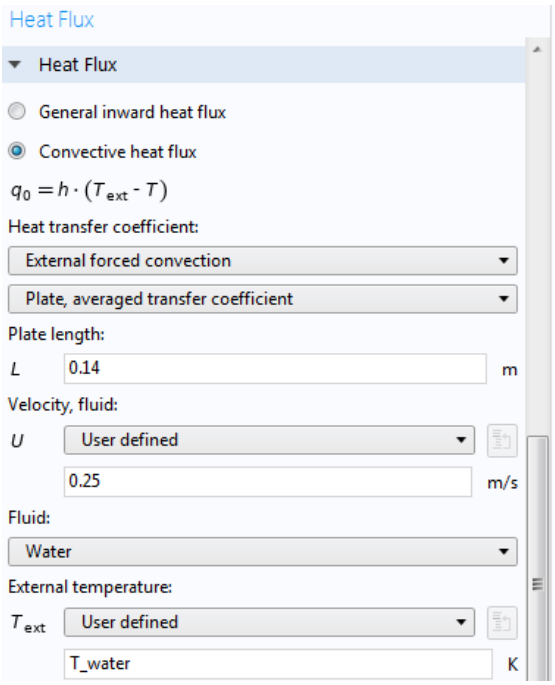
а)



б)



в)



г)

Рисунок 1 – Завдання граничних умов: а)- завдання числових параметрів б) – завдання матеріалу, в)- завдання температури окремої твердосплавної пластини, г)- завдання охолоджувального потоку

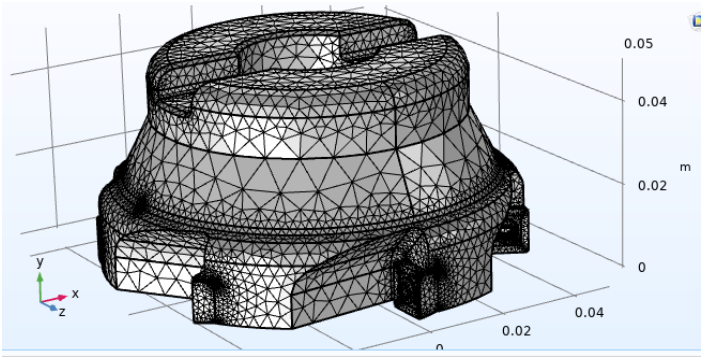
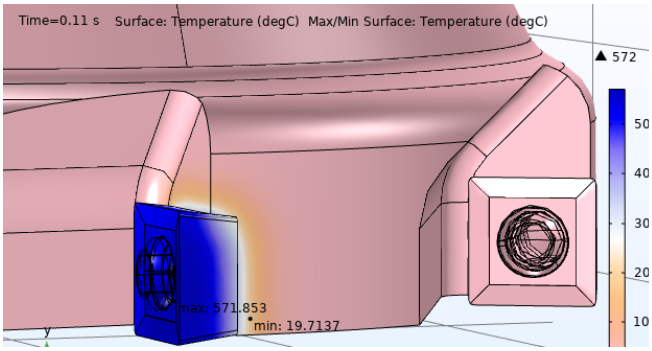
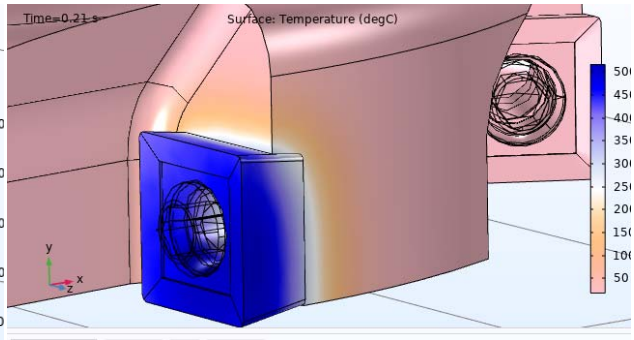


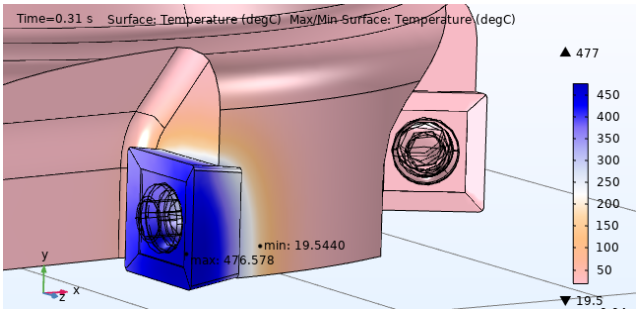
Рисунок 2 – Побудова сітки



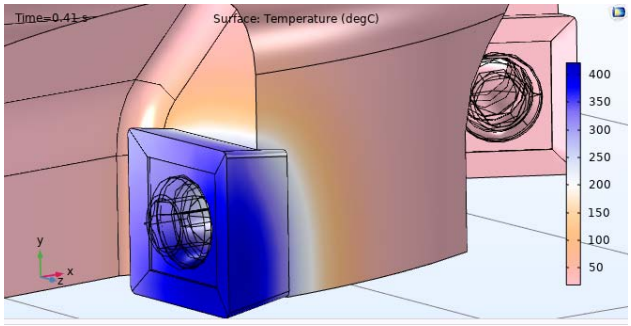
а)



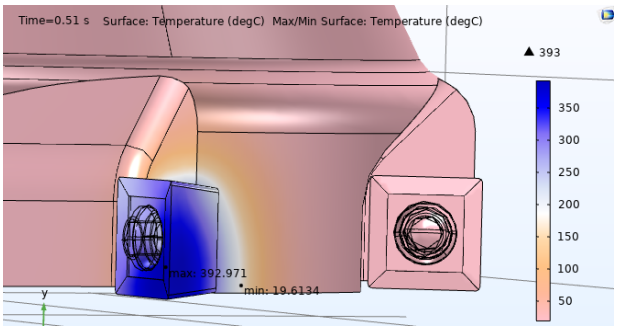
б)



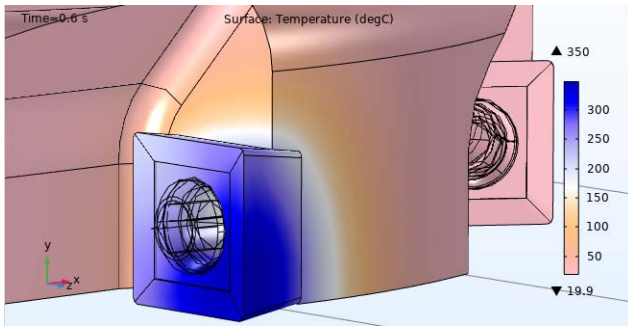
в)



г)

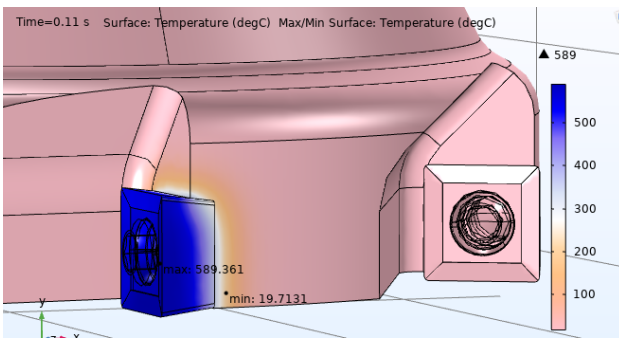


д)

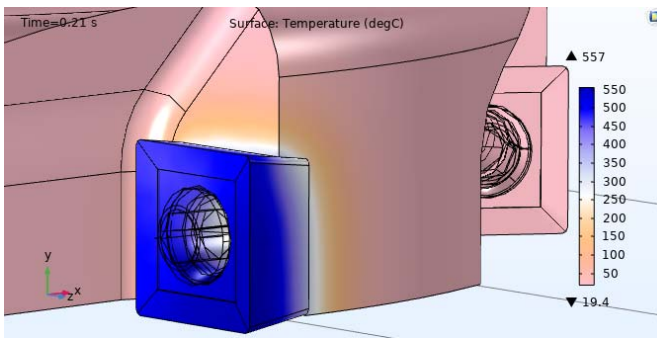


е)

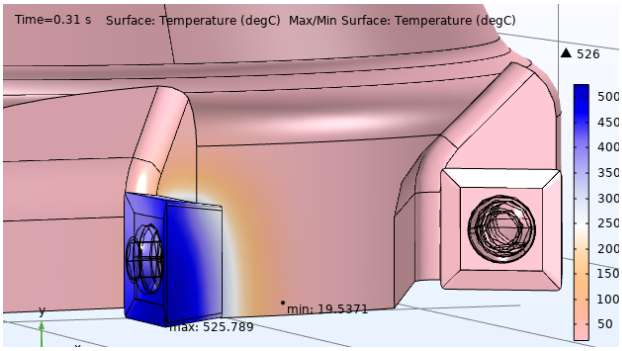
Рисунок 3 – Зміна температури твердосплавної пластини під охолоджувальною дією води 16°С: а)- через 0.11 секунди б)- через 0,21 секунд в)- через 0.31 секунди г)- через 0,41 секунд д)- через 0.51 секунди е)- через 0,6 секунди

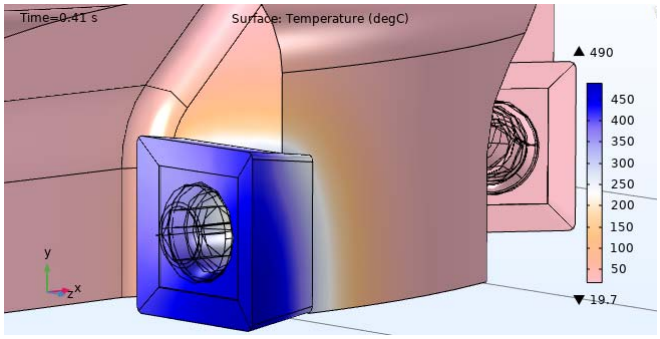


а)

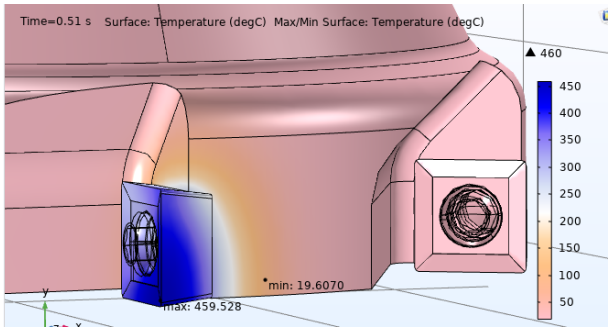


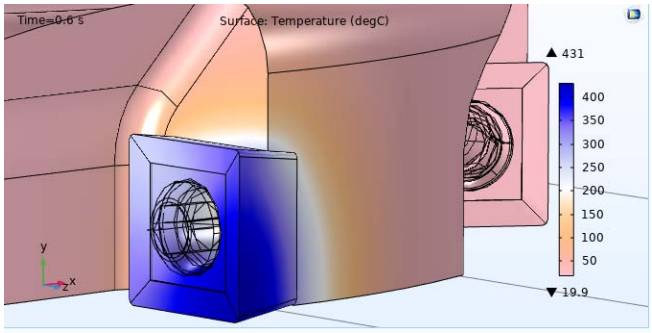
б)





в) г)





д) е)

Рисунок 4 – Зміна температури твердосплавної пластини під охолоджувальною дією трансформаторного масла 16°С: а)- через 0.11 секунди б)- через 0,21 секунд в)- через 0.31 секунди г)- через 0,41 секунд д)- через 0.51 секунди е)- через 0,6 секунди

Таблиця 1 – Температура твердосплавної пластини під охолоджувальної дією води та трансформаторного масла у певні проміжки часу

Вода		Трансформаторне масло
Т, сек	t°C	t°C
0	600	600
0,11	571	589
0,21	524	559
0,31	476	525
0,41	432	491
0,51	392	459

Встановлення граничних умов при моделюванні зображені на Рис.1, а,б,в,г. Побудова сітки зображена на Рис. 2. Зміна температури твердосплавної пластини під охолоджувальної дією води та під охолоджувальною дією трансформаторного масла відповідно зображена на Рис. 2, а,б,в,г,д,е та Рис. 3, а,б,в,г,д,е. Отримані температурні показники зведені у таблицю 1 та Рис.5.

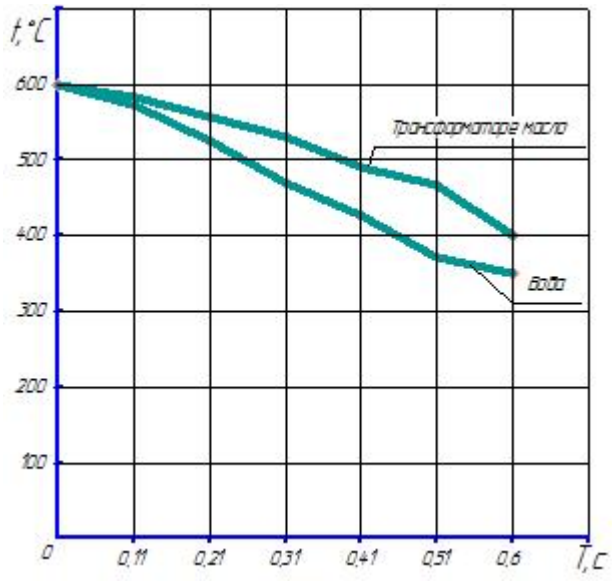


Рисунок 5 – Графік зміни температури твердосплавної пластини під охолоджувальною дією води та трансформаторного масла на протязі 0,6 секунди.

Висновки. У рамках даної роботи за допомогою програмного пакету COMSOL Multiphysics було теоретично визначено інтенсивність охолодження окремої твердосплавної пластини під охолоджувальної дією води та трансформаторного масла. Проведене моделювання є підґрунтям визначення впливу від охолоджувальної дії МОТЗ на стійкість інструменту при переривчастому різанні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бургонова О.Ю. Интенсификация обработки плоскостей с учетом технологических требований на основе моделирования процесса фрезерования: автореф. дис. канд.техн. наук. Омск. гос. университет, Омск, 2012.
2. Внуков Ю.М. Зношування і стійкість лезових різальних інструментів: навчальний посібник / Ю.М. Внуков, В.О. Залога – Суми : Видавництво «СумДу», 2010. – 245 с.
3. Кушнер, В.С. Влияние неравномерности фрезерования и температур на поверхностях режущих лезвий на рациональные параметры фрезы и режима резания / В.С. Кушнер, О.Ю. Бургонова, А.А. Воробьёв // Омский научный вестник. – 2010. - № 2. – С. 38-41.
4. Некрасов С.С. Повышение ресурса твердосплавних концевых фрез при обработке литейных сталей аустенітного класа: дис. канд. техн. наук. Сум. гос. университет, Сумы, 2012
5. Тахман С.И. Развитие теории изнашивания твердосплавных инструментов на основе термомеханики поведения их поверхностей при резании пластичных материалов: автореф. дис. канд.техн. наук. Курган. гос. университет, Москва, 2009.

УДК 621.914.1

ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ РІВНОМІРНОГО ФРЕЗЕРУВАННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ КОЛІСНИХ ПАР

Рубан В.М.
Національна металургійна академія україни

Підвищення ефективності праці нерозривно пов'язане з вдосконаленням технічних засобів транспорту. Серед різних видів транспорту особливе місце займає залізничний транспорт. Їм виконується 45% загальних об'ємів перевезень. Він є економічним, надійним і безперебійно працюючим в різних кліматичних умовах.

Працездатність коліс відновлюється періодичними ремонтами. Найбільш поширеним способом відновлення геометричних параметрів профілю робочої поверхні коліс є фрезерування на колесофрезерних верстатах КЖ20 за допомогою спеціальних фасонних фрез.

Підвищення ефективності оброблення при відновлювальному ремонті профілю робочої поверхні коліс можливе за рахунок розробки та використання нових конструкцій спеціальних фасонних фрез є актуальною науково-технічною задачею для сучасного машинобудування.

Ремонтний розмір відновленого профілю регламентується нормативними документами і тим самим визначається припуск на обробку (фрезерування) колеса шириною 140 мм зі змінною глибиною різання [1,2].

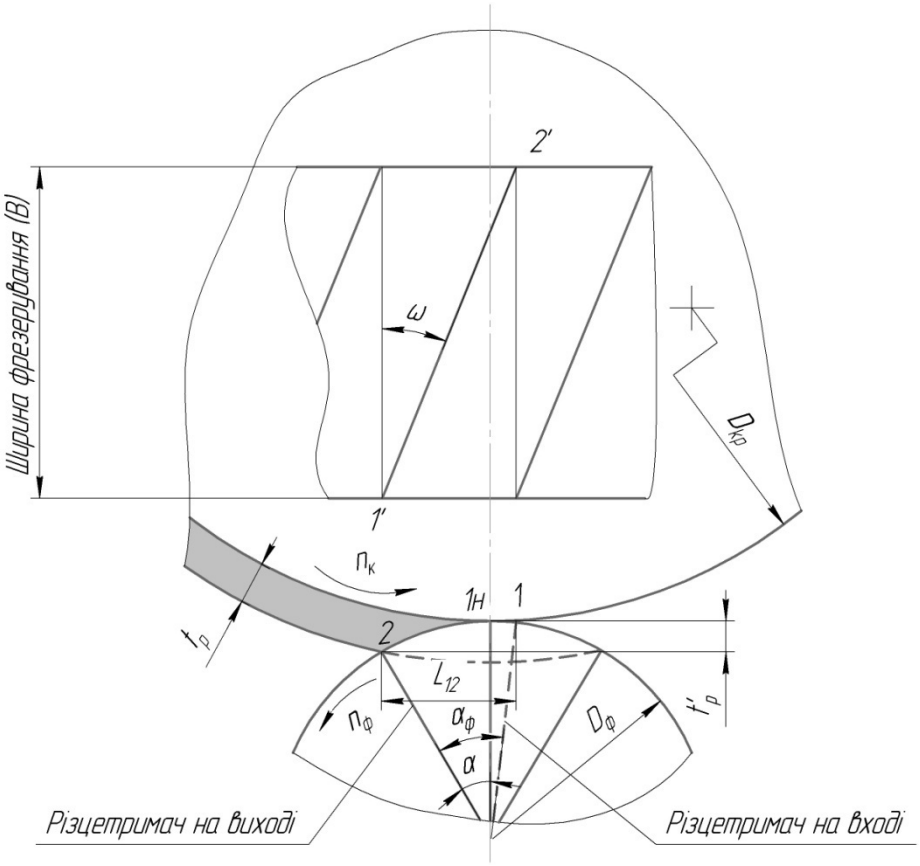


Рисунок 1 - Схема умови рівномірного фрезерування колісної пари

Для забезпечення рівномірного фрезерування (рис. 1) необхідно щоб постійно в роботі було задіяна постійна кількість (не менш двох) різцетримачів [2, 3, 4].

Рівномірне фрезерування буде дотримуватися, якщо кут нахилу різцетримача визначити за формулою:

$$tg\omega = \frac{t'}{B} \cdot \left[tg\left(\frac{\pi}{z}\right) + \frac{S_z^{'}}{D_\phi \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{z}\right)} \right], \quad (1)$$

де $t_p^{'} = t_p \cdot D_k \cdot \frac{D_\phi}{D_{kp} + D_\phi}$ - приведена глибина різання; B - ширина фрезерування; t_p - розрахункова глибина різання; D_{kp} - розрахунковий діаметр колеса; D_ϕ - діаметр фрези; z - кількість різцетримачів фрези;

$S_z^{'} = S_z \cdot D_k \cdot \frac{D_\phi}{D_k + D_\phi}$ - приведена подача на один різцетримач;

$S_z = \pi \cdot D_k \cdot \frac{n_k}{n_f \cdot z}$ - подача на один різцетримач фрези;

де D_k - діаметр колеса по колу кочення; n_k - частота обертання колеса;

n_f - частота обертання фрези; z – число різцетримачів фрези.

Спрощений розрахунок кута контакту ψ визначимо за формулою:

$$\psi_\phi = a\cos\left[\frac{D_k}{D_\phi} + \sqrt{\left[\left(\frac{D_k}{D_\phi}\right)^2 + \frac{2D_k}{D_\phi} \cdot \left(1 - \frac{2t}{D_\phi}\right) \right] + 1} \right]. \quad (2)$$

Розрахункове число різцетримачів фрези, що забезпечує рівномірність фрезерування для прийнятих умов визначимо за формулою:

$$z = 2 \cdot \frac{\pi}{\psi_\phi}. \quad (3)$$

Висновки: Рівномірне фрезерування забезпечує сталість окружної сили і крутного моменту,що дозволить підвищити ефективність оброблення профілю робочої поверхні колісних пар за рахунок розробки та використання нових конструкцій спеціальних фасонних фрез.

ЛІТЕРАТУРА

1. Добров И.В. Равномерное фрезерование при ремонте поверхности катания колесных пар машин рельсового транспорта / И.В. Добров, В.Н. Рубан. XIII International Conference «Strategy of Quality in Industry and Education» June 5-8 2017. VOLUME 2. Varna, Bulgaria. – С. 88-92.
2. Рубан, В.М. Підвищення ефективності відновлення колісних пар фрезеруванням робочих поверхонь на верстатах КЖ20. Державний університет «Житомирська політехніка». 2021. 196 с.
3. Касилова А.Г. Справочник технолога-машиностроителя. / А.Г. Касилова, Р.К. Мещеряков. -М.: Машиностроение 1985. – Т. 1. – 656с.; Т. 2. – 496 с.
4. Бобров В. Ф. Основы теории резания металлов / В. Ф. Бобров. – М.: Машиностроение, 1975. – 344 с.
5. Ермолаев А. И., Анализ вибраций, возникающих в процессе фрезерования. А. И. Ермолаев, В. И. Ерофеев, А. С. Плехов . Вестник научно-технического развития № 3 (139), 2019 год. С. – 12-23.

УДК 631.356.2

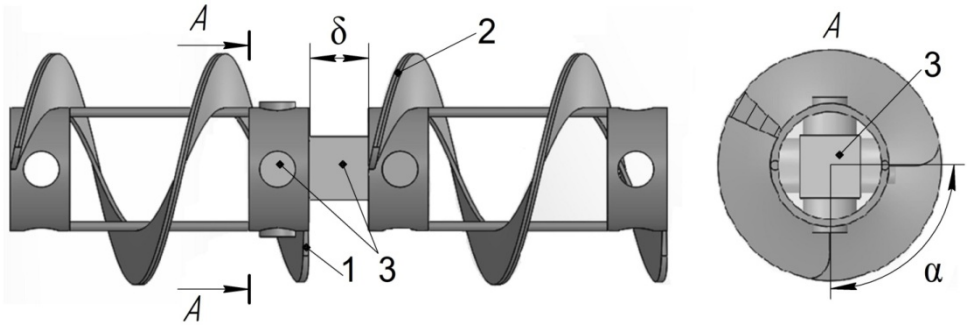
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕМІЩЕННЯ СИПКОГО МАТЕРІАЛУ ГВИНТОВИМИ СЕКЦІЯМИ

Троханяк О.М.
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Шнекові транспортери знайшли широке застосування при переміщенні різних сипких матеріалів, переважно сільськогосподарського виробництва, до яких відносяться: зернові, гранульовані насіннєві матеріали, дерть, полова, висівки, комбікорми, пластівці, гранули мінеральних добрив та ін. [1-5].

Для підвищення надійності функціонування гнучкого гвинтового конвеєра пропонується його робочий орган виконувати з окремих гвинтових секцій, які шарнірно з'єднані між собою. На рис.1, а зображено розташування країв сусідніх секцій, гвинтові ребра 1 і 2 яких розташовані в осьовому напрямку із зазором δ (неактивна зона). Гвинтові секції з'єднані між собою за допомогою шарнірного механізму 3, який виконано за принципом кардану з рознесеними осями, які розташовані взаємно перпендикулярно. В коловому напрямку краї сусідніх гвинтових ребер зміщені між собою на кут α. Ідея конструкції такого робочого органу полягає в тому, що при сходженні сипкого матеріалу з краю гвинтового ребра 1 відстань δ він повинен пролетіти за певний час t_1. При цьому, край гвинтового ребра 2 що найменше (необхідно врахувати кут вильоту матеріалу) за час t_2 повинен провернутись на кут α, для того щоб захопити транспортований матеріал.

Загальний вигляд секцій робочого органу, розташованого на криволійній ділянці та його окремих елементів представлено на рис.1, б.



а

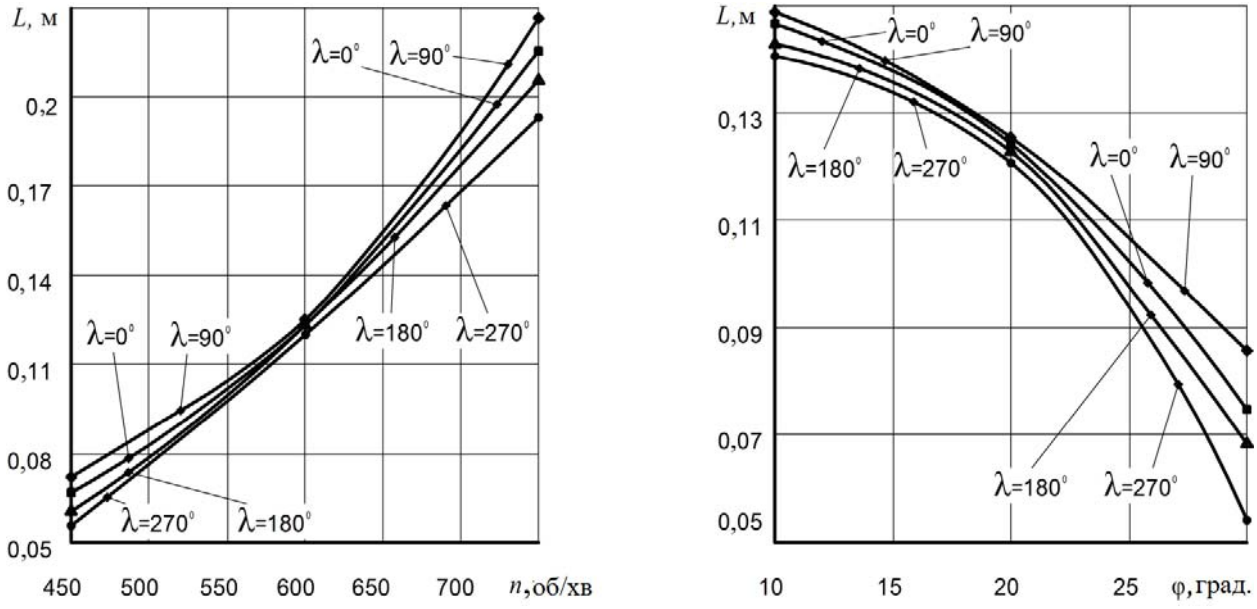


б

Рисунок 1 – Конструктивна та розрахункова схема гвинтового робочого органу, секції якого шарнірно з'єднані між собою: а – зображення двох секцій; б – загальний вигляд секцій робочого органу, розташованого на криволійній ділянці та його окремих елементів

Методика проведення експериментальних досліджень наступна В якості сипкого матеріалу було вибране зерно із домішками гранул пластмасового матеріалу різного кольору. Безпосередньо під вивантажувальним патрубком був розташований лоток, на який вивантажували матеріал і за допомогою кінозйомки встановлювали дальність польоту сипкого матеріалу фіксуючи траєкторію різнокольорових гранул [6]. Кут вильоту матеріалу фіксували при значеннях λ = 90°, 180°, 270°. Згідно теоретичних досліджень при куті λ = 270° довжина L польоту матеріалу є мінімальною, а тому для забезпечення неперервного руху матеріалу між сусідніми гвинтовими секціями необхідно враховувати найбільш несприятливий варіант. Частоту обертання робочого органу n та кут його нахилу до горизонту φ, згідно з результатами теоретичних досліджень вибрали при таких значеннях n = 450, 600, 750 об/хв; φ = 10°, 20°, 30°.

За результатами проведених розрахунків побудовано графічні залежності (рис. 2) довжини вільного польоту L частинок матеріалу від частоти обертання n робочого органу $L = f(n)$, (рис. 2, а) та кута нахилу φ осі секції шнека до горизонту $L = f(\varphi)$, (рис. 2, б) при різних кутових положеннях частинки матеріалу у в момент її відриву від гвинтового ребра λ.



а б

Рисунок 2 – Графічні залежності дальності вільного польоту частинки матеріалу L від частоти обертання робочого органу n (а) та кута нахилу φ осі секції шнека до горизонту (б) при різних кутових положеннях λ частинки в момент відриву від гвинтового ребра до контакту з нижньою поверхнею кожуха

При проведенні розрахунків і дослідженні впливу одного з параметрів на величину L, інші приймались постійними і значення їх параметрів становили: ξ = 22,6°; φ = 20°; R = 50 мм; n = 600 об/хв.

З аналізу графічних залежностей $L = f(n)$ можна зробити висновок про те, що максимальне значення L відповідає куту відриву частинки матеріалу від гвинтового ребра λ = 90°, (λ = 0° відповідає нижній горизонтальній точці кожуха) і становитиме L = 0,228 м для n = 750 об/хв (рис. 3, а). Мінімальне значення L становитиме L = 0,193 м для λ = 270°.

При n = 450 об/хв величини L для різних значень λ знаходяться в межах L = 0,056...0,072 м, а при n = 600 об/хв спостерігається мінімальний діапазон зміни L = 0,119…0,125 м при різних значеннях λ.

З аналізу графічних залежностей $L = f(\varphi)$ можна зробити висновок про те, що максимальне значення L відповідає мінімальному куту φ = 10° і становитиме L = 0,144 ..0,148 м (рис. 2, б) при різних значеннях λ. Із збільшенням кута φ величина L зменшується, і при φ = 30° становить L = 0,054…0,086 м.

При збільшенні кута підйому ξ також зростає діапазон значень L при різних кутових положеннях λ в момент відриву частинки матеріалу від гвинтового ребра.

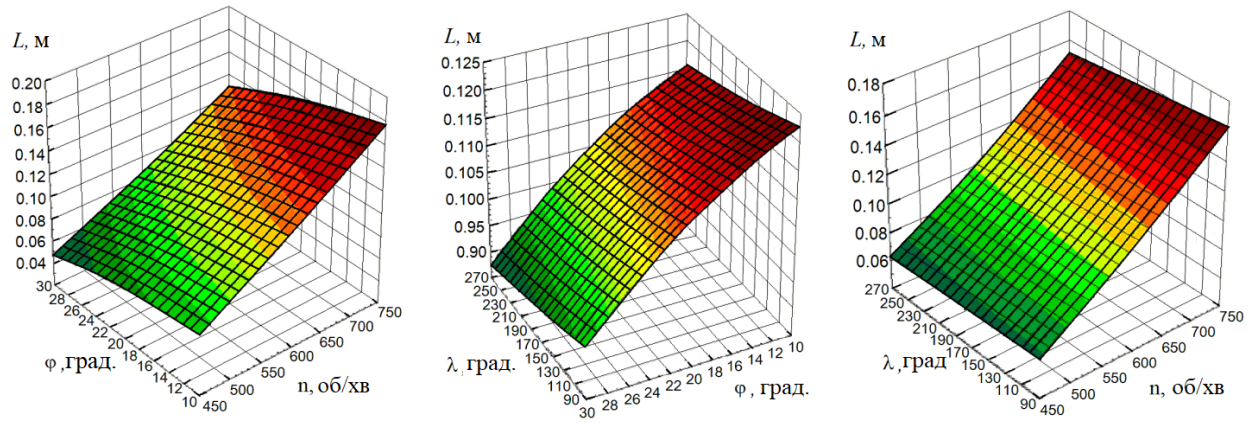
Також був поставлений багатофакторний експеримент. Факторне поле мало наступний діапазон зміни параметрів: $450 \le n \le 750$ об/хв; $0° \le \lambda \le 270°$; $10° \le \varphi \le 30°$.

На основі статистичної обробки рівняння регресії для встановлення зміни L має вигляд (поставив в рівнянні крапки замість коми)

$$L = -0.06384 + 0.304 \cdot 10^{-3} \cdot n + 0.1783 \cdot 10^{-2} \cdot \varphi - 0.1853 \cdot 10^{-4} \cdot \lambda + 0.715 \cdot 10^{-7} \cdot n^2 - $$
$$-0.377 \cdot 10^{-5} \cdot n \cdot \varphi - 0.86 \cdot 10^{-7} \cdot n \cdot \lambda - 0.455 \cdot 10^{-4} \cdot \varphi^2 + 0.194 \cdot 10^{-5} \cdot \varphi \cdot \lambda - 0.48 \cdot 10^{-7} \cdot \lambda^2 \qquad (1)$$

При встановленні впливу двох факторів на величину L третій приймається незмінним із його середнім значенням. Середні значення факторів такі: n = 600 об/хв; $\lambda \le 270°$; $10° \le \varphi \le 30°$.

Поверхні відгуку дальності польоту частинок зернового матеріалу L наведено на рис. 4.



а) б) в)

Рисунок 4 – Поверхні відгуку дальності польоту матеріалу L:
а) - $L = f(\varphi; n)$; б) - $L = f(\lambda; \varphi)$; в) = $L = f(\lambda; \varphi)$

На основі проведеного аналізу рівняння регресії та поверхонь відгуку встановлено, що максимальний вплив на величину L має частота обертання робочого органу n. Так, при середніх значеннях λ і φ зростання n від 450 до 750 об/хв призводить до збільшення величини L на 0,092 м. Наступним за інтенсивністю впливу на величину L є кут нахилу осі секції шнека до горизонту φ. Його збільшення від 10° до 30° при середніх значеннях λ і n спричиняє зниження величини L на 0,028 м. Мінімальний вплив на величину L має кут λ, зростання якого від 90° до 270° при середніх значеннях φ і n призводить до зниження величини L на 0,009 м.

Отримані дані необхідно враховувати при проектуванні такого секційного гвинтового робочого органу. Виходячи з найбільш несприятливого варіанту в даному діапазоні зміни параметрів відстань між торцями сусідніх гвинтових ребер δ між не повинна перевищувати 0,04 м.

ЛІТЕРАТУРА

1. Hevko B.M., Hevko R.B., Klendii O.M., Buriak M.V., Dzyadykevych Y.V., Rozum R.I., (2018), Improvement of machine safety devices, Acta Polytechnica, Journal of Advanced Engineering, Vol.58, no.1, pp.17-25, ISSN 1805-2363, Prague / Czech Republic;
2. Hevko R.B., Yazlyuk B.O., Liubin M.V., Tokarchuk O.A., Klendii O.M., Pankiv V.R., (2017), Feasibility study of mixture transportation and stirring process in continuous-flow conveyors, INMATEH: Agricultural Engineering, vol.51, no.1, pp.49-59, ISSN 2068 – 2239, Bucharest / Romania;

3. Hevko R.B., Liubin M.V., Tokarchuk O.A., Lyashuk O.L., Pohrishchuk B.V., Klendii O.M., (2018), Determination of the parameters of transporting and mixing feed mixtures along the curvilinear paths of tubular conveyors, INMATEH: Agricultural Engineering, vol.55, no.2, pp.97-104, ISSN 2068 – 2239, Bucharest / Romania;
4. Hevko R.B., Strishenets O.M., Lyashuk O.L., Tkachenko I.G., Klendii O.M., Dzyura V.O., (2018), Development of a pneumatic screw conveyor design and substantiation of its parameters, INMATEH: Agricultural Engineering, vol.54, no.1, pp.153-160, ISSN 2068 – 2239, Bucharest / Romania;
5. Hevko R.B., Zalutskyi S.Z., Hladyo Y.B., Tkachenko I.G., Lyashuk O.L., Pavlova O.M., Pohrishchuk B.V., Trokhaniak O.M., Dobizha N.V., (2019), Determination of interaction parameters and grain material flow motion on screw conveyor elastic section surface, INMATEH: Agricultural Engineering, vol.57, no.1, pp. 123-134, ISSN 2068 – 2239, Bucharest / Romania;
6. Hevko R.B., Klendii M.B., Klendii O.M. (2016), Investigation of a transfer branch of a flexible screw conveyer, INMATEH: Agricultural Engineering, vol. 48, no.1, pp. 29-34, ISSN 2068 – 2239, Bucharest / Romania.

УДК 621.19.40

КОНТРОЛЬ СТАНУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ПРИ НАЯВНОСТІ ЗАХИСНОГО КОМПОЗИЦІЙНОГО ПОКРИТТЯ ЗА ДАНИМИ СИГНАЛІВ АКУСТИЧНОЇ ЕМІСІЇ

Шарко О.В.[1], Марасанов В.В.[2], Степанчиков Д.М.[2], Шарко А.О.[2]
[1]Херсонська державна морська академія
[2]Херсонський національний технічний університет

Вступ. Технічний прогрес у багатьох галузях промисловості гальмується через невирішеність низки корозійних проблем. Це набуло особливої актуальності в промислово розвинених країнах в останні роки у зв'язку з дедалі ширшим використанням в промисловості високоміцних матеріалів, особливо агресивних середовищ, високих температур і тисків. У цих умовах значно зросла питома вага втрат, що викликаються такими небезпечними формами корозії, як корозійне розтріскування, міжкристалітна корозія та ін. Економічні втрати від корозії металів є значними. За оцінками фахівців різних країн ці втрати в промислово розвинених країнах становлять від 2 до 4% валового національного продукту. При цьому втрати металу з урахуванням маси металевих конструкцій, виробів, обладнання, які вийшли з ладу, складають від 10 до 20% річного виробництва сталі. Перспективними для вирішення цієї проблеми є захисні покриття на основі епоксидних композиційних матеріалів. Такі матеріали відзначаються доброю технологічністю при нанесенні на деталі зі складним профілем поверхні [1].

Актуальність дослідження. Проблема розробки нових конструкційних матеріалів, а також контроль та прогнозування їх стану в складних умовах експлуатації вимагає створення нових методів виявлення місць зі зниженою механічною міцністю і спостереження за їх зміною у реальному часі. Аналіз сучасних досліджень, проведених в основному за кордоном, виділяє в якості перспективних напрямків діагностики та управління технологіями створення нових конструкційних матеріалів методи акустичної емісії. При експлуатації системи “захисне покриття – металева основа” маємо багатошарову структуру. При цьому виникає потреба контролю стану як покриття, так і

металевої основи. Тому актуальною є розробка методики застосування акустичної емісії для одночасного контролю стану складових багатошарових комбінованих конструкцій.

Розвиток сучасної техніки характеризується з одного боку зростанням навантажень на робочі органи машин і елементів конструкцій, що працюють в складних умовах експлуатації, з іншого боку – вимагає забезпечення запасу міцності і надійності при одночасному зниженні матеріаломісткості виробів. Вирішення таких завдань неможливе без діагностики змін міцністних характеристик матеріалів як на різних стадіях технологічних процесів виготовлення виробу, так і в процесі його експлуатації для своєчасного виявлення місць із зниженою механічною міцністю і запобігання аваріям. Підвищення надійності стану обладнання - одна з багатопланових проблем, що включає в себе науково-технічні, організаційні та економічні аспекти створення і удосконалення засобів технологічного, інформаційного та математичного забезпечення. В організації таких заходів провідна роль належить технічному діагностуванню, що дозволяє визначати стан матеріалу безпосередньо в процесі експлуатації обладнання, а також прогнозувати його зміни.

Існуючі методи діагностики і неруйнуючих випробувань дозволяють фіксувати лише наявність дефектів, але не дозволяють спостерігати динаміку їх розвитку. Крім того для проведення випробувань необхідний активний вплив на об'єкт у вигляді ультразвукового, електромагнітного, електроіндуктівного, теплового та рентгенівського випромінювань і відповідної підготовки поверхні в місцях кріплення датчиків. Активні методи неруйнівного контролю призначені для виявлення дефектів суцільності матеріалу, але не для виявлення локальних зон зі зниженою механічною міцністю, суцільність яких в місці зони структурних неоднорідностей і в інших зонах об'єкта однакова. Їх використання не за прямим призначенням вносить велику похибку вимірювань при оцінці якості діагностики. Вільним від цих недоліків є метод акустичної емісії (АЕ).

Акустична емісія відрізняється від більшості методів неруйнівного контролю в трьох ключових аспектах:

- джерелом сигналу служить сам матеріал, а не зовнішнє джерело, тобто метод є пасивним;
- на відміну від інших методів, акустична емісія виявляє найбільш небезпечні дефекти, що розвиваються;
- метод є дистанційним, оскільки не вимагає сканування поверхні об'єкту для пошуку локальних дефектів, а потребує лише правильного розміщення датчиків на поверхні об'єкту для здійснення локації джерела акустичного сигналу.

Вивчення механізму виникнення акустичної емісії представляє великий практичний інтерес, оскільки руйнування матеріалу конструкції в умовах циклічного навантаження особливо небезпечно, тому що відбувається під дією напруг набагато менших, ніж межі міцності та текучості.

Постановка задачі. Вивчення кінетики деформації матеріалів асоціюється з аналізом силового відгуку матеріалу на зовнішні напруги. Для цього необхідне проведення експериментальних досліджень щодо деформації матеріалів з одночасною фіксацією акустичних сигналів в реальному масштабі часу. Для металевої основи з композиційним покриттям ситуація ускладнюється генерацією акустико-емісійних сигналів від різних за фізичною природою матеріалів, а також необхідністю розділення цих сигналів для ідентифікації стану кожного з матеріалів і конструкції у цілому.

Метою роботи є вивчення характеристик акустико-емісійних сигналів при чотирьохточковому згині металевого зразку з нанесеним захисним покриттям та доведення можливості окремої ідентифікації механічного стану металевої основи і захисного покриття.

Для експерименту було обрано одну з поширених конструкційних вуглецевих сталей Ст3сп. Зразки для випробувань вирізалися з листового прокату розміром 200×20×3 мм. У якості захисного покриття, нанесеного з одного боку зразка використовувалася

діанова смола ЕД-20 з твердником ПЕПА. Товщина покриття 1 мм. При акустичних вимірюваннях використовували широкосмугові датчики до АЕ приладу АФ-15 з пропускною здатністю 0,2÷0,5 і 0,2÷2,0 МГц. АЕ датчики встановлювалися як з боку металевої основи, так і з боку композитного покриття. Ідентифікація структурних особливостей механізмів деформування за даними акустичної емісії здійснювалася на установці, яка побудована на базі машини для випробування пружин МІП-10, що працює за принципом заданого деформування. Використана в експерименті інформаційно-вимірювальна система забезпечувала індикацію та реєстрацію сигналів АЕ з подальшим її збереженням в пам'яті комп'ютера за допомогою цифрового осцилографа RIGOL DS1052E [2]. Обробка результатів здійснювалася у пакеті Signal Analyzer, що входить до складу системи комп'ютерної математики Matlab2020a. При цьому була проведена низькочастотна фільтрація і спектральний аналіз АЕ сигналів.

Результати дослідження. На рис.1,2 наведено приклади типових отриманих АЕ сигналів при певному навантаженні після проведення низькочастотної фільтрації: представлено вигляд самого АЕ сигналу (a), його частотний спектр (b) і частотно-часовий розподіл у вигляді скалограм (c), де кольором показано розподіл інтенсивності АЕ сигналу. Аналіз отриманих результатів показує:

- часова тривалість АЕ сигналів у випадку розташування АЕ датчиків з боку захисного покриття приблизно у чотири рази менша, ніж у випадку розташування АЕ датчиків на металевій основі;
- густина АЕ сигналів у випадку розташування АЕ датчиків з боку захисного покриття є меншою, ніж у випадку розташування АЕ датчиків на металевій основі;
- амплітуда АЕ сигналів у випадку розташування АЕ датчиків з боку захисного покриття приблизно у п'ять разів менша, ніж у випадку розташування АЕ датчиків на металевій основі;

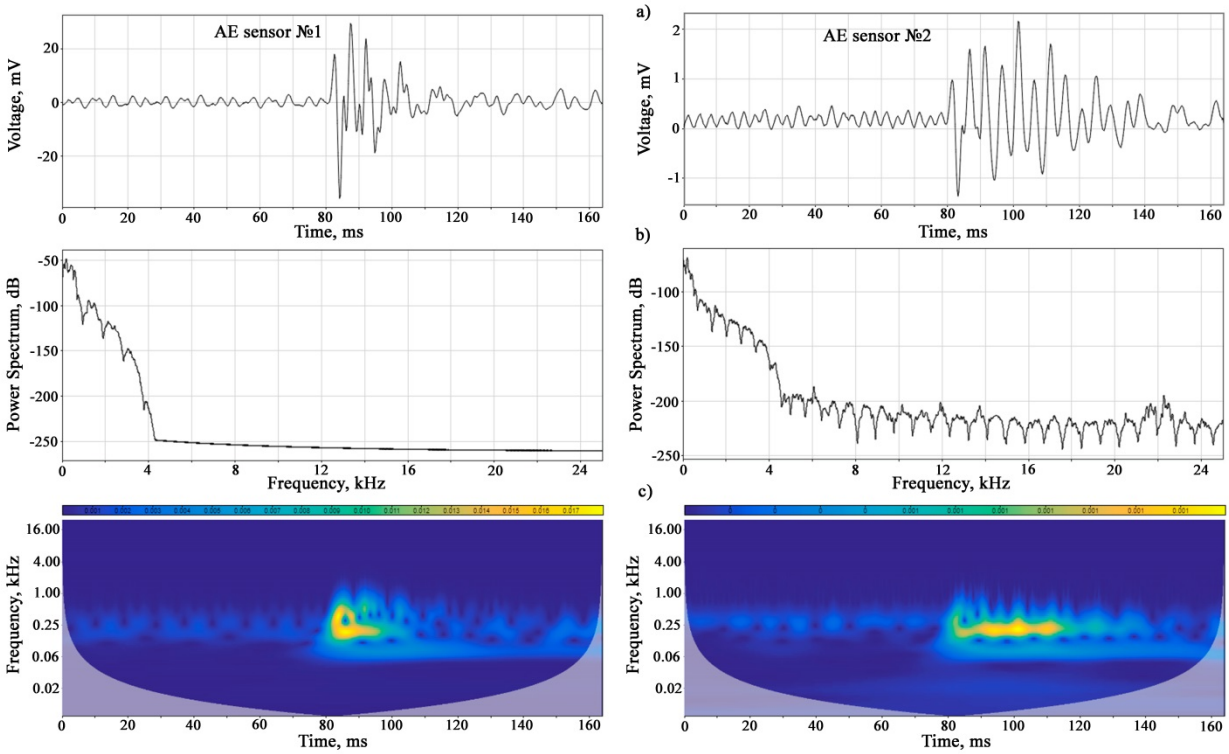


Рисунок 1 – АЕ сигнали, отримані від двох датчиків при їх розташуванні на захисному покритті (a), енергетичний спектр сигналів (b), скалограма частотно-часового розподілу сигналів (c). Навантаження при чотирьохточковому згині 144,8 кг.

- область частотного спектру у випадку розташування АЕ датчиків з боку захисного покриття приблизно у п’ять разів більша, ніж у випадку розташування АЕ датчиків на металевій основі;
- амплітуда частотного спектру у випадку розташування АЕ датчиків з боку захисного покриття значно перевищує амплітуду частотного спектру у випадку розташування АЕ датчиків на металевій основі;
- частотно-часовий розподіл амплітуд сигналів показує, що у випадку розташування АЕ датчиків з боку захисного покриття максимуми спостерігаються на частотах 0,110÷0,500 кГц і 0,170÷0,250 кГц відповідно для першого та другого АЕ датчиків; у випадку розташування АЕ датчиків на металевій основі ці максимуми відповідно спостерігаються на частотах 0,085÷0,110 кГц і 0,240÷0,290 кГц;
- акустичні сигнали від металевої основи та від композиційного захисного покриття фіксуються при різних навантаженнях.

Зазначені особливості отриманих спектрів АЕ сигналів дозволяють чітко розрізняти джерело їх походження (металева основа або композитне покриття) і тому окремо ідентифікувати механічний стан металевої основи і захисного композитного покриття. Для цього достатньо нанести усі отримані АЕ сигнали на діаграми деформаційного зміцнення сталі Ст3сп та епоксидної смоли ЕД-20. Методика такого дослідження описана у роботах [3,4].

Як було доведено [3,4], методами акустичної емісії визначаються провісники початку зміни структури матеріалу, в той час як механічні випробування фіксують його сталу стадію. Тому запропонований спосіб дозволяє не тільки ідентифікувати механічний стан технологічного обладнання з композитним покриттям, але й прогнозувати його подальший розвиток.

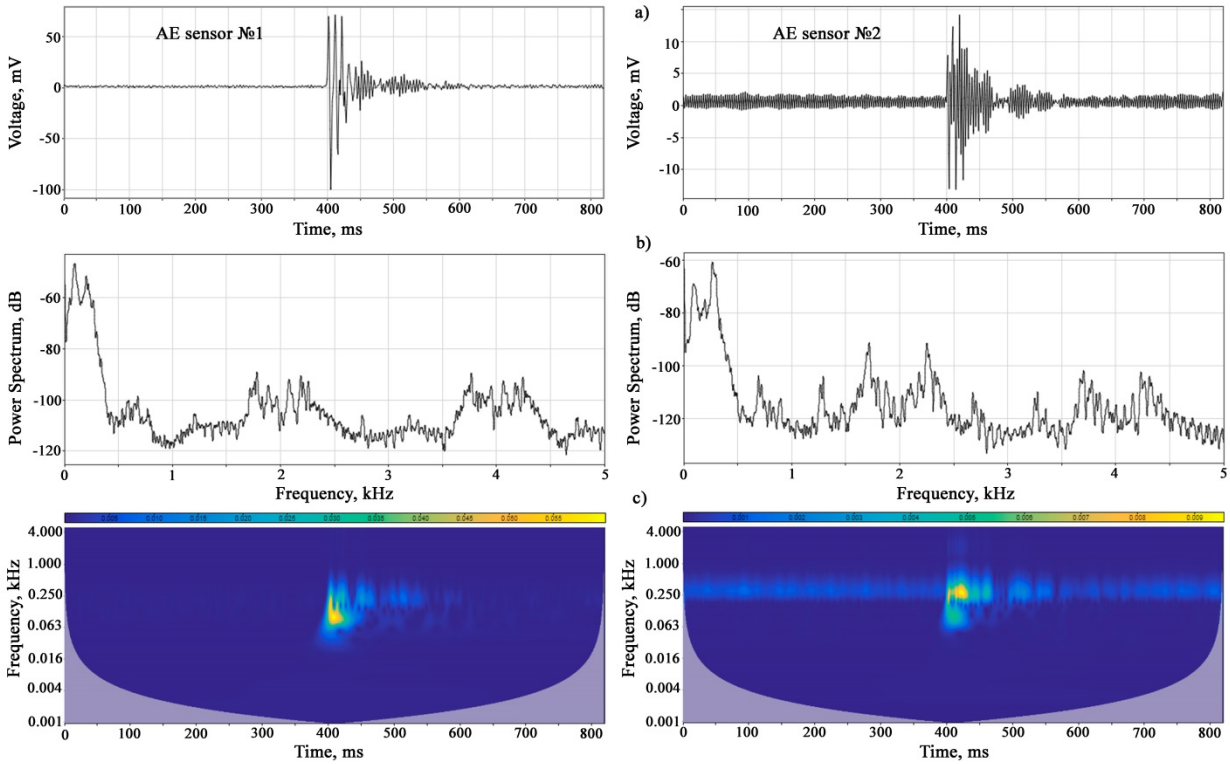


Рисунок 2 – АЕ сигнали, отримані від двох датчиків при їх розташуванні на металевій основі (a), енергетичний спектр сигналів (b), скалограма частотно-часового розподілу сигналів (c). Навантаження при чотирьохточковому згині 157,8 кг.

Висновки. Виявлено дискретний характер виникнення акустичної емісії при чотирьохточковому згині стали Ст3сп з нанесеним композиційним покриттям. Доведена можливість окремо ідентифікувати і прогнозувати механічний стан металевої основи і захисного композитного покриття методами акустичної емісії.

ЛІТЕРАТУРА

1. Букетов А.В. Епоксидні нанокомпозити: монографія / А.В. Букетов, О.О. Сапронов, В.Л. Алексенко. – Херсон: ХДМА, 2015. – 184 с.
2. Шарко А.О. Автоматизований пристрій для визначення механічних характеристик металів при чотириточковому згині / А.О. Шарко, К.Ю. Юренін, Д.М. Степанчиков // Пат. 140422 UA, МПК (2006.01) G01N 3/20, G01N 29/14, № u2019 08236; Замовлено 15.07.2019, Опубл. 25.02.2020, Бюл. № 4. – 4 с.
3. Алексенко В.Л. Идентификация структурных особенностей механизмов деформирования при изгибе методом акустической эмиссии / В.Л. Алексенко, А.А. Шарко, А.В. Шарко, Д.М. Степанчиков, К.Ю. Юренин // Техн. диагностика и неразруш. контроль – 2019. – №1. – С. 32-39.
4. Алексенко В.Л. Применение акустико-эмиссионных и тензометрических измерений к процессам диагностики деформационного упрочнения композиционных материалов на основе эпоксидной матрицы / В.Л. Алексенко, А.А. Шарко, Д.М. Степанчиков, С.А. Сметанкин, К.Ю. Юренин // Техн. диагностика и неразруш. контроль – 2019. – №3. – С. 49-54.

СЕКЦІЯ 5
«ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРІОРИТЕТИ В ГАЛУЗІ ТРАНСПОРТУ І ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ»

УДК 656.02

ВИБІР СПОСОБУ ПЕРЕМІЩЕННЯ ДЛЯ МЕШКАНЦІВ РІЗНИХ РІВНІВ ДОХОДІВ

Вдовиченко В.О.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

У досить близькою ретроспективі ситуація роботи автобусного транспорту була принципово іншою. Невеликий рівень забезпеченості особистим транспортом, низька (по відношенню до доходів населення) вартість проїзду, високий рівень транспортного пропозиції, слабка конкуренція з боку інших видів громадського транспорту - все це робило автобуси основним засобом пересування міського населення. В даний час ситуація кардинально змінилася. Ринкові механізми при відсутності державного фінансування призвели до зростання вартості проїзду, як в абсолютному вираженні, так і в співвідношенні до душового доходу. За ціновим фактором привабливість автобусного сполучення зменшилася майже в 7 разів. Особистий транспорт, навпаки, став значно доступнішим. У 1985 р легковий автомобіль коштував 40 середньомісячних заробітних плат, в 2000 році - вдвічі менше. Ще різкіше наступне співвідношення: в 1985 році автомобіль коштував 160000 автобусних квитків, в даний час всього 12000. Тобто, співвідношення доступної поїздок на особистому автомобілі і автобусі змінилося в 13 разів, причому не на користь автобусного транспорту. Відтік пасажирів з автобусного транспорту відбувався не тільки на особистий транспорт. Потужним конкурентом автобусних підприємств стало піше і велосипедне пересування населення. В останні роки частка таких пересувань істотно зросла. Збільшилися і відстані цих пересувань. Таким чином, одночасно збільшувалися сумарний час внутрішньоміських переміщень і потоки транспорту на міських вулицях.

Західні дослідники в галузі управління міським пасажирським транспортом давно стурбовані проблемою падіння попиту на послуги міського пасажирського транспорту (МПТ). У містах американського типу (низька щільність населення, високі відстані між центрами тяжіння) рухливість на МТП становить від 0% до 14% в сукупному обсязі переміщень. Однак, еластичності попиту щодо ціни тут також надається мало значення. Це пов’язано з тією обставиною, що при високих доходах населення економія часу, що забезпечується легковим транспортом, значно важливіше вартісних витрат. При цьому громадський транспорт втрачає пасажирів не через ціну проїзду, а через неможливість скласти конкуренцію особистому автомобілю по швидкості і комфорту повідомлення. За цих обставин, дійсно, ціновий фактор відіграє незначну роль при формуванні структури переміщень.

Фактори, що визначають попит на послуги громадського пасажирського транспорту, структуру переміщень міського населення і економічні наслідки зміни цієї структури в даний час досліджені недостатньо. Немає кількісних інструментів оцінки впливу керуючих факторів на результати діяльності міської пасажирської системи, що утруднює ефективне управління в цій галузі. Існуючі дослідження в даній області в

радянській школі теорії міських пасажирських перевезень практично повністю ігнорували питання цінової еластичності попиту на послуги (МТП). Це пов'язано з тим, що 60-80 р.р. минулого століття вартість проїзду в даному виді повідомлень була дуже мала (50 поїздок в МТП обходилися населенню менше 2 % його душового доходу). Таким чином, ринковий попит був настільки великий, що будь-який захід з управління міським транспортом покривалося цим попитом. Стояла інша проблема - ліквідація дефіциту послуг пасажирського транспорту, на рішення якої і були спрямовані зусилля вчених і фахівців.

Оцінку потреби в переміщеннях міського населення можна провести наступним чином:

$$Q_{пер} = \frac{N_м \cdot d_{чек} \cdot P_{доб}\left(Д_{кал} - Д_{вих} - Д_{пр} - Д_{відп}\right)}{d_{прац}} \qquad (1)$$

де $N_м$ - чисельність міського населення;

$d_{чек}$ - частка економічно активного населення;

$P_{доб}$ - добова трудова рухливість на одиницю економічно активного населення ($P_{доб} = 2$);

$Д_{кал}$ - дні календарні;

$Д_{вих}$ - вихідні дні;

$Д_{пр}$ - святкові дні;

$Д_{відп}$ - дні відпустки (канікул), дн;

$d_{прац}$ - частка трудової рухливості в загальній рухливості населення.

Необхідність регулювання цін продиктована трьома завданнями, що стоять перед МПТ:

- по-перше, зниження транспортної дискримінації населення тих районів міста, де з економічної точки зору не ефективно функціонування МПТ;

- по-друге, гарантоване забезпечення населення мінімальними транспортними послугами;

- по-третє, підвищення привабливості МПТ перед населенням з середніми доходами (які, володіють або має можливість придбати особистий автомобіль), що досягається шляхом підвищення якості послуг, що надаються.

Вивчення споживчих переваг при виборі способу переміщення є одним з базових умов при формуванні раціонального рівня тарифу на послуги МПТ. Залежно від рівня тарифу і надається рівня послуг змінюється і споживчі уподобання населення. Аналіз понесених транспортних витрат споживачем дозволяє зробити висновки щодо який спосіб переміщення вибере мешканець міста.

Підвищення рівня послуг, що надаються характеризується скороченням витрат часу на переміщення у населення і веде до зростання витрат системи МПТ. Зростання витрат обумовлено з розвитком маршрутної мережі (розширення географії поїздок) і скороченням інтервалів між рухом маршрутних транспортних засобів на маршрутах (що досягається за рахунок зростання швидкості повідомлення і збільшення числа працюючих ТЗ на маршруті).

Розглянемо вплив рівня тарифу на прийняття рішення жителем щодо вибору способу переміщення. В роботі [1] детально розглядається методологія аналізу до кількісної оцінки вибору того чи іншого способу переміщення. Необхідні дані для розрахунку наведених транспортних витрат досить легко визначені у договорі на практиці. Схожа модель вибору між різними способами пересування представлена в роботі [2]. Характеристики різних видів транспорту, безпосередньо оцінювані споживачем при поїздці, є: час поїздки та витрати на неї [3]. Виходячи з даного положення, будемо оцінювати послуги, що надаються МПТ з точки зору часових і вартісних витрат.

Вихідними даними для розрахунку є нормативи 80-х років. Однак методика розрахунку даного тарифу не коректне, тому що неясні вихідні параметри формування

статей витрат. В основі розрахунку вартості переміщень жителів пропонується використовувати метод [1] з поправкою. В роботі оцінювалися транспортні витрати за допомогою наведеного часу переміщення. Таким чином, фактично понесені грошові витрати за допомогою використання різних рівнів доходів переводилися в ту кількість часу, який потрібно було відпрацювати, щоб компенсувати грошові витрати. Витрачений час на пересування переводилося в вартість. Далі ця вартість підсумовувати з фактично понесеними транспортними грошовими витратами. В результаті були виявлені негативні моменти в поточній системі формування тарифу:

- при розрахунку тарифу враховуються тільки витрати і доходи комунальних пасажирських підприємств, витрати і доходи комерційних операторів не враховуються, хоча вони є складовою частиною і досить великої в обсязі виконуваної роботи МПТ;

- не розраховується «допустимий» рівень тарифу виходячи з витрат сімейного бюджету.

Викликано це протиріччям при розрахунку критерію вибору для пішого переміщення. Так критерій вибору для пішого переміщення був не залежимо від рівня доходів споживача і фактично залежав від відстані переміщення. Однак при тому ж рівні що витрачається часу воно буде по різному сприймаються людиною з різним рівнем доходу. Критерій вибору способу пересування пропонується у вигляді:

$$K_i = A_1^i + A_2^i \cdot L + \frac{A_3^i \cdot L + A_4^i}{D}, \qquad (2)$$

де A_1^i - витрати часу, які не залежать від відстані переміщення, год;

A_2^i - витрати часу на одиницю відстані переміщення, год/км;

A_3^i - витрати на одиницю відстані переміщення, грн/км;

A_4^i - витрати, що не залежать від довжини переміщення, грн;

L - відстань переміщення, км;

D - доход на душу населення суб'єкта переміщення , грн/год.

У 90 роках XX сторіччя співвідношення рухомості на МТП і особистому автомобільному транспорті становило 3,7, що давало право цього виду транспорту займати домінуюче становище на ринку послуг з підтримки переміщень міського населення. В даний час це співвідношення близьке до одиниці. Одночасно відбулося значне збільшення частки піших внутрішньоміських переміщень: з 26,2% у 90 роках XX сторіччя до 58% в 20 роках XXI сторіччя, що відповідає індексу зростання 2,2.

Роль міського громадського транспорту, як основного засобу забезпечення внутрішньо рухливості, в даний час втрачено. Почасти це пов'язано з бурхливою автомобілізацією населення Республіки. Однак, тільки цим пояснити динаміку обсягу автобусних перевезень неможливо, так як індекс зростання числа легкових автомобілів значно менше падіння кількості переміщень на автобусах.

Відхід міського масового громадського пасажирського транспорту з ринку послуг із забезпечення рухливості міського населення одночасно збільшує труднощі повідомлення на міських транспортних системах через зростання піших переміщень і призводить до різкого збільшення транспортних потоків на вулицях міста.

Втрачений обсяг перевезень автобусами в ці роки пов'язаний зі збільшенням частки переміщень, що здійснюються на особистому транспорті. За винятком цього особливого періоду динаміка рухливості на автобусному транспорті виключно добре пояснюється динамікою питомої тарифу. Крім того, саме в цей період потенційна провізна здатність МТП знижувалася особливо швидкими темпами. Це дає підстави припустити, що попит на послуги МТП визначався спільним впливом пропозиції транспортних послуг і ціновими факторами. Спільне вплив провізної здатності і тарифу на рівень питомої обсягу перевезень автобусами добре описується рівнянням такого вигляду:

$$Q_{1чол} = 14{,}35 \cdot exp\left(-0{,}015 t_{уд}\right) \cdot exp\left(0{,}0083 W_{уд}\right), \quad (3)$$

де $t_{уд}$ - питомий тариф на 1000 поїздок до річного душового доходу, %;

$W_{уд}$ - питома провізна здатність автобусного транспорту на 1-го жителя, поїздок, чол / рік.

За аналізований період відбувалося збільшення відстані поїздки на МТП, так як в першу чергу при зростанні тарифу його залишають пасажири з малими відстанями переміщення. Потрапляючи в групу особистого транспорту, вони знижують на ньому відстані поїздки, а при переході в категорію пішоходів - збільшують середню відстань пішого ходіння. Останній процес більш виражений, так як переміщення на малі відстані більш вірогідні в пішому повідомленні. За рахунок цього піші переміщення збільшили відстані більш ніж удвічі, що, в поєднанні з їх великою часткою в структурі, суттєво підвищило труднощі повідомлення в містах.

Сумарна довжина переміщень за рік за видами сполучення визначиться як:

$$L_i^c = N_i \cdot L_i , \quad (4)$$

де N_i - кількість переміщень в *i*-му вигляді повідомлення на рік на 1-го жителя, од / чол;

L_i - середня відстань переміщення в *i*-му вигляді повідомлення, км.

Витрачений час на переміщення протягом року одним середньостатистичним жителем визначиться:

$$T_i = \frac{L_i^c}{V_c^i} , \quad (5)$$

де - швидкість повідомлення в *i*-му виді повідомлення, км / год.

Середній час одного переміщення:

$$T_c = \frac{\sum T_i}{\sum N_i} \cdot 60 , \quad (6)$$

За останні роки середній час одного пересування збільшилася в 37/24 = 1,54 рази за рахунок зростання кількості і збільшення довжини піших переміщень. Загальна витрачений час на внутрішньоміські переміщення в розрахунку на одного міського жителя зросло з 149 до 243 годин на рік, тобто на 94 години. При місячному фонді робочого часу 160 годин, приріст комунікаційного часу склав 12 днів. Таким чином, за рахунок погіршення систем підтримки внутрішньоміських переміщень кожен міський житель втрачає приблизно півмісяця часу.

Рівень комфорту перевезення прийнято вимірювати величиною наповнення салону транспортної одиниці МТП. За цим критерієм відбулося значне поліпшення транспортної ситуації. Падіння попиту на послуги МТП призвело до недовикористання його виробничих потужностей, що дало змогу уникнути надмірних наповнень навіть у години «пік». Однак, збільшення числа і відстаней піших переміщень в цілому погіршило ступінь комфортності реалізації потреби в переміщеннях. Важливим параметром рівня організації підтримки внутрішньоміських переміщень є витратність цього процесу.

Необґрунтоване зростання тарифу на послуги МПТ дестабілізує обстановку в суспільстві, змушуючи низькодохідні групи населення користуватися МПТ менше і шукати інші альтернативи як пересуванню так і цілям, який спонукав до поїздки. Середньодохідні і високоприбуткові групи населення будуть шукати альтернативні, більш прийнятні рішення для збереження своєї транспортної рухливості або шляху її зниження.

ЛІТЕРАТУРА

1. Михайлов А.С. Управление рынком перемещений городского населения Алматы: НИЦ Гылым, 2003
2. Цибулка Я. Качество пассажирских перевозок в городах: Перевод с чешского. М.: Транспорт, 1987. - 90 с.
3. Ваксман С.А. Распределение населения по суточному количеству перемещений //Городской пассажирский транспорт: экономика, организация, транспортно-градостроительное проектирование. Л: Наука, 1988. с. 216-217
4. Роговин А.Е., Ставничий Ю.А., Глик Ф.Г. и др. Руководство по проведению транспортных обследований в городах. – М:Стройиздат, 1982 – 213 с.
5. Гольц Г.А. Транспорт и расселение. М: Наука, 1981 – 248 с.

УДК 656.1

АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ТРАНСПОРТІ

Войтович О.А., Ткач В.О.
Херсонський національний технічний університет

Деякі фахівці під якістю транспортного обслуговування мають на увазі тільки якість перевезень, що не зовсім точно. Якість транспортного обслуговування – це весь спектр транспортних послуг (вантажні операції, оформлення провізних документів, охорона і супровід вантажів, додаткові інформаційні послуги та ін.), включаючи безпосередньо і процес перевезення. Якість перевезень – лише центральна частина роботи, тобто переміщення. Також найважливішим елементом визначення конкурентоспроможності транспортної продукції є вартість (ціна) перевезення, хоча вона являє собою самостійний оціночний показник, який не входить в систему показників якості.

Рівень технічної надійності транспортних засобів може бути встановлений співвідношенням фактичного і нормативного (згідно паспорту) [3] термінів служби, включаючи необхідні проміжні види технічного утримання і гарантованого продовження терміну служби після капітально-відновлювального ремонту (КВР).

Показник рівня технічної надійності транспортних засобів $К_{тз}$:

$$К_{тз} = \frac{N_ф}{N_н} \text{ при } N_ф \le N_н, \quad (1)$$

$N_ф$ – фактичний термін служби технічного засобу;

$N_н$ – нормативний термін служби технічного засобу з урахуванням гарантованого продовження терміну після КВР.

При $N_ф \le N_н$:

$$К_{тз} = 1 - \frac{N_ф}{N_н} \quad (2)$$

В умовах конкуренції необхідно забезпечити прозорість і порівнянність цих показників за видами транспорту, врахувати інтереси клієнтури, тому що вони є головними «оцінювачами» якості продукції транспорту.

Рівень безпеки руху транспортних засобів визначається шляхом відношення встановлених середніх питомих показників (нормативів) кількості порушень, що

припадають на 1 *млрд* наведених *ткм* ($Б_н$) до фактичного рівня ($Б_Ф$) за аналізований період з урахуванням коефіцієнта ($\varphi_б$), що враховує тяжкість наслідків і матеріальний збиток аварій і катастроф:

$$К_{бр} = 1 - \frac{Б_н}{Б_ф \cdot \varphi_б} \quad (3)$$

де $\varphi_б$ – визначається за спеціальною методикою з урахуванням матеріального збитку і наявності людських втрат і поранень.

Рівень циклічності режиму роботи (сезонність, цілорічність і цілодобовість роботи) транспорту можна визначити за формулами:

$$К_{сез}^{рік} = \frac{Т_ф^{рік}}{365};$$
$$К_{сез}^{доб} = \frac{t_ф^{доб}}{24}; \quad (4)$$
$$К_{сез}^{0} = К_{сез}^{рік} \cdot К_{сез}^{доб}$$

де $Т_ф^{рік}$, $t_ф^{доб}$ – кількість днів і годин роботи транспорту в році і в добі відповідно.

Якщо залізниця працює цілодобово і цілорічно, то $К_{сез}^{0} = 1$, а для річкового транспорту при навігаційному періоді 200 діб і цілодобовій роботі

$$К_{сез}^{0} = \frac{200}{365} = 0{,}55.$$

Для пасажирського транспорту в м. Херсон:

$t_ф^{доб}$ = 15 год (середній показник для м.Херсон);

$Т_ф^{рік}$ = 365 днів.

Отже,

$$К_{сез}^{0} = \frac{365}{365} \cdot \frac{15}{24} = 0{,}625.$$

Рівень екологічності транспорту ($К_{ек}$) визначається співвідношенням встановлених норм гранично допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих речовин та інших факторів до фактичного рівня забруднення навколишнього середовища, що визначаються відповідними технічними засобами вимірювання стану екологічного середовища:

$$К_{ек} = \frac{У_н}{У_ф \cdot К_е}, \quad (5)$$

де $У_н$ – нормативний рівень ГДК;

$У_ф$ – фактичний рівень порушення екологічності, рівня шуму та інших чинників;

$К_е$ – коефіцієнт, що враховує рівень матеріального збитку і витрат на відновлення екологічності навколишнього середовища, який визначається за спеціальною методикою.

Показники рівня безпеки та екологічності відносяться до експлуатаційних і якісних показників та повинні враховуватися також при визначенні загального, інтегрального показника якості транспортного обслуговування, особливо, при аналізі якості пасажирських перевезень.

Рівні використання вантажопідйомності (навантаження) і обороту рухомого складу визначаються відношенням фактичних та нормативних показників використання транспортних засобів. Так само може бути визначений рівень продуктивності рухомого складу. Однак для порівнянності за видами транспорту цей показник доцільно визначати в розрахунку на 1 *т* вантажопідйомності транспортного засобу.

Рівень використання вантажопідйомності рухомого складу ($К_в$) визначають за формулою:

$$К_в = \frac{Р_ф}{Р_н} \quad (6)$$

де $Р_ф$, $Р_н$ – середні фактичне і нормативне статичне навантаження автомобіля або вантажного вагона.

Рівень використання продуктивності ($К_п$) і обороту ($К_{об}$) рухомого складу визначають за формулами:

$$К_п = \frac{Ф_п^ф}{Ф_п^н}; \quad (7)$$

$$К_{об} = \frac{Θ_в^н}{Θ_в^ф}; \quad (8)$$

де $Ф_п^ф$ і $Ф_п^н$– середні фактична і нормативна продуктивності рухомого складу, *тис. ткм*

$Θ_в^н$ і $Θ_в^ф$ – середній нормативний і фактичний час обороту рухомого складу, *год*.

Рівень якості використання виробничої потужності (виробничої сили) всієї системи конкретного виду транспорту ($П_{вс}$) визначається за формулами:

$$П_{вс} = \overline{q_н} П_{вс} = q_н \sum N_п \cdot \alpha_в \cdot \frac{365}{Θ_п}; \quad (9)$$

$$К_{пс} = \frac{П_{вс}^ф}{П_{вс}^н}, \quad (10)$$

де $\overline{q_н}$ – номінальна середня вантажопідйомність (навантаження) рухомого складу, т;

$\sum N_п$ – середньорічна чисельність робочого парку рухомого складу;

$\alpha_в$ – коефіцієнт використання вантажопідйомності рухомого складу;

$Θ_п$ – середній час обороту одиниці рухомого складу;

$К_{пс}$ – рівень використання продуктивної сили транспорту.

Розробка і реалізація заходів щодо поліпшення якості транспортного обслуговування користувачів пов'язані, як правило, з певними витратами, часом значними (введення нових типів рухомого складу, будівництво швидкісних магістралей, впровадження нових технологій сервісу та ін.). Тому необхідні попередні маркетингові дослідження попиту і кон'юнктури транспортного ринку, ретельні економічні розрахунки ефективності намічуваних інновацій та розробка комунікаційної політики просування нових послуг для користувачів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гудков В.А. Пассажирские автомобильные перевозки: учебник для вузов / В.А. Гудков, Л.Б. Миротин, А.В. Вельможин, С.А. Ширяев. – М.: Горячая линия Телеком, 2004. – 448 с.
2. Ефремов И.С. Теория городских пассажирских перевозок: учеб. пособие для вузов / И.С. Ефремов, В. М. Кобозев, В.А. Юдин. – М.: Высшая школа, 1980. – 536 с.
3. Спирин И.В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками: учебник для студ. сред. проф. образ. / И.В. Спирин. - четвёртый изд., Стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 400 с.
4. Якунина Н.В. Методология повышения качества перевозок пассажиров общественным автомобильным транспортом / Н.В. Якунина, Н.Н.Якунин – Оренбург: ООО ИПК "Университет", 2013. – 289с.

УДК 656.1

АНАЛІЗ ЗАХОДІВ ЗІ СТИМУЛЮВАННЯ ВИСОКОЯКІСНОЇ РОБОТИ ПЕРЕВІЗНИКА

Войтович О.А., Петлицький А.О.
Херсонський національний технічний університет

Для підвищення якості транспортного обслуговування пасажирів передбачають комплекс заходів, спрямованих на стимулювання високоякісної роботи перевізника, включаючи створення цільових установок на якість, настройку механізму управління якістю, адекватну структурно-функціональну організацію системи управління перевезеннями пасажирів, попередження потрапляння на ринок перевезень недобросовісних перевізників, виникнення монополій і державне регулювання природних монополій.

На формування уявлення про якість транспортного обслуговування пасажирів, на управління якістю впливають основні особливості перевезень пасажирів: результат корисної діяльності, що не має речового виразу; єдність процесу надання послуги та її споживання; неможливості відділення послуги від її одержувача для лабораторного аналізу якості; відсутність передпродажної підготовки і гарантійного періоду; особливе соціальне значення при масовості надання послуг; обмеженість альтернативних способів задоволення потреби в перевезеннях і відсутність моди на перевезення. Брак в транспортному обслуговуванні негайно поширює свою дію на пасажирів. Усунення недоліків неможливо після поїздки і має передбачатися до її початку на стадії організації перевезень [1].

Під якістю транспортного обслуговування пасажирів розуміють сукупність властивостей перевізного процесу та системи перевезень пасажирів, що обумовлюють задоволення потреб пасажирів у поїздках відповідно до встановлених нормативними вимогами. Властивості перевізного процесу та системи перевезень визначають об'єктивну особливість рівня організації та здійснення перевезень пасажирів і проявляються при задоволенні транспортних потреб пасажирів. Ці властивості поділяються на прості і складні. Останні являють собою групу простих властивостей, об'єднаних за функціональною ознакою. Прості властивості характеризуються показниками якості.

Показник якості – це об'єктивний вимірювач ступеня прояву властивості. Залежно від ступеня прояву властивості показник приймає певне значення. Норматив показника якості – це його значення, відповідне кордоні двох різних оцінок якості (наприклад, добре і відмінно, або незадовільно і задовільно). Розрізняють нормативи граничні і шкальні. Граничні нормативи показників якості розмежовують оцінювані об'єкти на два класи: придатний або непридатний. Шкальні нормативи встановлюють значення показників якості, які відповідають різним оцінками (за принципом оцінки в балах). Різновид граничних нормативів оцінки якості – нормативи верхнього і нижнього значень показників, що визначають умови потрапляння показника в установлений інтервал значень.

Загальні вимоги до показників якості обслуговування пасажирів: відображення реальних інтересів пасажирів і суспільства; вимірність; залежність від стану і рівня організації перевезень (чутливість); незалежність окремих показників один від одного (інакше серед них є надлишкові).

Під оцінкою якості розуміють процедуру порівняння фактичного рівня значень і показників з нормативним, виявлення розбіжностей і встановлення їх причин. На основі оцінки якості по кожному окремо взятому показником (диференціальної оцінки якості) встановлюють загальну (комплексну, інтегральну) оцінку якості. Оцінки якості використовують для управління якістю, тобто для цілеспрямованого зміни значень

показників відповідно до встановлених нормативів і цілями розвитку транспортної системи.

Базові поняття в області якості транспортного обслуговування пасажирів визначені в довіднику [2].

Відповідно до нього під якістю транспортного обслуговування пасажирів розуміють сукупність властивостей перевізного процесу та системи перевезень пасажирів, що обумовлюють задоволення потреб пасажирів у поїздках відповідно до встановлених нормативними вимогами.

Властивості перевізного процесу та системи перевезень визначають об'єктивну особливість рівня організації та здійснення перевезень пасажирів і проявляються при задоволенні транспортних потреб пасажирів. Ці властивості поділяються на прості і складні. Останні являють собою групу простих властивостей, об'єднаних за функціональною ознакою (рис. 1). Прості властивості характеризуються показниками якості.

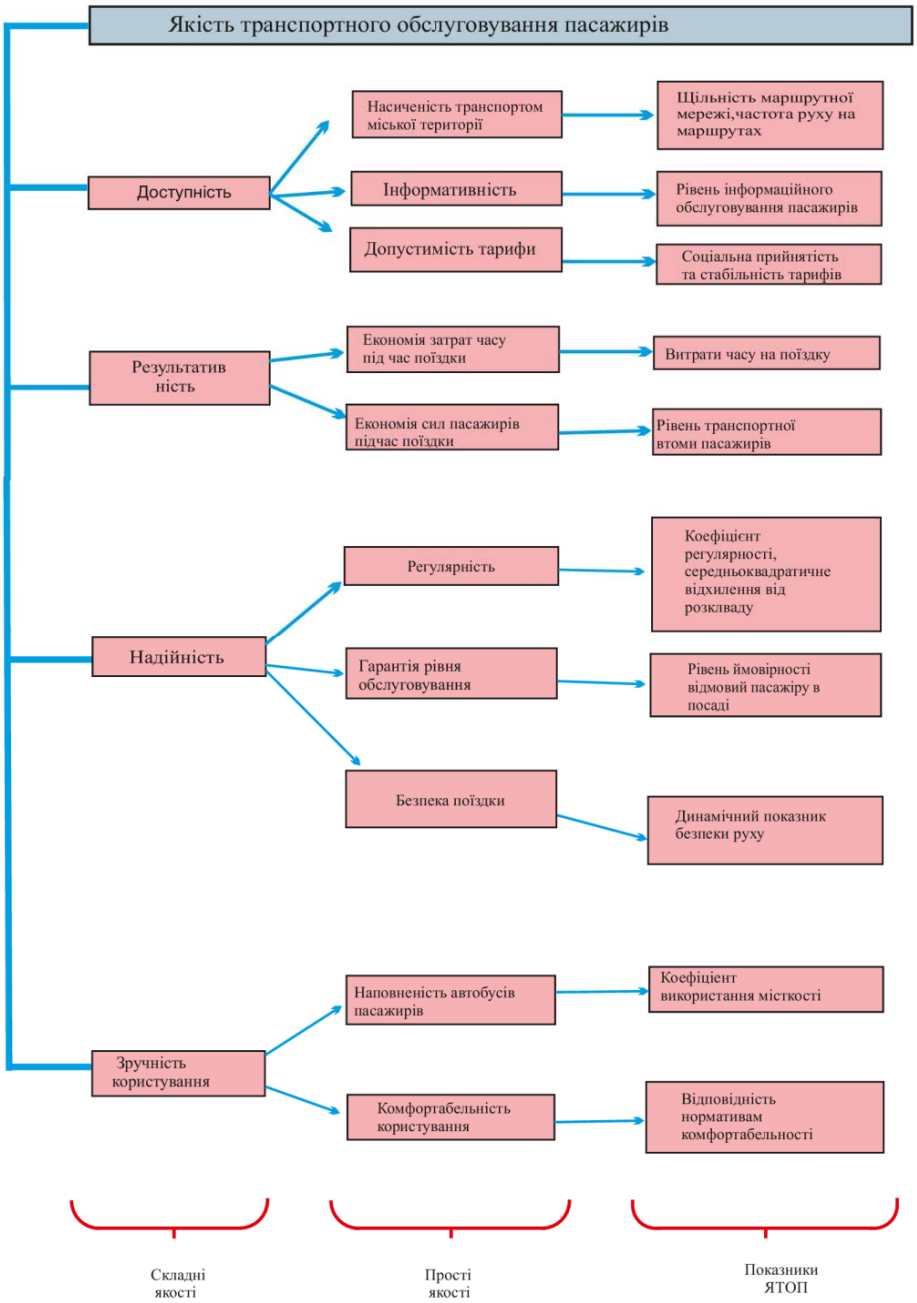


Рисунок 1 – Структура показників якості обслуговування пасажирів

На основі оцінки якості по кожному окремо взятому показнику (диференціальної оцінки якості) встановлюють загальну (комплексну, інтегральну) оцінку якості. Оцінку якості використовують для управління якістю, тобто для цілеспрямованого зміни значень показників відповідно до встановлених нормативів і цілей розвитку транспортної системи [5].

Для управління якістю транспортного обслуговування вирішують ряд завдань: обґрунтовують склад показників якості і встановлюють їх нормативи оцінюють рівень забезпечення нормативу якості по кожному з показників; виробляють інтегральну оцінку якості по сукупності показників; розробляють і реалізують заходи, що поліпшують якість по відстаючим показниками.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гудков В.А. Пассажирские автомобильные перевозки: учебник для вузов / В.А. Гудков, Л.Б. Миротин, А.В. Вельможин, С.А. Ширяев. – М.: Горячая линия Телеком, 2004. – 448 с.
2. Ефремов И.С. Теория городских пассажирских перевозок: учеб. пособие для вузов / И.С. Ефремов, В. М. Кобозев, В.А. Юдин. – М.: Высшая школа, 1980. – 536 с.
3. Спирин И.В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками: учебник для студ. сред. проф. образ. / И.В. Спирин. - четвёртый изд., Стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 400 с.
4. Якунина Н.В. Методология повышения качества перевозок пассажиров общественным автомобильным транспортом / Н.В. Якунина, Н.Н.Якунин – Оренбург: ООО ИПК "Университет", 2013. – 289с.
5. Луб’яний П.В. Формування способів доставки дрібнопартійних товарів у логістичній системі роздрібної торгівельної мережі / П.В. Луб’яний, А.Ю. Розова // Вісник ХНТУ – №1 (76). – 2021. – С. 43-47.

УДК 629.113

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ВИВОДУ ПОВІТРЯ З САЛОНУ АВТОБУСА

[1]Круць Т.І., [2]Зінько Р.В., [2]Кость Р.Ю.
[1] Львівський автомобільно-дорожний коледж
[2]Національний університет «Львівська політехніка»

Вступ. Одним з факторів, що визначають самопочуття пасажирів, є мікроклімат в салоні ТЗ. До параметрів, які характеризують його відносяться температура, вологість, рухливість повітря та наявність в ньому шкідливих речовин. Використовувані сьогодні методики розрахунків і проектування систем опалення і вентиляції базуються на інтегральних методах, які дозволяють визначати лише усереднені показники параметрів потоку. Головна роль при проектуванні таких систем відводиться експериментальним дослідженням, дорожнім і кліматичним випробуванням, що є затратним. Тому важливим є визначення основних параметрів мікроклімату на стадії проектування чи вдосконалення зразку і вони повинні базуватися на нових технологіях проектування таких систем з використанням САПР, а натурні випробовування мали б завершальний характер і були б менше затратними [1].

Актуальність досліджень. Якість повітряного середовища салонів повною мірою залежить від тих властивостей вентиляційних систем і кузовів автомобілів, які закладені проектом і які надаються їм при виготовленні.

Всередині салону рух повітряних потоків хаотичний і зазвичай не відповідає запроектованому; швидкості повітряних потоків відрізняються від потрібних; інтенсивність вентилювання одних частин салону може у декілька разів перевищувати інтенсивність вентилювання інших його частин; температура повітря як в зимовий, так і в літній період експлуатації автомобілів не відповідає рекомендованій; у автомобілях майже завжди присутні пилюка, пари палива, вихлопні гази і тому подібне.

Практично в усіх автомобілів потужність вентиляційної системи недостатня; місця розташування люків витяжної системи і їх розміри не оптимальні; кузови автомобілів (особливо автобусів, тролейбусів, трамваїв) настільки не герметичні, тому забезпечити в їх салонах необхідні параметри мікроклімату дуже складно; теплотехнічні властивості кузовів не відповідають завданню підтримки необхідного теплового режиму в салоні.

Постановка задачі. Метою є дослідження вплив форточок і люків на процеси виводу повітря з салону автобуса.

Результати досліджень. Система вентиляції кузова і кабіни служить для надходження свіжого повітря в салон, його вентиляції, створення в кузові надмірного тиску, який перешкоджає проникненню в кузов пилу і холодного повітря через нещільність вікон і дверей.

Грунтуючись на положеннях [2,3], концерн Volkswagen запропонував оптимальні температурні параметри для здійснення поїздки на автомобілі середнього класу на рівні різних частин тіла водія [4]. Рекомендовані температури в салоні автомобіля: в області голови - 19 °С, в області погруддя - 22 °С, в області ніг - 25 °С (таблиця).

Турбулентні об’ємні потоки досліджувалися за допомогою рівняння Нав'є-Стокса усередненого по Рейнольдсу [5-8]. Для об’єднання системи рівнянь задіяна модель турбулентності SST [9]. Досліджувалися три швидкості руху (20 км/год, 40 км/год, 60 км/год) і для варіантів вентиляційних отворів: кватирки вікон закриті, відкриті тільки люки вентиляції на даху. Повітря потрапляє в салон через люки, перміщується вздовж салону до заднього стінки салону, поступово зупиняючись, розтікається і рухається уздовж підлоги у назад. Потік частково виходить назовні через вентиляційний отвір на задній стінці салону. Повітря в салоні на різних швидкостях руху автобуса має подібну структуру, яка визначається відкриттям/закриттям кватирок у вікнах. Швидкість повітряного потоку найбільша при русі автобуса на швидкості 60 км/год. (рис. 1).

Таблиця – Характеристики повітряного середовища в салоні автобуса та елементів системи вентиляції

Швидкість повітряних потоків	Температура		
Подачею повітря	Перепад температур	Оптимальна	Мінімальна
0,5 м/с	0,6 ºС	Голова 19 ºС	15 ºС
1,5 м/с	1,0 ºС	Погруддя 22 ºС	17 ºС
		Ноги 25 ºС	19 ºС
Зменшення кількості Води Пилюки 50-150 мг/куб.м 50-60%	Забезпечення об’єму повітря Вентилятори Радіальні, осьові, діаметральні, діагональні, спеціальні Max 12 м/с Мін 40-60 куб.м/год	Розподіл повітря по салону Насадки прямокутні, круглі, овальні	Вивід повітря з салону Люки, кватирки, клапани

Важливим є враховувати вплив кватирок на рух повітряних потоків (рис. 2). Досліджується експлуатація автобуса літом. Температура довкілля +34°С. Температура в салоні автобуса +43°С.

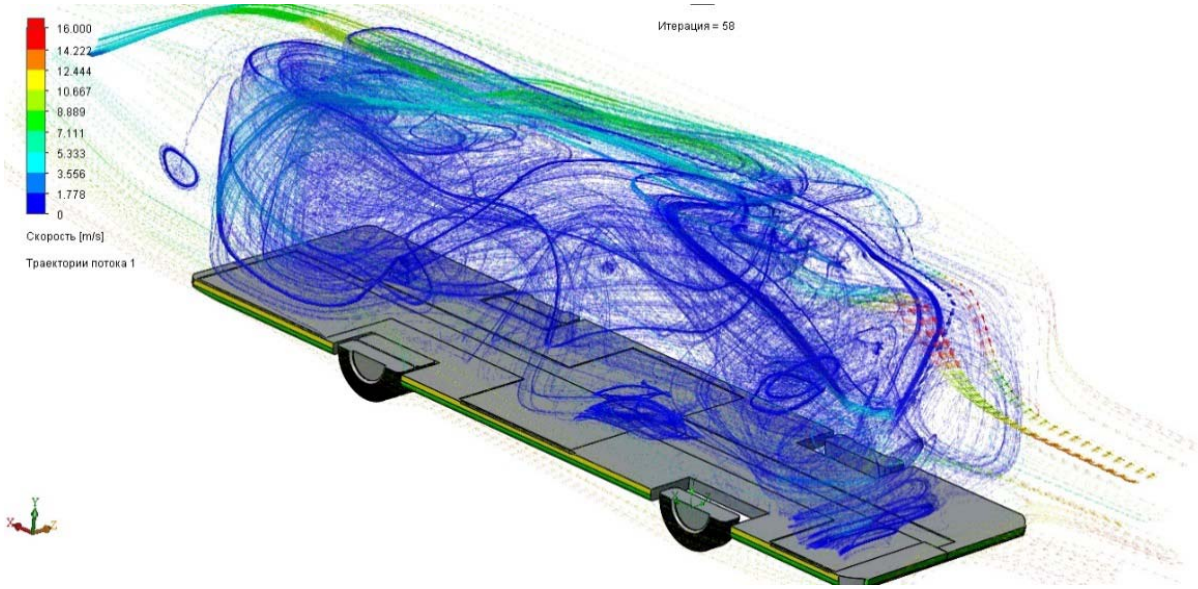


Рисунок 1 – Структура потоку при швидкості руху 65 км/год

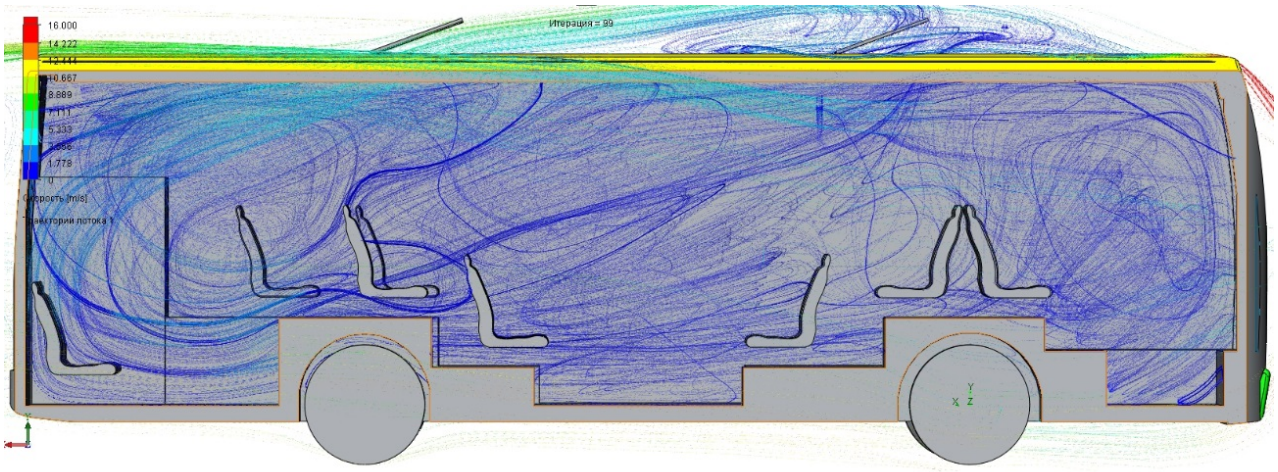


Рисунок 2 – Структура потоку при відкритих кватирках

Висновки. Розглянуто умови перебування людей в транспортних засобах. В середовищі SolidWorks досліджено процеси вентилювання салону автобуса великого класу з врахуванням відкритих форточок при різних швидкостях руху.

ЛІТЕРАТУРА

1. Войчишин Ю.І. Дослідження мікроклімату салону міського автобуса / Ю.І. Войчишин, Т.І. Круць, Р.В. Зінько, О.З. Горбай // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті 2020, №1(14). С.49-57.
2. ISO 7243:1989 Hot environments – Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT-index (wet bulb globe temperature).
3. ISO 7730:2005 Ergonomics of the thermal environment – Analytical determinationand interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria.
4. Круць Т.І. Дослідження швидкісних і температурних показників в процесі вентиляції салону автобуса / Т.І. Круць, Р.В. Зінько, Д.Г. Музичка, Ю.М. Черевко //

«Прогресивна техніка, технологія та інженерна освіта» (ІПРТК-2019): матеріали тез доповідей XX міжнародної науково-технічної конференції (м. Київ-Херсон, 10–13 вересня 2019 р.) / КПІ ім. І.Сікорського [та ін.]. – Київ: КПІ, 2019. – С.174-179.
5. Тарасенко С.Е. Усовершенствование конструкции кабины с улучшением микроклимата для самоходной сельскохозяйственной техники: Дис. канд.техн. наук. – К., 2005. – 181 с.
6. Палутин Ю.И. Методические основы совершенствования параметров воздушной среды салонов автомобилей: Дис. ... д-ра техн. наук: 05.05.03 Н. Новгород, 1997. – 327 с.
7. Страус В. Промышленная очистка газов. Пер. с англ. – М.: Химия, 1981. 616с.
8. Бутенко А.Г. Влияние поперечного градиента вязкости на характеристики ламинарного потока в трубе кольцевого сечения / А.Г. Бутенко // Труды Одесского политехнического университета: научный и научно-производственный сборник по техническим и естественным наукам. – 2005. – Вып. 1(23). – С. 185–188.
9. Закрученные потоки: Пер.с англ./ А. Гупта, Д. Лилли, Н. Сайред. -М.: Мир,1987. 588с.

УДК 683.03

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОМОБІЛЬНОГО ГЛУШНИКА

[1]Демчук І.Б., [2]Зінько Р.В.
[1]Рівненська атомна електростанція
[2]Національний університет «Львівська політехніка»

За останні роки в Європейських розвинених країнах відзначається великий прогрес в зниженні шуму легкових автомобілів. Це було досягнуто за рахунок постійного зменшення допустимих рівнів зовнішнього шуму і забезпечено розвитком нових технологій по зниженню шуму. Шум нових легкових автомобілів за 25 років зменшився на 10-12 дБА. У 1994 р. набула чинності поправка 02 до Правил ЕЭК ООН №51 [1,2]. У 2003-05 роках введена поправка 03. Основні відмінності таких поправок полягають в наступному:

• зменшення на 2-5 дБА допустимих рівнів звуку;

• введення методики підготовки глушників, що мають набивання волокнистими матеріалами, до акустичних випробувань (перевірка на видування);

• включення в усі Правила вимог до випробувальної ділянки дороги для проведення випробувань на зовнішній шум;

• набивання глушників не повинне містити азбесту.

У зовнішньому шумі легкового автомобіля при розгоні одне з перших місць займає шум системи випуску відпрацьованих газів двигуна [3]. Відведення газів від двигуна здійснюється через нейтралізатори, трубопроводи, глушники. Правильно вибраний за акустичними показниками глушник дозволяє істотно понизити шум автомобіля в цілому.

Глушник аеродинамічного шуму вихлопу – основний засіб шумозахисту автомобіля. При виході продуктів згорання з циліндрів вихлопні гази мають швидкість 500-600 м/с. а температуру понад 1200 С, звуковий тиск до 160 дБ. На вході в глушник ці значення знижуються до 60-100 м/с, 600 С. 120 дБ відповідно [4]. Одночасно з цим глушник створює протитиск в газовихлопному тракті, що позначається на потужності, двигуна. Приблизно протитиск 5000 Па (500мм водяного стовпа) знижує потужність ДВС на 1% [5].

Було проведено розрахунок основних параметрів розробленої конструкції глушника шуму. Конструкція досліджуваного ГШ була побудована і розбита на кінцеві елементи в програмному середовищі SolidWorks, де задавалися граничні умови і проводився акустичний розрахунок (рис. 1) [6-8]. Отримані значення звукового тиску фіксувалися в трьох точках, потім проводилася оцінка втрат передачі звукової енергії даного виду глушника по трьохточковому методу. Чисельні розрахунки проводилися при завданні на вході моделі глушника збурюючого впливу у вигляді коливання поршня з одиничної амплітудою. У вихідному патрубку моделі глушника накладалося гранична умова у вигляді невідображеного імпедансу. Розрахунок акустичних характеристик глушника проводився в діапазоні від 10 до 1000 Гц з кроком 10 Гц.

Для якісного аналізу акустичної ефективності проведено аналіз зміни швидкості газових струменів, що беруть початок у центрі вхідної труби глушника (центральний потік), на границі з вхідною трубою (граничний потік) та на середині радіуса вхідної труби (проміжний потік).

В трьох прямоточних частинах глушника (рис. 2) хороші показники зміни швидкості спостерігаються при використанні в конструкціях конусних перфорованих труб. Причому це стосується всіх досліджених потоків, оскільки в такому глушнику відсутній центральний отвір, який напряму пропускає центральний потік. В глушнику з тангенційними отворами центральний потік, проходячи напряму, майже не відрізняється за акустичною ефективністю від глушника-резонатора, який, як відомо, глушить звук тільки на деяких частотах.

На усіх режимах роботи двигуна структура течії вихлопних газів є схожою. Струмінь, що поступає в камеру, розтікається уздовж верхньої і подовжньої стінок, формуючи область вихрової течії. Таким чином, велика частина камери заповнена областю низькошвидкісного вихрового потоку. Потік прискорюється поблизу верхніх стінок і у вихлопній трубі (рис. 3). Максимальні розрахункові значення швидкості отримані на режимі максимальної потужності і наближаються до значень близько 100 м/с.

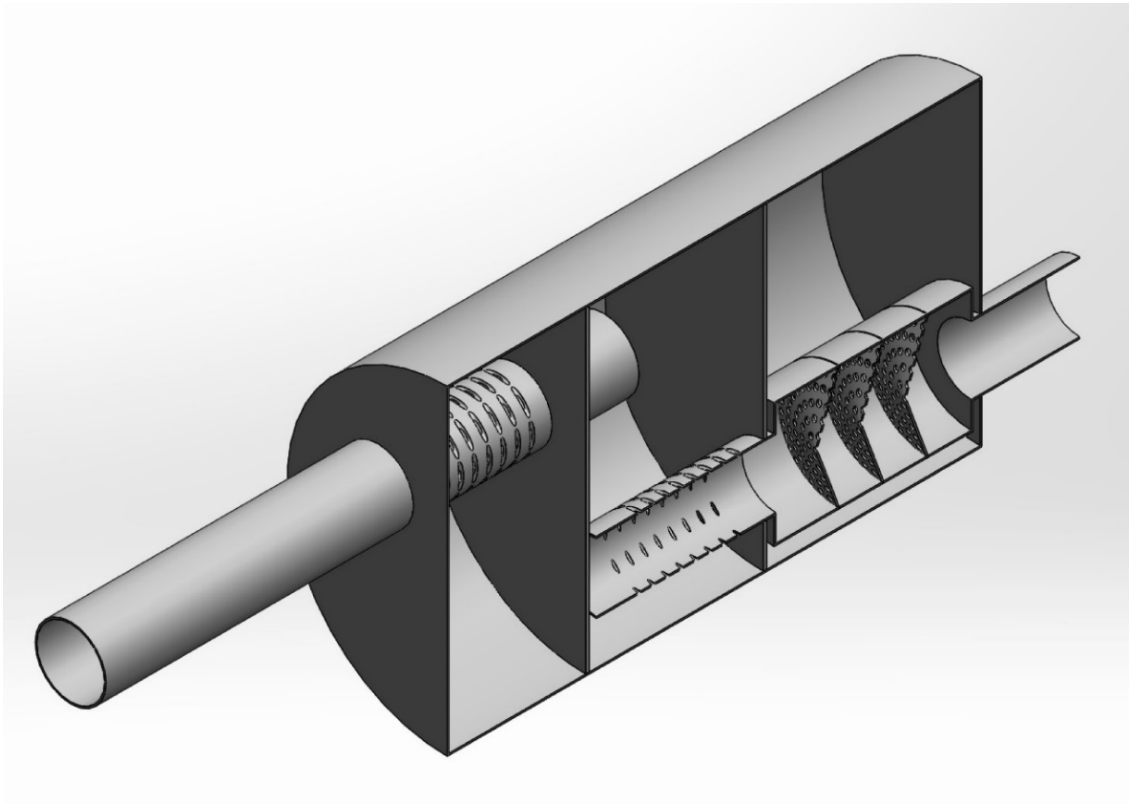


Рисунок 1 – Конструкція ГШ, розроблена в середовищі SolidWorks

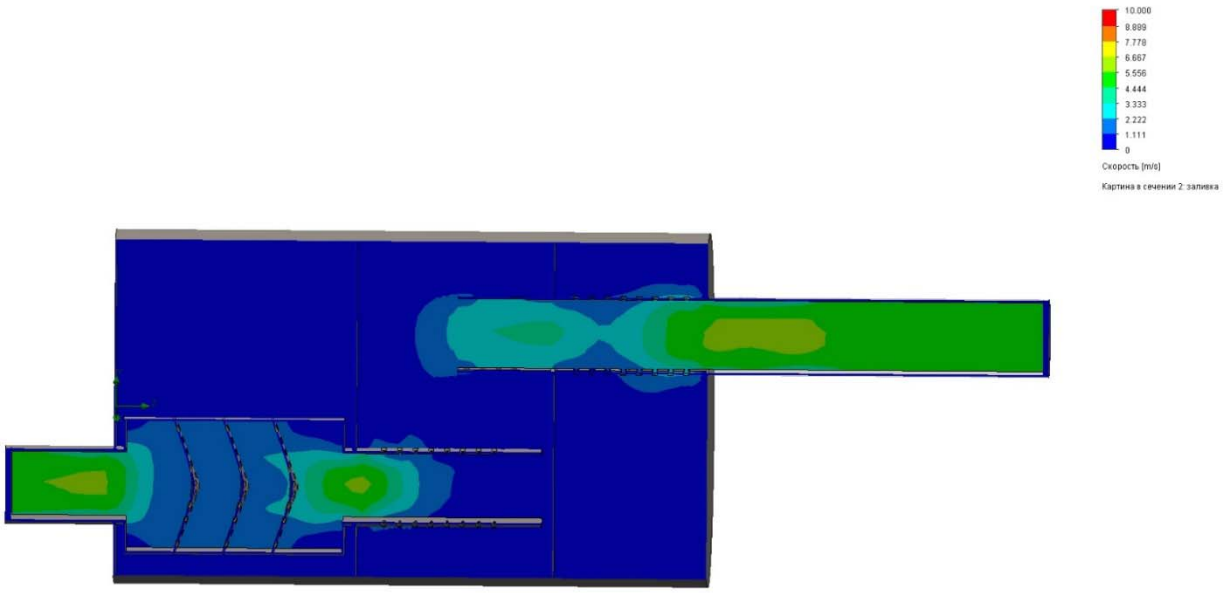


Рисунок 2 – Швидкість потоку 10 м/с

Аналіз картини течії вихлопних газів призводить до наступних основних висновків: - картина течії характеризується украй нерівномірним розподілом газодинамічних параметрів усередині камери глушника, істотними пульсаціями давленийи швидкостей потоку, як в наслідок турбулентного характеру течії усередині камери, так і нестаціонарній потоку газу на вході в глушник, що призводить до високого рівня вібрацій конструкції; - течія газу усередині камери підлягає обов'язковій частковій лінеаризації.

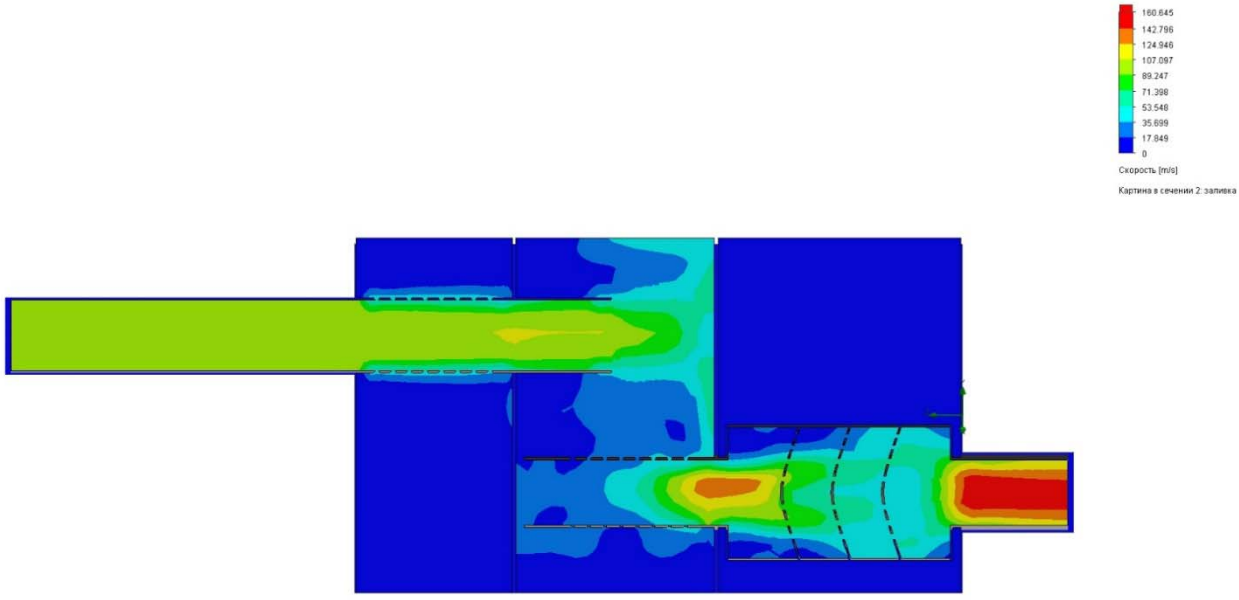


Рисунок 3 – Швидкість потоку 100 м/с

ЛІТЕРАТУРА

1. Правила ЕЭК ООН N 51 (измерения автомобильного шума).
2. ГОСТ Р 51616-2000 Автомобильные транспортные средства. Шум внутренний. Допустимые уровни и методы испытаний.
3. Белоцерковский С. В. Автомобильные глушители: современные требования, тенденции развития, методы расчета и испытаний / С. В. Белоцерковский, В. Е. Тольский // Техническая акустика. – Т. 1, № 1. – М.: ГНЦ НАМИ, 2001. – С. 41–48.

4. Федоров В. В. Покращення екологічних показників автотранспортних засобів за рахунок зменшення їх рівня зовнішнього шуму: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук / В. В. Федоров. – Київ, 2004. – 18 с.
5. Комкин А.И. Разработка современных методов расчета и проектирования автомобильных глушителей шума с требуемыми характеристиками: автореф. дис. … д-ра т.н. / Комкин Александр Иванович; Балтийский ГТУ им. Д.Ф. Устинова. – Санкт-Петербург, 2012. – 47 с.
6. Sham Tickoo. SolidWorks for designers / Sham Tickoo. – CADCIM Technologies. – 2004. – 768 p.
7. Flow simulation tutorial. – CADCIM Technologies. – 2009. – 244 p.
8. Комкин А.И., Аграфонова А.А. Исследование излучения шума выпуска автомобиля методом конечных элементов // Безопасность в техносфере. – 2010. – №5. – стр. 17- 22.

УДК 683.03

КОМПОНОВКА АВТОПОЇЗДА ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Зінько Р.В., Смерека Н.С., Гусак С.С.
Національний університет «Львівська політехніка»

Інтенсивний розвиток інформаційних (локальних і глобальних електронних мереж, мультимедійних засобів) і комп'ютерних технологій виявляє зміну форми і змісту дизайн-проектування транспортних засобів (ТЗ) [1-3]. Ці технології забезпечують електронне моделювання об'єкту дизайну. Впровадження комп'ютерних технологій в процес створення ТЗ призводить до збільшення якості продукції (точність виготовлення), зменшенню терміну від перших задумів дизайнера до першої сертифікованої партії виробів і швидкої зміни номенклатури (важливі аспекти в сучасній економіці).

Створення військової техніки, зокрема джипів, є актуальним завданням. Ці автомобілі застосовуються у багатьох сферах господарювання і затребувані Збройними Силами України.

Розробка ТЗ ведеться по трьох основних напрямах [4]. Перший напрям можна охарактеризувати як класичне, або «підхід фірми Mercedes Benz», коли досить велика програма армійських автомобілів повністю або в основному базується на серійній громадянській продукції. В цьому випадку військові джипи, як інші армійські автомобілі є допрацьованими варіантами транспортних засобів, використовуваних в різних галузях господарства. Причому глибина доопрацювання може бути різною, а деякі зразки можуть застосовуватися в армії без всяких переробок або модернізації.

Другий напрям можна охарактеризувати як раціональне, або «підхід фірми MAN», коли основною метою створення сімейства багатоцільових автомобілів до якого входять і військові джипи, є рішення військових завдань, але автомобілі технічно виконані так, що затребувані в різних галузях господарства і охоче купуються для цивільних потреб.

Третій підхід можна охарактеризувати як армійський, або «підхід американських розробників», коли джипи та інші автомобілі розробляються безпосередньо для вирішення конкретних військових завдань, є найбільш ефективними з військової точки зору, а в інших галузях господарства можуть бути застосовані епізодично, для вирішення спеціальних завдань, а також в якості ексклюзивного і престижного цивільного транспортного засобу.

Дизайн кузова і компоновки автопоїзда військового призначення представлений на рис.1 і складається з трьох основних частин: кабіна, кузов і причеп. Двигун у ньому

знаходиться у кабіні. Привод здійснюється на чотири широкі колеса з грунтозачепами. В результаті розрахунковий питомий тиск на грунт не перевищує 0,02 МПа. Можливий варіант активного приводу причепа. Тоді поворотно-зчіпний механізм (ПЗП) буде одним із головних елементів конструкції. В його склад входять карданна передача, завдяки якій момент від двигуна передається у другу ланку, і гідравлічні циліндри, завдяки яким транспортний засіб повертає і долає перешкоди. З їх допомогою автопоїзд може складатись в горизонтальних і вертикальних площинах, а при блокуванні ПЗП перетворюється в суцільну 7-ми метрову машину.

Таким чином, даний транспортний засіб завдяки своїм якостям і багатофункціональності може використовуватись для роботи у важких умовах, в тому числі у лісах, і навіть пустелях [5,6]. Сфера використання таких автомобілів: МНС, міністерство оборони, геологи, нафто-, газодобувні і переробні компанії, заповідники, підприємства гірничодобувної і лісової промисловості та інше.

На дизайнерську проробку зовнішнього вигляду цих транспортних засобів дотепер не звертали достатньої уваги, оскільки фірми, які виготовляють їх, по-перше,занадто малі і не мають достатньо засобів і сил на це; по-друге, мають обмежений вибір матеріалів; і по-третє, існує думка, що немає необхідності займатися розробкою екстер'єру такого транспортного засобу, який їздить в глушині і його ніхто не бачить [7].



Рисунок 1 – Дизайн кузова військового джипа

В запропонованому варіанті кабіна має потужний силует з сильно нахиленим лобовим склом. Цього вдалось досягнути за рахунок особливої компоновки (рис. 2): розміщеного спереду під капотом відділення з двигуном та іншими агрегатами; кузова (або пасажирського салону), в якому є радіатор і кондиціонер, який знаходиться в задній частині салону. Такий силует надає джипові естетично приємний зовнішній вигляд.

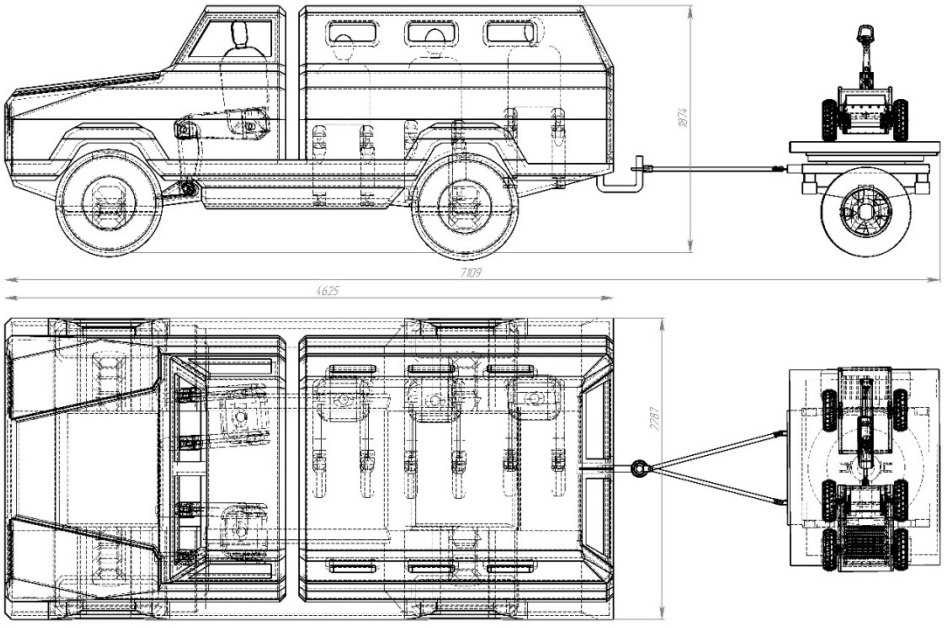


Рисунок 2 – Компоновка кузова військового джипа

Вузькі виступи-підніжки (рис. 3), розміщені по бокам кожної з ланок, мають однакову ширину і, крім того, що забезпечують велику жорсткість конструкції, також візуально об'єднує дві ланки і утворює суцільну конструкцію. Цьому також сприяють і широкі виступи, які проходять крізь середини ланок і мають однакову ширину, яка підкреслює загальний стиль об'єкту.

Носова частина передньої ланки-кабіни значно виступає вперед і має від'ємний кут нахилу. За рахунок додаткових виступів в центральній частині (вертикальних «бамперів») джип, використовуючи ці «бампери» в якості направляючих, зможе долати перешкоди набагато вищі за ті, на які він міг би заїхати лише за допомогою коліс.



Рисунок 3 – Використання вузьких виступів-підніжок кузова

Між цими виступаючими «бамперами» розміщений відсік з лебідкою, яка в змозі витягнути даний транспортний засіб або будь-який інший, який потрапив у безвихідне становище.

Передбачено можливість знімання капоту і крил для ремонту двигуна. Для проведення цих робіт з центрального об'єму під відсіком для лебідки може бути висунута спеціальна підніжка, на яку людина може встати, щоб їй було легше працювати.

Зверху до дверей прикріплена труба, за яку людина може триматися при екстреній евакуації з транспортного засобу через аварійний люк в центрі даху.

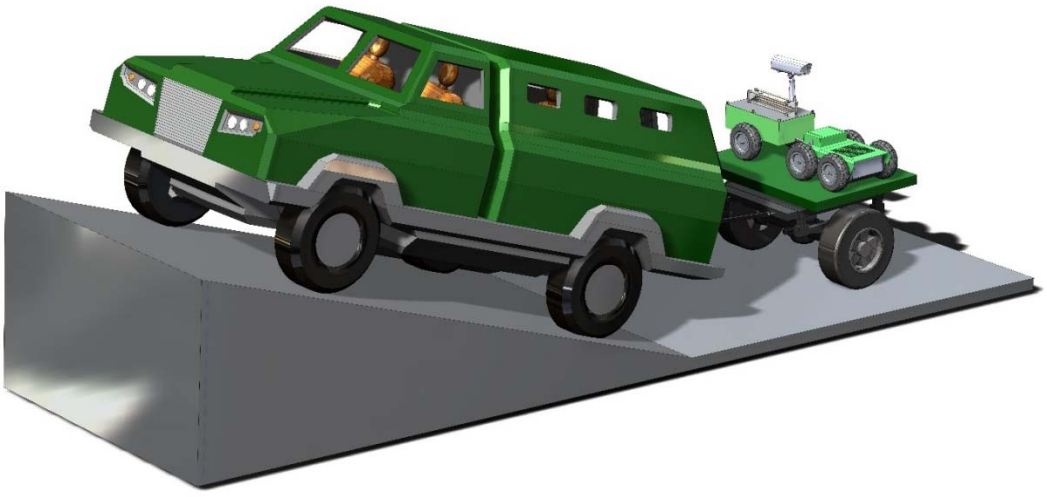


Рисунок 4 – Обвіс коліс кузова

Обвіс коліс (рис. 4) виконаний таким чином, що він не тільки захищає основні елементи ходової частини і робить можливим пересування по воді, але в на висоті 450 мм і 600 мм від землі утворює підніжки, для полегшення посадки. Між двома основними

фігурними елементами «плавниками», розміщена поздовжня панель, яка робить процес посадки-висадки в салон більш безпечним. В обвіс також входять поперечні плоскі панелі, з'єднуючі «плавники» з коритом. Контури «плавників» виконані паралельно напрямку коліс, що надає джипу суцільний вигляд.

Також вищеописаний об'єм, яких знаходиться в міжланковому просторі, виконують функцію хоч і не повної, але захисту ПЗП, яке є дуже вразливим місцем дволанкових ТЗ, і його поломка веде до того, що транспортний засіб не може маневрувати і втрачає працездатність.

В салоні по центру (над колесами) над коробкою передач та іншими елементами трансмісії можна розмістити або додаткове місце для члена екіпажу, або стелаж. У відділенні з кондиціонером є вільні місця над кондиціонером, доступні з салону, в яких можна розмістити, наприклад, рацію. В місцях позаду даного відділу, по бокам від центрального виступу з водою/додатковим паливом, є два додаткових вільних відсіки.

Причеп – важлива складова для військового автопоїзда. Можна розглядати варіант причепа як транспортної платформи (рис. 5), наприклад, для транспортування мобільних роботів. Такий варіант є простим, що суттєво здешевлює вартість. Можливі опції з завантажувальним апарелями або з тентом. Тобто, маючи базову конструкцію причепа, її можна модифікувати під конкретні завдання.



Рисунок 5 – Причіп для військового джипа

Інший варіант, коли задня ланка – салон аналогічно салону джипа. Розглянемо можливий варіант її компоновки.

Спереду зверху у задньої ланки знаходиться спеціальний виділений простір з повітрозбірником для розміщеного там кондиціонера.

По боковим сторонам даху причепа знаходяться труби, за які людина може триматись, якщо знаходиться на даху і до яких можна прикріпити додатковий багаж, драбину і т.д. Для того, щоб можна було потрапити на дах, ззаду зліва і справа від входу в причеп розміщені драбини. Також на дах можна потрапити з причепа через люк.

Двері в причеп складаються з двох частин: одна піднімається вгору, друга, нижня частина, розміщена між колесами опускається вниз, утворюючи сходи для зручного входу в причеп. При закритті нижньої частини дверей автоматично відбувається герметизація, що дуже важливо, так як він знаходиться нижче ватерлінії. Верхня частина дверей має вікно.

Задні ліхтарі знаходяться внизу і зверху спеціальних об'ємів по бокам задньої панелі. Там само є і повітроводи, призначені для здійснення більш ефективної вентиляції

причепа при необхідності.

Причеп розділений на дві частини: на «багажне» і на «пасажирське» відділення. По бокам задньої частини причепа розміщені двері для доступу в багажне відділення ззовні. Також збоку розміщені і вікна для пасажирського відділення. Рівень підлоги по центрі причепа в другій ланці дозволяє людині стояти в повний зріст, на відміну від всіх відомих аналогів даного транспортного засобу.

Запропонована форма кузова джипа задовольняє всі потрібні конструкторські, ергономічні і експлуатаційні вимоги, і при цьому всьому створює естетично приємний образ такого незвичного транспортного засобу. Причеп – важлива складова для військового автопоїзда є модульної компоновки, що дозволяє змінювати його спеціалізацію відповідно до потреб.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сорокин А. Автомобильный дизайн / А. Сорокин // Наука и жизнь. – 1990. – № 5. – С. 59-64
2. Меделец Н.А. Основные формообразующие факторы создания легкового автомобиля и их взаимосвязь с технологиями и материалами / Н.А. Меделец, А.А. Грашин // Всероссийская НПК по дизайну: мат-лы / ННГАСУ. – Н. Новгород, 2014. – С. 115-117.
3. Цинман Ж.Г. Дизайн-моделирование специальных мототранспортных средств (на примере моторикши): Автореферат дис. ... канд. искусствоведения: 17.00.06 / Ж.Г. Цинман. – М.: ВНИИТЭ, 2008. – 29 с.
4. Концепция создания нового семейства многофункциональных автомобилей модульной конструкции на общей агрегатной базе / Т. Д. Дзоценидзе, М. А. Козловская, А. В. Журавлёв, А. С. Шкель, Д. А. Загарин // Технология колёсных и гусеничных машин — Technology of Wheeled and Tracked Machines. — 2015. — № 6. — С. 42–48.
5. Специализированный автомобильный транспорт сельско-хозяйственного назначения: монография / Т. Д. Дзоценидзе, С. Н. Галкин, А. Г. Левшин, М. А. Козловская, В. Н. Сорокин, П. В. Середа. — М.: НИИКА, Металлургиздат, 2013. — 368 с.
6. Дзоценидзе Т. Д., Козловская М. А., Кабанин П. А., Логинов К. Ю. Создание нового семейства трёхосных грузопассажирских автомобилей малой размерности для решения транспортных и социальных проблем сельских территорий, в том числе в горной местности (в порядке постановки задачи) // Технология колёсных и гусеничных машин — Technology of Wheeled and Tracked Machines. — 2013. — № 4. — С. 32–43.
7. Ившин К.С. Дизайн и инжиниринг транспортных средств в Удмуртской Республике: монография / К.С. Ившин, А.Р. Романов. – М.: МГХПА им. С.Г. Строгонова, 2014. – 180 с.

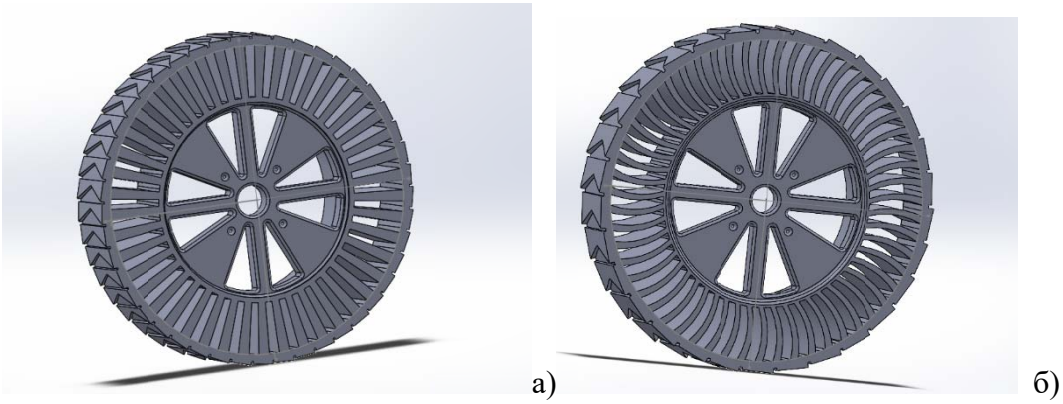
УДК 683.03

МОДЕЛЮВАННЯ БЕЗКАМЕРНИХ ШИН МЕТОДОМ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ

[1]Стець Ю.Р., [1]Зінько Р.В., [2]Стець М.Б.
[1]Національний університет «Львівська політехніка»
[2]Львівський автомобільно-дорожний коледж

Колесо з традиційною пневматичною шиною має істотний недолік: у разі втрати надмірного тиску повітря в шині рух колісної машини припиняється, а при русі машини з високою швидкістю можлива дорожньо-транспортна подія з тяжкими наслідками. Іншими недоліками пневматичної шини є складність технологічних процесів і великі енерговитрати на її утилізацію, внаслідок чого у світі скупчилося величезна кількість використаних і некондиційних автомобільних покришок. Сучасні досягнення хімії полімерів дозволяють створювати автомобільні шини нової конструкції, працездатність яких забезпечується не тиском стислого повітря, а фізико-механічними властивостями конструкційних матеріалів, наприклад, еластичних поліуретанов. Створенням безповітряних поліуретанових шин активно займаються провідні світові компанії-виробники автомобільних шин, такі, як Michelin, Amerityre, Yokohama, Bridgestone, Hankook, Resilient Technologies, Polaris.

Слід зазначити, що основні експлуатаційні властивості більшості сучасних автомобільних безповітряних шин з еластичних полімерних матеріалів практично не відрізняються від експлуатаційних властивостей традиційних гумовокордових пневматичних. Крім того, їх застосування дозволяє підвищити безпеку цивільних автомобілів і "живучість" військової автомобільної техніки, а також понизити трудомісткість обслуговування ходової частини колісних машин.



а) б)

Рисунок 1 – Конструкції безповітряних шин, розроблені в середовищі SolidWorks:
а) з радіальними шпицями; б) з гіпоїдними шпицями

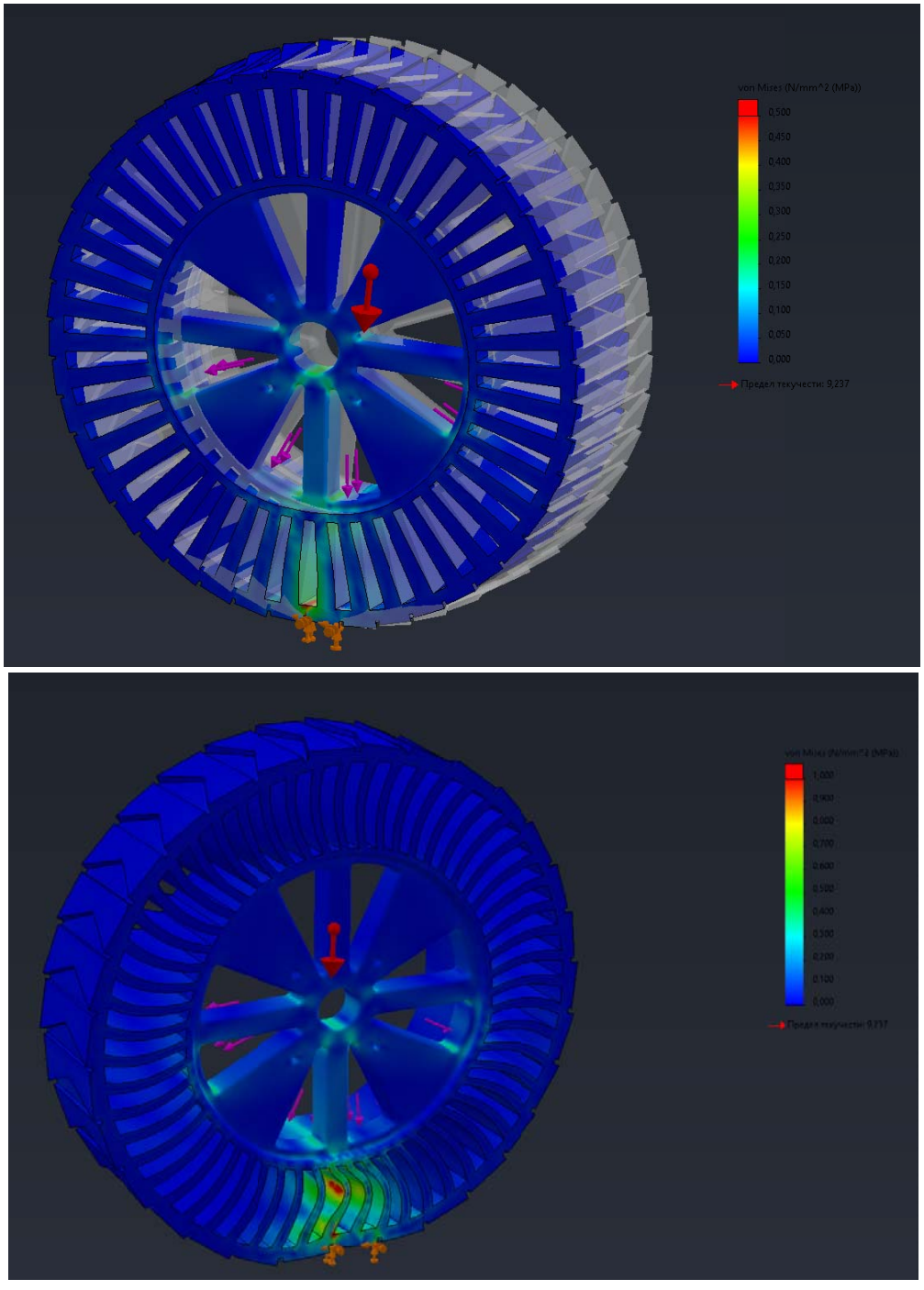
Каркас шин моделювався з радіальними і гіпоїдними (вигнутими у формі гіпоїдної кривої) шпицями. Шпиці розглядалися як балочні кінцеві елементи, що працюють на розтяг, стиск і згин. Шпиці каркаса працюють незалежно одна від одної. Для балочних кінцевих елементів вираховувалися приведені характеристики перерізів, що припадають на один шар скінчено-елементної моделі в тангенціальному напрямі.

Створена таким чином скінчено-елементні моделі шин показані на рис. 2. Ці моделі враховують наявність двох площин симетрії шини і складаються з 27531 вузла і 29907 скінчених елементів.

На рис. 2 показано деформований стан, який в масштабі відповідає повному переміщенню у вузлах скінчено-елементної моделі, а колірне розфарбовування

демонструє компоненту переміщення вузлів моделі по осі X. До моделі прикладалося вертикальне навантаження рівне 7357,5 Н.

У випадку вертикального навантаження переміщення вузлів шини по осі X не однакові в тангенціальному напрямку. Вони максимальні в області шини, яка розташована поряд з опорою. Максимальне переміщення вузлів шини по осі X складає 31,8 мм, що перевищує в 1,5 рази аналогічне значення без врахування вертикального навантаження.



а)

б)

Рисунок 2 – Вертикальне навантаження на шину і її деформація:
а) шина з радіальними шпицями; б) шина з гіпоїдними шпицями

В проведених дослідженнях для двох варіантів безкамерних шин визначалися їх характеристики при статичному вертикальному навантаженні. В подальшому планується досліджкувати властивості безкамерної шини при різних режимах руху транспортного засобу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Агейкин Я.С. Вездеходные колесные и комбинированные движители. Теория и расчет. – М.: Машиностроение, 1972. – 184 с.
2. Нашиф А., Джоунс Д., Хендерсон Д ж. Демпфирование колебаний: Пер. с англ. – М.: Мир, 1988. – 488 с.
3. J.Y.Wong. Theory of Ground Vehicles. John Wiley& Sons, 2001. 528 p.
4. Pacejka H.B. Tire and Vehicle Dynamics, Butterworth-Heinemann, Oxford, 2002.
5. J.Y. Wong. Terramechanics and Off-Road Vehicle Engineering. 2nd Edition. Butterworth-Heinemann, 2009. 488 p.
6. G. Genta, A. Genta. Road Vehicle Dynamics. Fundamentals of Modeling and Simulation. Series on Advances in Mathematics for Applied Sciences: Volume 88. World Scientific Publishing Co Pte Ltd, 2017. 996 p.
7. Liang, C., Allen, R., Rosenthal, T., Chrstos, J. et al., "Tire Modeling for Off-Road Vehicle Simulation," SAE Technical Paper 2004-01-2058, 2004. DOI: 10.4271/2004-01-2058.
8. Gipser M., FTire – the tire simulation model for all applications related to vehicle dynamics // Intl. Journal of Vehicle System Dynamics: Volume 45. 2007, pp. 139-151.

УДК 338.47:336.02

УПРАВЛІННЯ РОЗВИТКОМ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В СИСТЕМІ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ДЕРЖАВИ

Луб'яна Н.П.
Херсонський національний технічний університет

Вдале географічне розташування України у центрі Європи на перетині основних торговельних шляхів є конкурентною перевагою та має стратегічного значення для нашої держави. У період економічного відновлення України помітно посилилась увага до транспортної інфраструктури, оскільки розвиток останньої є однією з передумов стійкого розвитку національної економіки загалом. Недарма в економічній теорії транспортна інфраструктура розглядається як один з найважливіших чинників формування сучасної національної економіки та забезпечення національної безпеки майже за всіма її складовими. Водночас високий ступінь зношеності основних засобів, недостатній рівень розвитку та якості транспортної інфраструктури країни, неефективна та непрозора діяльність державних підприємств-монополістів, що її обслуговують, є джерелом ризиків та загроз, у першу чергу, економічній безпеці держави.

За міжнародними оцінками розвитку транспортної інфраструктури Україна значно відстає від інших країн світу, особливо за якістю автомобільних доріг, залізничної інфраструктури, інфраструктури повітряного транспорту та морських портів. Такі оцінки негативно впливають на рівень конкурентоспроможності транспортної інфраструктури України, що в умовах загострення конкурентної боротьбі між країнами за транспортно-логістичне домінування в регіонах (та, відповідно, економічне та політичне) призводить до стрімкого згортання обсягів транзитних вантажопотоків, які дедалі більше спрямовуються в обхід території України, загрожує перспективою остаточного витіснення національної транспортної системи з міжнародного ринку транспортних послуг.

Поряд з цим, Україна з початком гібридної війни проти неї зіткнулась із новими викликами та загрозами економічній безпеці держави внаслідок: мінування та цілеспрямованого знищення транспортної інфраструктури Донбасу (зокрема, Міжнародного аеропорту «Донецьк» ім. Сергія Прокоф'єва, мостів та залізничних колій),

захопленням п’яти українських портів у Криму, встановлення російського контролю над Керченською паромною переправою; необхідності облаштування контрольних пунктів в’їзду-виїзду на тимчасово окуповану територію України; руйнування економіки та систем життєзабезпечення на тимчасово окупованих територіях, втрати їх людського потенціалу, незаконного вивезення виробничих фондів на територію Росії.

Виходячи з цього, невід’ємною складовою структурних реформ реального сектора економіки має бути комплексне реформування транспортно-дорожнього комплексу України, та, зокрема, його важливішої складової - транспортної інфраструктури. При цьому, стратегічна значущість розвитку транспортної інфраструктури в країні для економічної безпеки держави в умовах загострення зовнішніх та внутрішніх протиріч та обмеження ресурсів, вимагає від держави максимального використання міжнародного досвіду щодо реформування цієї сфери та застосування нестандартних стратегічних рішень.

Національні інтереси в економічній сфері відображають потреби українського народу у належних умовах для життєдіяльності, досягнення якісного рівня життя та соціально-культурного розвитку, балансу економічних інтересів особи, суспільства і держави. Їхня пріоритетність визначається з урахуванням ресурсного, наукового і виробничого потенціалів країни, розвитку її економіки, а також зовнішньоекономічної ситуації та визначених стратегічних орієнтирів соціально-економічного поступу України.

Економічна наука приділяє особливу увагу економічним інтересам. Економічні інтереси визначаються місцем людей в економічній системі. Оскільки вона формується в процесі взаємодії продуктивних сил, техніко - економічних, організаційно-економічних та виробничих відносин (або відносин економічної власності) і господарського механізму, ступінь розвитку кожної з цих підсистем визначає рівень розвитку економічних інтересів, які органічно взаємопов’язані з економічними законами. Зведена таблиця найбільш уживаних тлумачень категорії «інтереси» наведена нижче (табл. 1).

Таблиця 1 – Визначення категорії «інтерес» різними науковими напрямками

Науковий напрям	Зміст визначення
Філософський	1. Реальна причина соціальних дій, подій, здійснень, яка стоїть безпосередньо за спонуканнями (мотивами, помислами, ідеями і т.д.) індивідів, що беруть участь у цих діях, соціальних груп, класів; 2. участь, прийнята людиною в якій-небудь події або факті, викликана як властивістю факту, так і схильностями самої людини.
Юридичний	1. Вигода або користь окремої особи або сукупності осіб, що протиставляється вигоді і користі інших осіб; 2. масштаб для визначення розміру винагороди за шкоду і збитки, заподіювані правопорушеннями; 3. вигода від володіння тим або іншим порушеним правом, що оцінена стосовно до даної особи; 4. головний стимул людської діяльності
Педагогічний	Прагнення до пізнання об’єкта або явища, до оволодіння тим або іншим видом діяльності

Психологічний	1. Емоційний стан, пов'язаний зі здійсненням пізнавальної діяльності, що характеризується спонукальністю цієї діяльності; 2. форма прояву пізнавальної потреби, що забезпечує спрямованість особистості на усвідомлення цілей діяльності і тим самим сприятливому орієнтуванню, ознайомленню з новими фактами, більш повному і глибокому відображенню дійсності; 3. особливий когнітивний мотиваційний стан пізнавального характеру, що, як правило, прямо не пов'язаний з якою-небудь однією центральною в даний момент часу потребою; 4. мотив, що сприяє орієнтуванню в якій-небудь області, ознайомленню з новими фактами, більш повному і глибокому відображенню дійсності; 5. позитивний емоційний тон, що здобуває процес пізнання, у бажанні глибше ознайомитися з об'єктом, довідатися про нього ще більше, зрозуміти його.
Мотиваційний менеджмент	Емоціональні прояви пізнавальних потреб людини
Економічний	1. Усвідомлені економічні потреби окремих людей, колективів, соціальних верств і класів, об'єктивні спонукальні мотиви їх економічної діяльності, зумовлені розвитком їх потреб, місцем у систем суспільного поділу праці, еволюцією відносин економічної власності та управління нею; 2. усвідомлені потреби (умови) існування різних суб'єктів господарювання; 3. сталоспрямований спонукальний мотив діяльності, забарвлений емоційно - ціннісним відношенням

Їх аналіз дозволяє сформулювати узагальнене визначення категорії «інтереси» як сталого цілеспрямованого прагнення суб'єкта (індивіда, групи, держави) щодо якісного та своєчасного задоволення власних потреб, що обумовлює його поведінку, існує об'єктивно в його внутрішньому середовищі, проте формується під впливом як внутрішніх так і зовнішніх факторів. (табл. 2)

Таблиця 2 – Підходи до визначення поняття «транспортна інфраструктура»

Підхід до	Зміст визначення	Особливість
Організаційно - правовий підхід	Транспортна інфраструктура - це система організацій, що забезпечують взаємозв'язки між структурними елементами товарних ринків і сприяють вільному руху товарів, безперервному відтворювальному процесу й безперебійному функціонуванню сфер кінцевого споживання.	Підкреслення основного призначення транспортної інфраструктури - забезпечення ефективних зв'язків між суб'єктами виробничих відносин.
Діяльністний підхід	Транспортна інфраструктура - це специфічна діяльність з виробництва транспортних послуг	Розгляд з точки зору специфіки діяльності.

Інституціональний підхід	Транспортна інфраструктура - це комплекс інститутів, тобто суб'єктів економіки, що забезпечують нормальне, безперервне функціонування транспортного об'єднання виробників.	Виявлення загальних закономірностей розвитку транспортної інфраструктури, що існують як за умов розвиненої національної економіки, так і в період формування нових (посткризових) відносин.
Логістичний підхід	Транспортна інфраструктура - це адаптивна система зі зворотним зв'язком, що формує й організує транспортні потоки товарів і послуг на основі транспортної моделі, оптимально формуючий управляючи транспортною інфраструктурою.	Розгляд функціонування транспортної інфраструктури як адаптивної системи зі зворотним зв'язком.
Комплексний підхід	Транспортна інфраструктура відображає сукупність економічних відносин в національній економіці, що забезпечують формування й використання транспортно – економічних зв'язків між суб'єктами господарювання для безперебійного руху пасажиро - і вантажопотоків, а також надання комплексу супровідних послуг, що в сукупності сприяє відтворенню елементів національної економіки [210].	Подвійність сутності транспортної інфраструктури як економічної категорії: як певного виду діяльності та як певних економічних відносин.
Безпекоорієнтований підхід	Транспортна інфраструктура - це складова частина єдиної транспортної системи, що забезпечує умови її функціонування, завдяки чому створює зміцнення економічної безпеки держави (завдяки забезпеченню реалізації національних економічних інтересів) та гарантує спроможність держави до превентивного захисту від ризиків та загроз у транспортній сфері на національному та міжнародному рівні.	Розгляд транспортної інфраструктури з точки зору джерела можливостей зміцнення економічної безпеки та інструменту нейтралізації загроз.

Аналіз підходів, що існують в економічній науці до проблеми економічних інтересів і можливості їхнього раціонального узгодження, показав, що вже на своїй початковій, «політекономічній», стадії економічна теорія звернулася до ідеї ринку як природного середовища щодо ефективного сполучення різноспрямованих інтересів.

На початку 1990-х рр. в Україні під транспортною інфраструктурою стали розуміти комплекс сфер діяльності, що обслуговують ринок, необхідних для переходу економіки до розвинених ринкових відносин. Разом з тим, при визначенні нових економічних законів, понять та категорій в сучасній вітчизняній економічній енциклопедичній літературі наводиться така класифікація інфраструктури - інноваційна, міжнародна, у тому числі виробнича, ринкова та соціальна, тобто без окремого визначення транспортної

інфраструктури (вона віднесена до елементів виробничої інфраструктури у складі міжнародної), що на наш погляд є певним упущенням та потребує доопрацювання і уточнення в подальшому.

У сучасній економічній літературі термін «транспортна інфраструктура» трактується в трьох аспектах.

Перший - під транспортною інфраструктурою мається на увазі сукупність галузей і сфер діяльності, головне завдання яких зводиться до доведення товарів від виробників до споживачів.

Другий - транспортна інфраструктура розглядається як комплекс підприємств, установ, організацій для обслуговування процесів обміну й руху товарів.

Третій аспект - транспортна інфраструктура визначається як сукупність технічних засобів і устаткування, що забезпечують транспортні процеси.

Отже, на-сьогодні, серед вітчизняних науковців відсутня єдність поглядів на зміст категорії «транспортна інфраструктура».

Транспортна інфраструктура має бути адекватна і відбивати рівень розвитку виробництва на кожному етапі еволюції суспільства. Сучасна економіка вимагає наявності потужних транспортно-складських комплексів, високоефективних засобів та механізмів транспортної інфраструктури. Порівняння стану транспортної інфраструктури України з іншими країнами світу свідчить про низькій рівень її розвитку.

Відповідно Індексу глобальної конкурентоспроможності (Global Competitiveness Index) за якістю інфраструктури Україна зайняла 81 місце серед 137 країн світу, в тому числі, за складовими: якість транспортної інфраструктури в цілому - 88 місце; якість автомобільних доріг - 130 місце; якість залізничної інфраструктури - 37 місце; якість інфраструктури повітряного транспорту - 92 місце; якість інфраструктури портів - 93 місце.

Висновки

1. Перебуваючи в тісній економічній взаємодії з усіма елементами транспортної системи, транспортна інфраструктура є ключовою умовою розвитку всіх суб'єктів господарювання та економіки в цілому. Транспортна інфраструктура має бути адекватна і відбивати рівень розвитку виробництва на кожному етапі еволюції суспільства. Сучасна економіка вимагає наявності потужних транспортно-складських комплексів, високоефективних засобів та механізмів транспортної інфраструктури. Порівняння стану транспортної інфраструктури України з іншими країнами світу свідчить про низькій рівень її розвитку.

2. Створивши сприятливе законодавство, податкові стимули, екологічно орієнтовані тендерні процедури, систему моніторингу та аналізу даних, Україна має всі шанси зробити національну транспортну галузь та транспортну інфраструктуру такими, що відповідатимуть вимогам XXI сторіччя

ЛІТЕРАТУРА

1. Державна цільова економічна програма розвитку автомобільних доріг загального користування державного значення на 2018-2022 роки, затверджена Постановою Кабінету Міністрів України від 21 березня 2018 року № 696.- [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://www.kmu.gov.ua/ua/news/derzhavna-cilova-ekonomichna-programa- rozvitku-avtomobilnih-dorig-zagalnogo-koristuvannya-derzhavnogo-znachennya- na-2018-2022-roki.

3. Стратегія національної безпеки України, затверджена Указом Президента України від 26 травня 2015 року № 287/2015.

4. Бакаев А.А. Имитационные модели в экономике / А. А. Бакаев, И.И. Костина, А. В. Яровищина. – К.: Наук. Думка, 1978. – 302 с.

5. Бакаев А. Экономико-математические модели планирования и проектирования транспортных систем / А. Бакаев.- К.: Наук. думка, 1973. - 254 с.

УДК 656.02

ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ МІСТ

Луб'яний П.В., Шех Ю.О.
Херсонський національний технічний університет

В даний час пасажирські перевезення – це одна з найважливіших ланок господарства. Організація перевезень пасажирів міським транспортом має велике значення в розвитку і функціонуванні будь-якого міста. Основними задачами організації перевезень є: мінімальні витрати часу на проїзд, високий рівень комфорту, а також максимальний рівень безпеки пасажирів. Організація і планування пасажирських перевезень виступає як система діючих заходів, що сприяє їх впорядкованістю та підвищенню якості. Подальший їх розвиток і удосконалення потребує підготовки кваліфікованих кадрів, що володіють прогресивними методами організації, планування, виконання, обліку та аналізу процесу перевезень. Не дивлячись на значні обсяги перевезень, досягнуті кількісні та якісні показники не співпадають з його можливостями. Не повністю задовольняються потреби населення в перевезеннях, а самі перевезення потребують більш удосконалених форм організації.

Обсяги пасажирських перевезень усіма видами громадського транспорту в Україні впродовж останніх 30 років суттєво зменшились, що обумовлено як економічними факторами, так і понад 15-кратним збільшенням парку власних легкових автомобілів. Однак питома частина автобусних перевезень зросла. Автобуси є єдиним громадським транспортом для 412 з 461 міст України та понад 96% сільських населених пунктів.

Якщо розглянути зв'язки елементів транспортної системи автомобільного транспорту (АТ) можливо прийти до висновку, що вони мають взаємну залежність. На першому місці економіка країни і (ВВП). Від ВВП на душу населення безпосередньо статистично у світі залежить питома кількість автомобілів в країні. Від ВВП залежить кількість дорожньо-транспортних пригод (ДТП) в Україні і, відповідно, збитки від них. Від ВВП залежать: обсяги перевезень, якісні дороги, платіжна спроможність громадян і тарифи, віковий, інноваційний і технічний стан транспортного парку, рішучість влади щодо наведення порядку і законності у бізнесі, наповнення бюджету і соціальних фондів, дорожня і екологічна безпека, енергозаощадження, якість послуг, задоволеність громадян, потреба в сучасних транспортних засобах (ТЗ), у науковій діяльності. Зворотній зв'язок: для того, щоб підняти економіку і ВВП необхідна, зокрема, ефективна робота системи АТ, який є частиною цієї економіки.

Необхідне прогнозування, організаційні та регуляторні заходи для підвищення ефективності галузі, з урахуванням усіх факторів, що впливають на ефективність. Мабуть не потрібно удосконалювати АТ ні в політиці, ні в дисертаціях, а потрібно створювати нову систему, враховуючи її сьогоднішній стан та наявність елементів системи, що довели свою ефективність у провідних країнах.

Головні проблеми з транспортними потоками це корупція і те, що ними цікавляться коли вони починають зупинятись. Що ефективніше для суспільства змінити політику містобудування і реконструкції, чи закуповувати ешелони нафтопродуктів, ТЗ, ліків для постраждалих в ДТП і від забруднення, оскільки від твердих часток, що викидає АТ в атмосферу гине, наприклад у ЄС, у 7 разів більше людей, ніж в ДТП.

Оскільки однією проблемою визначено корупцію, почнемо з неї. Є два варіанти.

Перший: все відпустити і маршрути, і тарифи, і правила, і інспекцію. Досвід показує – буде мала громадянська війна: між перевізниками (автобуси палять регулярно), між кланами, між водіями і пасажирами.

Другий варіант: ринкова економіка мабуть вимагає і перевіреного на практиці ринкового законодавства. Перший Закон «Про автомобільний транспорт» народжувався в пострадянських умовах в ДержавтотрансНДІпроекті за участю народних депутатів. До другого закону про АТ долучились бізнесмени та чиновники. Суть – політика поступок та компромісів. Третій Закон «покращував» попередній і враховував дещо з законодавства ЄС, але тільки те що подобалось операторам перевезень.

Прогнозовані результати: концентрація і монополізація, причому не в окремому місті а у всій країні і через 5-7 років буде один перевізник, і це буде не державне керування.

Ситуацію ускладнює структура цього бізнесу. Фірмі різних форм власності складають 10863 перевізника пасажирів автобусами, з яких 81,2 % мають від 1 до 5 автобусів, 8,2 % від 6 до 10. Кількість перевізників зросла в 16,6 рази у порівнянні з 1994 роком. Кількість маршрутів – 73370, з них: міжобласних маршрутів – 31631, внутрішньо обласних – 13100, міських – 22380.

Найбільша шкода для суспільства, зокрема на АТ, – невиконання законодавства, всіма – державою, перевізниками, водіями, бізнесом, органами контролю.

Адже до основних проблем громадського транспорту можна віднесемо такі:

- корупція;
- інфляція;
- вартість транспортних засобів та пального;
- кредити;
- пільговики;
- незадовільний стан доріг.

Похідні проблеми:

- нелегальні перевезення і нездорова конкуренція;
- непрозора тарифна політика та оподаткування;
- застарілий автобусний парк;
- стихійність «організація» перевезень;
- сільські перевезення;
- висока аварійність.

Методи і технології формування маршрутної мережі і транспортного обслуговування, що застосовуються в розвинених країнах, не зовсім можуть бути ефективними в країні де основною проблемою АТ є корупція. Без вивчення та задіяння ефективних засобів проти корупції на АТ він не зможе стати ефективним, якісним і безпечним.

На даний час при міських пасажирських перевезеннях основну роль при формуванні маршрутів руху і тарифів на перевезення пасажирів відіграють фірми перевізники, хоч керувати цим процесом повинно Управління транспортної, дорожньої інфраструктури і зв'язку Департаменту міського господарства міської ради.

В зв'язку з цим виникають негативні ситуації, а саме:

- не контрольованість якості надання послуг по перевезенню пасажирів;
- недодержання розкладу руху;
- зменшення часу роботи на маршрутах;
- невідповідність транспортних засобів паспорту маршруту і вимог Правил надання послуг пасажирського автомобільного транспорту;
- неконтрольованість отриманих коштів за надання послуг по перевезенню пасажирів.

Крім цього неконтрольованість приводить до необґрунтованої кількості дубльованих маршрутів - а це збільшення транспортних засобів, що приводить до погіршення організації дорожнього руху і екологічної обстановки в місті

Для здійснення контролю за процесом перевезень пасажирів в містах пропонується змінити рух фінансових потоків. Всі кошти за продаж квитків або оплати за проїзд повинні поступати на рахунок Управління транспортної, дорожньої інфраструктури і

зв'язку міської ради Департаменту міського господарства або іншої структури підпорядкованої Міській раді (надалі Управління). (Рис.1)

Управління має заключити договір на право перевезень на маршрутах, які розроблені Управлінням, в яких повинні чітко оговорені графіки руху, розклад руху, схема маршруту, час роботи на маршруті, кількість і пасажиромісткість транспортних засобів, тарифи на проїзд, а також всі фінансові взаємовідношення між перевізниками і Управлінням. Подобна схема дасть змогу керувати фірмами перевізниками не тільки організаційно, а і фінансово.

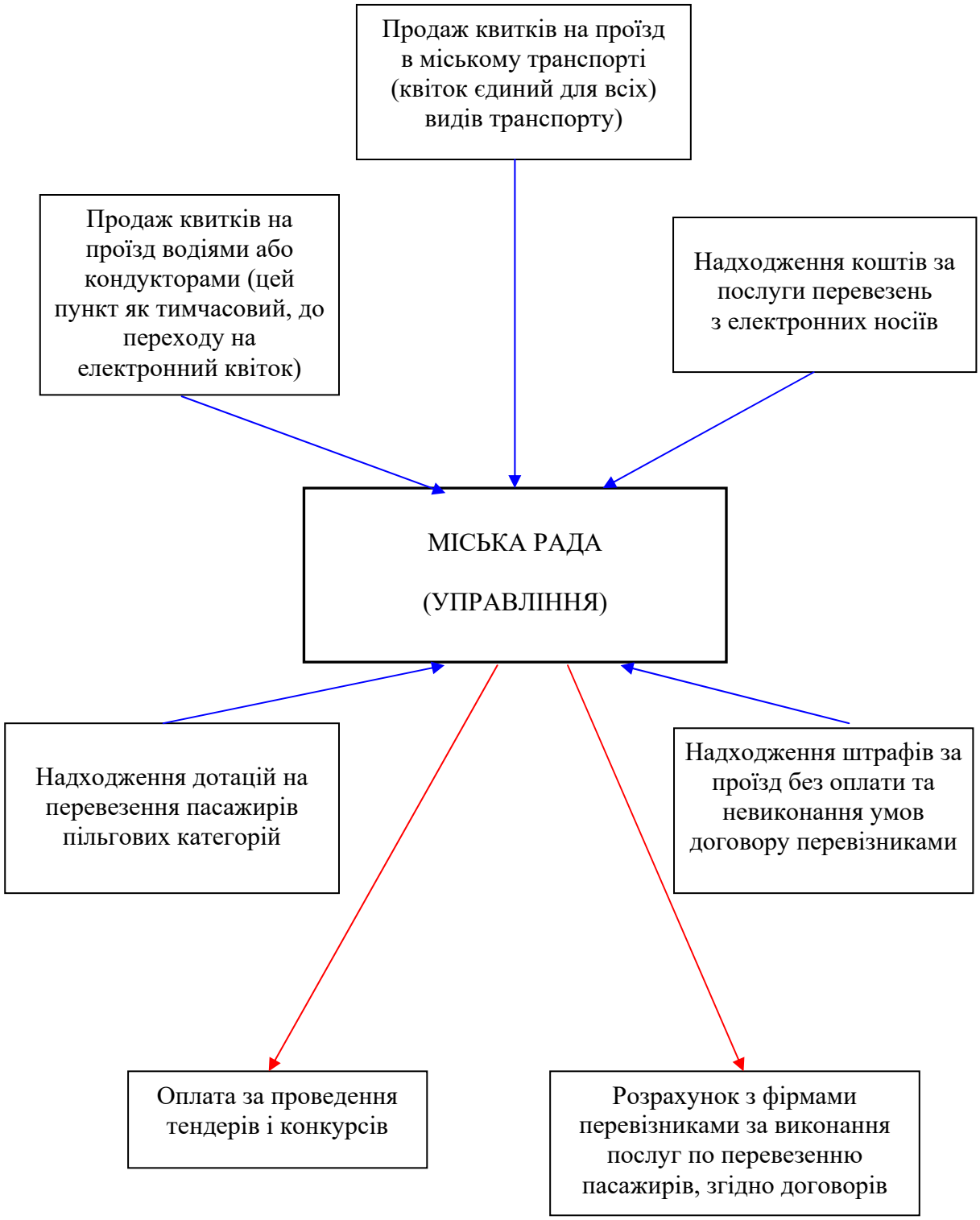


Рисунок 1 – Модель руху фінансових потоків при виконанні послуг по перевезенню пасажирів

Висновки. Концентрація коштів отриманих від надання послуг по перевезенню пасажирів в містах повинна бути зосереджена в одній установі, як приклад приймалося Управління транспортної, дорожньої інфраструктури і зв'язку Департаменту міського господарства міської ради. Це дасть змогу майже повністю керувати процесом перевезень мешканців міст транспортом загального користування, незалежно від власності, згідно Правил надання послуг пасажирського автомобільного транспорту (Постанова Кабінету Міністрів України від 18.02.1997 р. № 176, с доповненнями від 28.07.2021 р.).

А також скоротити кількість транспортних засобів в містах (транспортна робота залишиться без змін) за рахунок перестановки транспортних засобів різних маршрутів і фірм перевізників в години пік і максимально скороченню кількості дубльованих маршрутів, які виконують різні фірми перевізники.

ЛІТЕРАТУРА

1. Голованенко С.Л., Крамаренко И.Г., Перфильев В.В., Сословский В.Г. Организация перевозок пассажиров автомобильным транспортом. – К.: Техника, 1981. - 167 с.
2. Гудков В.А., Миротин Л.Б., Вельможин А.В., Ширяев С.А. / Пассажирские автомобильные перевозки. Под ред. В.А. Гудкова. - М.: Горячая линия – Телеком, 2004. - 448 с.
3. Правила надання послуг пасажирського автомобільного транспорту. Кабінет Міністрів України; Постанова від 18.02.1997 № 176 (Редакція станом на 03.08.2021). zakon.rada.gov.ua.

УДК 656.11

ДОСЛІДЖЕННЯ ГРАНИЧНОГО ЧАСОВОГО ІНТЕРВАЛУ ПРИ ВИЇЗДІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З ПРИЛЕГЛИХ ТЕРИТОРІЙ

Любий Є.В., Бєлецька О.М.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Вступ. Однією з основних складових затримки транспортних засобів при виїзді з прилеглих територій є граничний часовий інтервал між автомобілями в потоці на головному напрямку, за якого будь-який автомобіль, що очікує здійснення маневру при виїзді з прилеглих територій, може здійснити маневр повороту праворуч або ліворуч [1-3]. Отримати інформацію, на основі якої існує можливість встановлення об'єктивного (точного) значення граничного часового інтервалу, можна за рахунок проведення натурних спостережень за діями водіїв при здійсненні маневрів повороту ліворуч і праворуч при виїзді з прилеглих територій, з подальшою статистичною обробкою цих даних.

Постановка задачі. В якості об'єкта для проведення натурних спостережень за рухом транспортних засобів обрано виїзд з прилеглих прибудинкових територій по вул. Академіка Заболотного між вулицями Академіка Сахарова та Семена Палія в місті Одесі [3]. За рахунок відеофіксації руху транспортних засобів на обраній ділянці транспортної мережі зібрано інформацію, яка необхідна для визначення значень граничного часового інтервалу в залежності від періоду доби. Слід відзначити, що найбільш трудомісткою частиною на даному етапі виконання дослідження є обробка результатів натурних спостережень, а саме визначення значень прийнятих і відхилених водіями часових інтервалів для здійснення маневрів повороту ліворуч і праворуч при виїзді з прилеглої території.

Результати дослідження. В результаті обробки даних натурних спостережень за рухом транспортних засобів при виїзді виїзд з прилеглих прибудинкових територій по вул. Академіка Заболотного між вулицями Академіка Сахарова та Семена Палія в місті Одесі отримано два масиви даних для проведення статистичного аналізу, що характеризують ранковий (7:30-8:30) та вечірній (18:00-19:00) «пікові» періоди та розрізняються за маневрами, що виконуються. За даними натурних спостережень отримано 333 значення прийнятого часового інтервалу для маневру повороту праворуч та 116 значень для маневру повороту ліворуч. Ці дані є вихідною інформацією для визначення виду та параметрів закону розподілу прийнятих водіями часових інтервалів при виїзді з прилеглої території та в подальшому будуть використані для встановлення значень граничного часового інтервалу. Результати визначення виду закону прийнятих водіями часових інтервалів при виїзді з прилеглої території наведені на рисунках 1, 2. Встановлено, що розподіл прийнятих часових інтервалі при здійсненні маневрів повороту ліворуч і праворуч при виїзді транспортних засобів з прилеглої території відповідає логнормальному закону з достатньо високою імовірністю (таблиця 1). Слід відзначити, що отримані результати корелюються з результатами закордонних досліджень за відповідною тематикою [4-6].

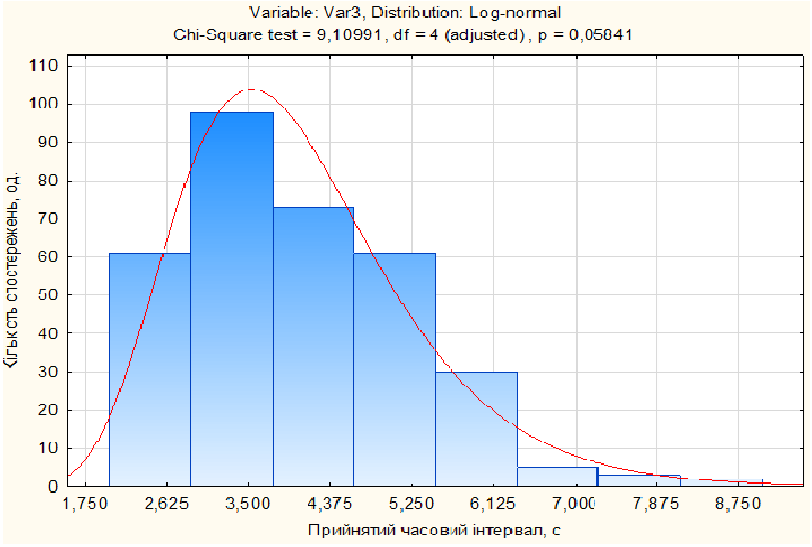


Рисунок 1 – Розподіл прийнятих водіями часових інтервалів при здійсненні маневру повороту праворуч при виїзді з прилеглої території

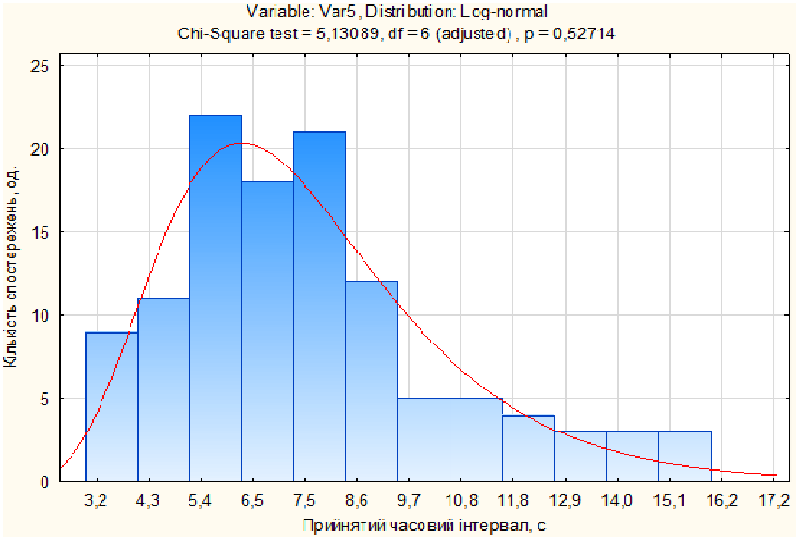


Рисунок 2 – Розподіл прийнятих водіями часових інтервалів при здійсненні маневру повороту ліворуч при виїзді з прилеглої території

У вітчизняних і закордонних літературних джерелах представлена велика кількість підходів щодо визначення величини граничного часового інтервалу для нерегульованих перехресть [2, 4, 7-12], які можна цілком вважати аналогом об'єкту, що розглядається в даному дослідженні. Серед представлених в даних літературних джерелах підходів найбільше поширення отримав метод Раффа [9], який було взято за основу в даному дослідженні.

В рамках даного дослідження визначено граничний часовий інтервал при виїзді транспортних засобів з прилеглих прибудинкових територій по вул. Академіка Заболотного між вулицями Академіка Сахарова та Семена Палія для ранкового періоду при здійсненні маневру повороту праворуч (злиття), результати наведені на рисунку 3.

Таблиця 1 – Параметри логнормального закону розподілу прийнятих часових інтервалів при виїзді транспортних засобів з прилеглої території

Параметр	Маневр транспортного засобу при виїзді з прилеглої території:	
	поворот праворуч	поворот ліворуч
Середнє значення, с	4,04	7,63
Стандартне відхилення, с	1,49	8,13
Значення критерія Пірсона	9,11	5,13
Імовірність за критерієм Пірсона	0,058	0,527

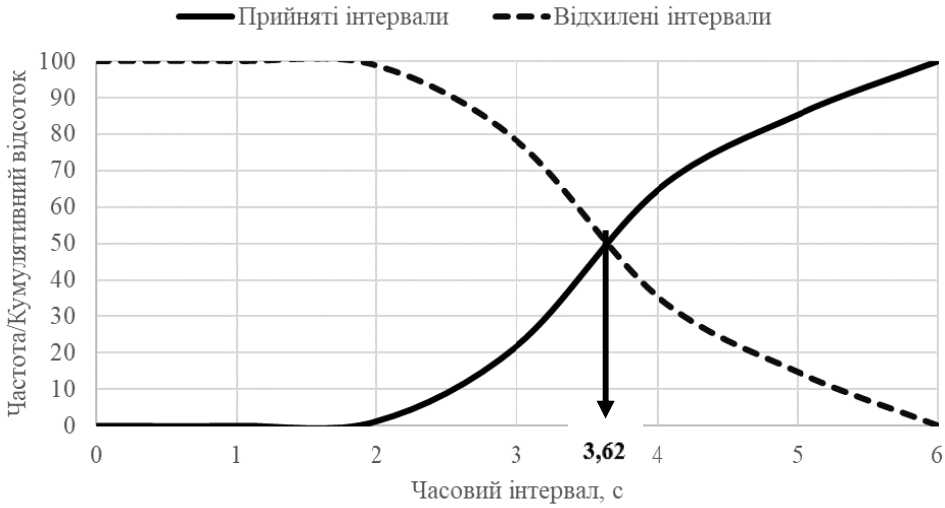


Рисунок 3 – Граничний часовий інтервал при виїзді транспортних засобів з прилеглих прибудинкових територій для ранкового періоду при здійсненні маневру повороту праворуч (злиття)

Отримане значення граничного часового інтервалу при виїзді транспортних засобів з прилеглих прибудинкових територій для ранкового періоду при здійсненні маневру повороту праворуч (злиття) становить 3,62 с, що є меншим за зазначення відповідного показника за методиками представленими [12], оскільки вони враховують додаткові параметри об'єкту дослідження, а також особливості поведінки водіїв, які характерні для таких об'єктів.

Висновки. Подальшими напрямками дослідження є визначення граничного часового інтервалу для інших періодів доби та маневрів, що виконуються водіями при виїзді з прилеглих територій, а також врахування імовірнісного характеру зміни величини часового інтервалу для уточнення підходу [13, 14] щодо визначення затримок транспортних засобів при виїзді автомобілів з прилеглих територій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Highway Capacity Manual 2010. Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., 2010.
2. Лобанов Е.М. Транспортная планировка городов / Е.М. Лобанов. – М.: 1990. – 240 с.
3. Любий Є.В. Експериментальні дослідження затримок транспортних засобів при виїзді з прилеглих територій / Є.В. Любий, О.М. Бєлецька // Науковий журнал «Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті». – №1 (16). – 2021. – С. 106-116.
4. Mukti A. Defining and Analyzing Forceful Gap Behavior at Unsignalized Intersections / Mukti Advani, Neelam J. Gupta, S. Velmurugan, Erramppalli Madhu and Satish Chandra // Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board, Vol 2674(8), 2020. – P. 420-428. DOI: 10.1177/0361198120925258.
5. Gopal R. Patil Temporal and Spatial Gap Acceptance for Minor Road at Uncontrolled Intersections in India / Gopal R. Patil, Digvijay S. Pawar // Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board, Vol. 2461, 2014/ – P. 129-136. DOI: 10.3141/2461-16.
6. Durgesh Vikram A Methodology to Estimate Parameters of Critical Gap Distribution / Durgesh Vikram, Somya Agarwal // Transportation Research Procedia, Vol. 48, 2020. – P. 665-672. DOI: 10.1016/j.trpro.2020.08.067.
7. Євчук М.Ю. Дослідження граничних часових інтервалів на нерегульованих перехрестях / М.Ю. Євчук, О.М. Грицунь // Автомобіль і електроніка. Сучасні технології. – 2013. – Вип. 4. – С. 45-47.
8. Михайлов А.Ю. Анализ математических моделей расчета интервалов следования в главных потоках для преобладающих дорожных условий российской федерации // А.Ю. Михайлов, Е.Л. Попова. – Вестник СибАДИ. – 2020. – 17(6). – С. 714-725. https://doi.org/10.26518/2071-7296-2020-17-6-714-725.
9. Raff M.S. A Volume Warrant for Urban Stop Signs / M.S. Raff. – Eno Foundation for Highway Traffic Control, Connecticut, 1950. – 121 p.
10. Hewitt R.H. Measuring Critical Gap / R.H. Hewitt. – Transportation Science, Vol. 17, №. 1, 1983. – P. 87-109.
11. Brilon W. Useful Estimation Procedures for Critical Gaps / W. Brilon, R. Koenig, R.J. Troutbeck. – Transportation Research Part A: Policy and Practice, Vol. 33, №. 3, 1999. – P. 161-186.
12. Capacity and Level of Service at Finnish Unsignalized Intersections. Finnra Reports, 2004. – 214.
13. Любий Є.В. Підхід щодо визначення затримок автомобілів на нерегульованих перехрестях з рівнозначними напрямками / Є.В. Любий, П.Ф. Горбачов, О.М. Бєлецька // Матеріали II всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції «Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем», (9-11 листопада 2020 року). – Рівне, НУВГП. – 2020. – С. 94-96.
14. Горбачов П.Ф. Підхід щодо визначення затримок транспортних засобів на нерегульованих перехрестях з нерівнозначними напрямками / П.Ф. Горбачов, Є.В. Любий, О.М. Бєлецька // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції «Інтелектуальні технології управління транспортними процесами», (17-18 листопада 2020 року, Харків). – Харків, ХНАДУ. – 2020. – С. 162-164.

УДК 656.13

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПЕРЕВІЗНОГО ПРОЦЕСУ НА МАРШРУТАХ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Понкратов Д.П.
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

Сучасний стан роботи маршрутного пасажирського транспорту в багатьох містах України є далеким від досконалості. Це має прояв у використанні застарілого рухомого складу, виконанні перевезень з надмірним заповненням салонів транспортних засобів, зависоких маршрутних інтервалах тощо.

Забезпечення високого рівня транспортного обслуговування населення як при удосконалюванні роботи діючої системи міського пасажирського транспорту, так і під час розроблення перспективних проєктних рішень, можливе лише на базі глибокого і всебічного вивчення потреб мешканців міст в пересуваннях. На підставі цих даних можливо обрати найбільш доцільні методи задоволення попиту на транспортні послуги. Зазначене дає підстави стверджувати про актуальність теми дослідження. Метою дослідження є розробка методу вибору технологічних параметрів перевізного процесу на маршрутах міського пасажирського транспорту.

Існуючі методи організації перевезень мають певні недоліки, до яких слід віднести те, що в них не враховується низка особливостей здійснення перевізного процесу, зокрема вплив параметрів перевезень на розвиток транспортної стомлюваності пасажирів та характеристики просторової нерівномірності пасажиропотоків на маршрутах, що можуть значно відрізнятись.

Вирішення завдання вибору раціональних параметрів перевізного процесу виконували із застосуванням методу математичної оптимізації з урахуванням інтересів перевізника та пасажирів згідно до цільової функції, що наведена у праці [1]. У цільовій функції враховано вплив параметрів перевізного процесу на розвиток транспортної стомлюваності пасажирів та характеристики просторової нерівномірності пасажиропотоків на маршруті (за довжиною та напрямками руху). Під час вирішення оптимізаційної задачі враховано низку обмежень на параметри перевізного процесу, які представлено у праці [2]. В якості керованих змінних цільової функції виступають пасажиромісткість транспортних засобів та щільність заповнення їх салону на найбільш завантаженому перегоні маршруту. Певній величині щільності заповнення відповідає визначене значення коефіцієнту використання пасажиромісткості, що встановлюється згідно положень праці [3].

Обґрунтування технологічних параметрів перевізного процесу на маршрутах міського пасажирського транспорту передбачає виконання таких основних етапів:

1. Формування вихідних даних щодо характеристик маршруту, показників пасажиропотоку, характеристик пасажирів, параметрів маршрутної мережі та містобудівних факторів.
2. Встановлення обмежень на параметри цільової функції оптимізації параметрів перевізного процесу на маршрутах міського пасажирського транспорту.
3. Варіювання керованих змінних у діапазоні, що визначається обмеженнями на параметри цільової функції.
4. Визначення пасажиромісткості транспортних засобів та щільності заповнення їхнього салону на найбільш завантаженому перегоні маршруту, що забезпечують мінімум сукупних витрат перевізника та пасажирів.
5. Визначення потрібної кількості транспортних засобів, інтервалів і частоти їхнього руху на маршруті.

Потрібна кількість транспортних засобів визначається наступним чином:

$$A^{opt} = \left\lceil \frac{F_{\max} \cdot t_{об}}{q_н^{opt} \cdot \gamma_{\max}(\alpha_d^{opt})} \right\rceil = \left\lceil \frac{F_{\max} \cdot t_{об}}{q_н^{opt} \cdot \left(\mu(\alpha_н) + (1 - \mu(\alpha_н)) \frac{\alpha_d^{opt}}{\alpha_н} \right)} \right\rceil, \quad (1)$$

де $F_{\max}$ – потужність пасажиропотоку на найбільш завантаженому перегоні маршруту, пас./год;

$t_{об}$ – час оборотного рейсу, год;

$q_н^{opt}$ – оптимальна пасажиромісткість транспортного засобу, пас.;

$\gamma_{\max}(\alpha_d^{opt})$ – коефіцієнт використання пасажиромісткості транспортного засобу на найбільш завантаженому перегоні маршруту, що відповідає оптимальному рівню заповнення α_d^{opt};

$\mu(\alpha_н)$ – питома вага кількості місць для сидіння у загальній пасажиромісткості транспортного засобу, що визначена за нормативного рівня заповнення $\alpha_н$.

За відомої кількості транспортних засобів визначається маршрутний інтервал ($I_{пл}^{opt}$) та частота їхнього руху (N^{opt}):

$$I_{пл}^{opt} = \frac{t_{об}}{A^{opt}};\ N^{opt} = \frac{1}{I_{пл}^{opt}}. \quad (2)$$

Запропонований метод вибору технологічних параметрів перевізного процесу на маршрутах міського пасажирського транспорту передбачає мінімізацію сукупних витрат перевізника та пасажирів. Його застосування дасть змогу ухвалювати рішення щодо підвищення рівня транспортного обслуговування пасажирів та ефективності використання транспортних засобів з урахуванням транспортної стомлюваності пасажирів і характеристик просторової нерівномірності пасажиропотоків на маршруті.

ЛІТЕРАТУРА

1. Доля В.К. Цільова функція вибору пасажиромісткості транспортних засобів на міських маршрутах / В.К. Доля, Д.П. Понкратов // Зб. наук. пр. Української державної університету залізничного транспорту. – 2016. – № 161. – С. 44–52.
2. Понкратов Д.П. Система обмежень на параметри перевезень пасажирів громадським транспортом / Д.П. Понкратов, К.В. Доля // Вісник національного університету «Львівська політехніка»: зб. наук. пр. Серія: Динаміка, міцність та проектування машин і приладів. – 2017. – № 866. – С. 216–220.
3. Понкратов Д.П. Формалізація взаємозв'язку між показниками рівня заповнення міських пасажирських транспортних засобів / Д.П. Понкратов // Комунальне господарство міст. – 2020. – Т. 6, № 152. – С. 196–203.

УДК 658.7

СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ ЛОГІСТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЕДИТОРСЬКИХ СИСТЕМ

Розова А.Ю.
Херсонський національний технічний університет

Розвиток логістичної інфраструктури відіграє ключову роль при реалізації корпоративних стратегій зростання та підвищення конкурентоспроможності транспортно-експедиторських компаній, в тому числі за рахунок підвищення якості логістичного сервісу і оптимізації логістичних витрат. У поняття логістичної інфраструктури входять транспортні, комунікаційні, складські та обслуговуючі елементи, пов'язані з додатковою обробкою товарів і наданням торговельних, побутових та адміністративних послуг, які вимагають забезпечення необхідними ресурсами. Коли транспортно-експедиторська компанія приймає рішення о реалізації стратегії розвитку логістичної інфраструктури, перед менеджментом постає ряд питань, пов'язаних з вибором напрямків оптимізації складського господарства: модернізувати наявні потужності або вводити нові. У першому випадку мова йде про відносно короткостроковому ефекті приросту потужності об'єктів за рахунок ряду технологічних рішень (перепланування, переобладнання, раціоналізація технологічних і організаційних рішень та ін.). Розробці методик та інструментів модернізації логістичної інфраструктури, зокрема складського господарства, і визначення економічної доцільності подібних рішень присвячено досить велику кількість сучасних робіт як вітчизняних, так і зарубіжних авторів. Розробляючи стратегію і вибираючи інструменти стратегічного управління логістикою, вони підкреслюють, що важливо правильно розуміти значення логістичної інфраструктури і спиратися на логістичну концепцію організації виробництва. На жаль, останнім часом багато керівників навіть великих підприємств чітко не уявляють собі, в чому її суть. Тому виявляються в складному становищі при розробці ключових показників ефективності логістичних служб і оцінці їх впливу на діяльність підприємства в цілому. Стратегічну роль логістики пропонується розглянути через функції логістики і призму стратегічного управління, з урахуванням досвіду провідних компаній по впровадженню збалансованої системи показників як інструменту стратегічного управління. Дуже складно переоцінити важливість ефективної виробничої логістики в управлінні підприємством. Проте, розробляючи стратегії промислових холдингів і впроваджуючи інструменти стратегічного управління, можна помітити цікаву закономірність. Значення логістичної інфраструктури і пріоритет процесу управління виробничою логістикою в міру розробки стратегічних інструментів істотно виросли. Справа в тому, що розробляючи стратегічні карти, карти цілей і показники по ним, компанія неминуче приходить до необхідності більш ефективного управління матеріально-технічним забезпеченням (МТЗ) виробництва і всім, що з ним пов'язано. На практиці виходило так, що цілі акціонерів, каскадувати на рівень виробничників і управлінців завжди знаходили своє відображення в проблематиці інфраструктури та логістики. Треба відзначити, що, не маючи детального опису бізнес-процесів, важко візуалізувати ділянки життєвого шляху товару, що вимагають особливої уваги з точки зору логістики. Відсутність детального опису бізнес-процесів не дозволить сформувати ланцюжок вартості на етапах життєвого циклу товару і розрахувати частку логістики. Формуючи стратегію, ми описуємо архітектуру бізнесу саме в термінах бізнес-процесів і саме її інтегруємо в ринок в тих же термінах. При визначенні цілей верхнього рівня, таких як вартість компанії, її активів, управлінці і консультанти чітко розуміють їх залежність від таких показників, як обсяги продажів, частка ринку, продуктивність праці, собівартість виробництва та ін. У той же час ступінь їх залежності від логістичної

інфраструктури ставала повним одкровенням. Наведена нижче стратегічна карта демонструє, що всі головні стратегічні цілі процесного рівня майже цілком мають відношення до логістики. Очевидно, що з точки зору стандартного опису бізнес-процесів, процес будь-якого рівня повинен бути забезпечений:

1. Вхідним процесом (попереднім процесом);
2. Ресурсом;
3. Регламентом (інформацією, на підставі якої здійснюється процес).

При цьому за що забезпечують процеси відповідає саме функція логістики чотирма своїми різновидами: транспортної, складської, виробничої і товарної. Це призводить до інтегрального розуміння логістичної функції через цілі, які призначаються того чи іншого підрозділу або активу. Будь-яка стратегія несе ризики не бути виконаною. Перелік ризиків включає в себе і операційні ризики, в основному складаються з ризиків пов'язаних з досконалістю інфраструктури. Ризики, пов'язані з виробничою логістикою або МТЗ, відносяться до розряду найбільш керованих. Наприклад, зниження операційних ризиків на 50% може знизити загальні ризикові втрати на 10%. Розвиваючи тему причинно-наслідкових зв'язків за програмними цілями, ми неминуче приходили до розуміння основних ризиків, пов'язаних з недосконалістю МТЗ, таких як:

1. Незадоволений попит і невиконання замовлень => упущений прибуток;
2. Зростання неліквідів => заморожені кошти;
3. Збільшення транспортних витрат => рентабельність виробництва;
4. Простої виробництва => збільшення собівартості і т.д.

Наслідки ризиків відображені в показниках по стратегічним цілям верхнього рівня:

- зниження доходів і прибутку;
- заморожування оборотних коштів;
- зростання собівартості;
- простої виробництва.

Таким чином, позначивши цілі промислового підприємства: збільшення обороту, зростання рентабельності активів, повернення на інвестиції (ROI), оборотність активів, ми неминуче приходимо до необхідності розробки заходів по радикальній зміні логістичної інфраструктури в усіх її проявах, а саме:

1. Транспортна логістика і структура поставок, включаючи систему прийняття рішень «Зробити самому-або-Купити» (Make-or-Buy). Формування детальної бази даних по номенклатурним позиціям з економікою і географією закупівель та розрахункової собівартості в своїй структурі для проведення порівняльного аналізу.

Рішення завдання (Make-or-Buy), яка базується на визначенні та порівнянні загальних витрат на транспортні послуги власного транспортного парку та сторонніх логістичних операторів. Вирішення цього завдання вимагає обґрунтування відповіді на питання про створення власної транспортної інфраструктури та виробництві необхідних підприємству транспортних послуг або про передачу всіх транспортних операцій сторонньому логістичного оператора. Ухвалення рішення по проблемі «Робити самому або купувати» базується на обліку зовнішніх і внутрішніх факторів.

До зовнішніх чинників належить ступінь розвитку логістичних відносин в даній економічній системі. Зміст власного транспортного господарства знижує залежність підприємства від коливань ринкової кон'юнктури. У той же час, висока якість і низьку собівартість транспортних послуг швидше забезпечить логістичний оператор, який спеціалізується на їх наданні. Тому, відмовляючись від власної транспортної інфраструктури та приймаючи рішення про передачу транспортних операцій підприємство отримує можливість підвищити якість, знизити собівартість транспортних послуг, однак потрапляє при цьому в залежність від навколишнього економічного середовища. Ризик втрат, обумовлений зростанням залежності, буде нижче, ніж вище надійність логістичного оператора і чим більше розвинені в економіці логістичні зв'язку. Внутрішні чинники, що обумовлюють відмову від змісту власного транспортного

господарства, визначаються невисокою потребою в транспортних послугах, відсутністю необхідного транспортного парку, відсутністю кадрів необхідної кваліфікації. Перш ніж прийняти рішення «Робити самому або купувати», необхідно зіставити всі причини на користь «робити» і «купувати». Загальні причини виконувати самостійно або віддавати операційну логістичну діяльність представлені нижче.

Мотиви на користь «Робити самому»:

- зниження залежності підприємства від постачальників послуг, від коливань ринкової кон'юнктури;
- підтримання бажаного рівня якості сервісу;
- запобігання змови постачальників послуг;
- зниження операційних витрат;
- використання надлишкового (наявного) персоналу або логістичних потужностей;
- захист персоналу від звільнень (створення нових робочих місць);
- збільшення або підтримання розміру компанії та ін.

Мотиви на користь «Купувати»:

- більш висока якість і низька собівартість транспортних послуг внаслідок спеціалізації логістичного оператора;
- концентрація зусиль на основному виді діяльності;
- гнучкість в зміні видів продукції, що випускається за рахунок швидкого отримання необхідних транспортних потужностей від постачальників послуг;
- відсутність власних адекватних потужностей для виконання операцій;
- страхування за рахунок альтернативних джерел послуг;
- співпраця з постачальниками послуг і ін.

Схема алгоритму прийняття рішення «Робити самому або купувати» логістичні послуги базується на визначенні загальних витрат. Для правильного прийняття рішення в розрахунку ТСО (Total Costof Ownership) повинні бути враховані всі складові витрат. Відповідно, рішення приймається на основі мінімуму ТСО

2. Складська логістика, її ефективність і якість обробки матеріально-технічних ресурсів, як на вході, так і на виході. Тут же вирішується питання про вдосконалення системи обліку:

- вибір оптимальної системи обліку товару;
- системи наскрізної автоматизованої інвентаризації;
- штрих-кодування;
- оптимізація архітектури стелажів і місць підлогового зберігання;
- організація руху навантажувачів і розташування навантажувальних пандусів.

3. Товарна логістика та система відносин з дистрибуцією, відділами постачань торгових домів і роздрібних мереж. Системи планування маркетинговими службами і інформаційними каналами, що забезпечують якісну статистику руху товарних потоків. Моніторинг ринку, здійснюваний маркетологами і ринковими аналітиками, дозволяє досить точно визначати завантаження виробничих потужностей і відповідно, запасів товарних груп основних і допоміжних позицій. І чим більше якісної статистики накопичують аналітики виробництва, тим точніше прогнози з продажу та виробництва і запити по закупкам.

4. Виробнича логістика та оптимізація архітектури виробничих циклів; Найпростішим прикладом оптимізації може служити розрахунок ланцюжка дій по виготовленню автомобільної приладової панелі, при якій складові панелі не доводилося пакетувати і перевозити не тільки в сусідню будівлю, але і місто.

Остаточний вибір необхідних технологій і обладнання, виробничих процесів і операцій проводиться виходячи з вимог планованої до реалізації виробничої програми і встановлених на цій основі відповідних матеріальних потоків в рамках визначення функцій проектованого об'єкта, що дозволяє в кінцевому рахунку розробити функціональну схему виробничого процесу - виробничого ланцюжка створення цінності.

Функціональна схема проектованої (існуючої) логістичної системи промислового підприємства відображає функціональні підрозділи (виробництва, цехи, виробничі ділянки, робочі місця) в їх узгодженні з матеріальними потоками (функціональна структура), що відображають виробничий процес в його функціональному вираженні як ідеальний проект логістичної системи промислового підприємства.

В цілому, успішність бізнесу в логістиці та управлінні ланцюгами поставок товарів багато в чому визначається рівнем і практикою використання ресурсів і правильним формуванням логістичної інфраструктури.

ЛІТЕРАТУРА

1. Долгов А.П., Козлов В.К., Уваров С.А. Логистический менеджмент фирмы: концепция, методы и модели: уч.пособие. – СПб.: Изд. дом «Бизнес-пресса», 2005. – 384 с.
2. Неруш Ю.М. Логистика – 3-е изд., перераб. и доп. – М.:ЮНИТИ - ДАНА, 2003. - 495 с.
3. Поттгофф Г. Учение о транспортных потоках. Пер. с нем. – М.: «Транспорт», 1975. – 344 с.
4. Слак Н., Чеймберс С., Джонстон Р. Организация, планирование и проектирование производства. Операционный менеджмент / Пер. с 5-го англ. изд. – М.: ИНФРА-М, 2016. – XXVI, 790 с.

УДК 656.02

ТРАНСПОРТНА ЗАДАЧА МІНІМІЗАЦІЇ ЗВОРОТНОГО ПОРОЖНЬОГО ПРОБІГУ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕНІ ВАНТАЖІВ В УМОВАХ НАЯВНОСТІ ОБМЕЖЕНЬ ЗА ПРОПУСКНОЮ ЗДАТНІСТЮ ЛАНОК МЕРЕЖІ

Славич В.П., Калімбет Р.В., Портер К.А.
Херсонський національний технічний університет

Вступ. Вантажні перевезення є однією з найважливіших галузей національної економіки. Важливість транспорту визначається об'єктивною необхідністю переміщення вантажів з місця виробництва до місця споживання. В економічному сенсі вироблені «товари» не повністю готові до його доставки кінцевому споживачеві. Тому роль транспорту полягає в тому, щоб провести необхідний виробничий процес для збереження споживчої цінності створеного продукту.

В даний час, в часи глобалізації, подальший успіх економіки неможливий без налагоджених транспортних послуг. Чітка і надійна робота транспорту багато в чому визначає трудовий ритм промисловості, будівництва і сільського господарства, а також сферу сировини і просування готової продукції, настрої людей і їх ефективність.

З системної точки зору транспорт слід поєднувати з оптимальним постачанням промислового виробництва, сільського господарства, видобувної промисловості та транспортних потреб населення. У зв'язку з цим одним з важливих питань є вибір відповідного виду транспорту для перевезення вантажів споживачам і визначення права власності на транспортний засіб.

Метою роботи є розробка моделі та методів розв’язання транспортної задачі мінімізації зворотного порожнього пробігу при перевезені вантажів в умовах наявності обмежень за пропускною здатністю ланок мережі.

Розглянемо транспортну задачу мінімізації зворотного порожнього пробігу при перевезені вантажів в умовах наявності обмежень за пропускною здатністю ланок мережі.

Для отримання максимального прибутку та скорочення загального холостого пробігу автомобілів необхідно об'єднати моделі транспортної задачі на максимальний прибуток та задачі на скорочення холостого пробігу. Та в умовах наявності постачальників, які не надають окремим споживачам свою продукцію.

Вартість на перевезення вантажу від постачальників до споживачів. Задана у вигляді матриці:

$$C = (c_{ij}) = \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{m1} & c_{m2} & \dots & c_{mn} \end{pmatrix}$$

Відома матриця відстаней l_{ij} від кожного постачальника до споживачів.

$$L = (l_{ij}) = \begin{pmatrix} l_{11} & l_{12} & \dots & l_{1n} \\ l_{21} & l_{22} & \dots & l_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ l_{m1} & l_{m2} & \dots & l_{mn} \end{pmatrix}$$

Обмеження пропускної здатності споживачів задані у вигляді матриці:

$$P = (p_{ij}) = \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1n} \\ p_{21} & p_{22} & \dots & p_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{m1} & p_{m2} & \dots & p_{mn} \end{pmatrix}$$

Першим етапом вирішення задачі є знаходження плану перевезень, який дозволяє вивезти вантаж від постачальників, доставити вантаж до споживачів, і який матиме найменшу вартість за умови обмеження кількості вантажу для деяких споживачів.

Другим етапом розв'язку необхідно мінімізувати порожній пробіг автомобілів.

При доставці автомобілем вантажу до споживачів B_j протягом робочого часу утворюються порожні т.км.

Третім етапом об'єднується транспортна задача з обмеженнями на пропускну здатність та задача мінімізації порожнього пробігу автомобілів в одну й знаходяться кільцеві маршрути між постачальниками та споживачами.

Загальний вигляд цільової функції об'єднаної транспортної задачі з обмеженнями на пропускну здатність та задачею на мінімізацію порожнього пробігу автомобілів має вигляд:

$$D = \begin{cases} \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} c_{ij} \cdot x_{ij} \to \min \\ \sum_{j=1}^{m} \sum_{i=1}^{n} l_{ij} \cdot y_{ij} \to \min \end{cases}$$

Таблиця 1 –Таблиця планування

Підприємства	Споживачі								Запаси
	C_1	C_2	C_3	C_4	…	C_j	…	C_n	
$П_1$	c_{11}	(р)	c_{13}	(р)	…	c_{1j}	…	c_{1n}	a_1
$П_2$	c_{21}	c_{22}	c_{14}	c_{24}	…	c_{2j}	…	c_{2n}	a_2
$П_3$	c_{31}	c_{32}	(р)	c_{34}	…	c_{3j}	…	c_{3n}	a_3
$П_4$	c_{41}	c_{42}	c_{43}	c_{44}	…	c_{4j}	…	c_4	a_4
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
$П_i$	c_{i1}	c_{i2}	c_{i3}	c_{i4}	…	c_{ij}	…	c_{in}	a_i
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
$П_m$	c_{m1}	c_{m2}	c_{m3}	c_{m4}	…	c_{mj}	…	c_{mn}	a_m
Потреби	b_1	b_2	b_3	b_4	…	b_j	…	b_n	

Пошук оптимального плану розв’язання задачі мінімізації зворотного порожнього пробігу транспортних засобів при перевезені вантажів у випадку наявності обмежень на пропускну здатність споживачів складається з наступних етапів:

1) Розрахунок опорного плану перевезень з обмеженнями на пропускну здатність.

Необхідно побудувати початковий опорний план та розрахуємо методом мінімальної вартості.

2) Знаходження оптимального плану перевезень з обмеженнями на пропускну здатність.

3) Розрахунок опорного плану мінімальних сполучень між постачальниками та споживачами з обмеженнями пропускної здатності.

4) Знаходження оптимального плану мінімальних сполучень між постачальниками та споживачами з обмеженнями сполучень між ними.

5) Побудова об’єднаної таблиці оптимальних планів, задля знаходження замкнених маршрутів транспортних засобів.

6) Розрахунок цільової функції.

Висновки. Розроблено модель транспортної задачі мінімізації зворотного порожнього пробігу при перевезені вантажів в умовах наявності обмежень за пропускною здатністю ланок мережі. Запропоновано метод пошуку оптимального плану зазначеної моделі у вигляді замкнених кільцевих маршрутів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вітлінський В.В., Наконечний С.І., Терещенко Т.О. Математичне програмування. – Київ: КНЕУ, 2001. – 250 с.

2. Славич В.П. Гібридна модель задачі про максимальний потік вантажу у матричній постановці із додатковими обмеженнями / В.П. Славич // Проблеми інформаційних технологій. – 2012. – № 02 (012). – С. 100 – 103.
3. Славич В.П., Доброва К.Д. Модель та метод знаходження опорного та оптимальних планів модифікованої транспортної задачі у випадку групування постачальників вантажу // Прикладні питання математичного моделювання. – Херсон, 2020. – Т. 3, №1. – С. 187 – 193.
4. Славич В.П., Услистий М.Ю. Знаходження оптимального плану транспортної задачі у випадку багатокритеріальних обмежень на перевезення // Матеріали VI-ої Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології промислового комплексу – 2020», м. Херсон – 2020. – С. 355–357.
5. Справочник по организации и планированию автомобильных перевозок / Под ред. И.Г. Крамаренко – Київ: Техніка, 1991. – 208 с.

УДК 656.02

МОДЕЛЬ МІНІМІЗАЦІЇ ЗАТРИМОК ПІШОХІДНОГО ПОТОКУ МІСТА

[1]Славич В.П., [2]Лівандовський В.С.
[1]Херсонський національний технічний університет
[2]Херсонськи фізико-технічний ліцей Херсонської міської ради

Вступ. Моделювання пішохідних потоків є важливою задачею, оскільки пішоходи та транспорт постійно взаємодіють на дорозі, особливо в містах. Але існує проблема неефективної роботи пішохідної світлофорної сигналізації, оскільки існуючи системи не враховують реальної інтенсивності пішохідних та транспортних потоків, внаслідок чого можливі ситуації, коли забагато людей, якім потрібно перетнути проїзну частину, виникають великі скупчення. Практика показує, що це може призводити до порушення деякими з них правил дорожнього руху та рухатись на заборонений сигнал. Одним зі способів вирішення цієї проблеми є розробка моделей спеціальних пішохідних світлофорних сигналізації, які б могли враховувати потреби поточного пішохідного потоку.

Метою роботи є розробка моделі інтелектуальної системи управління пішохідним потоком, здатної працювати в двох спеціальних режимах, перший з яких є повністю автоматичним, а другий працює в режимі «за викликом», що враховують поточні інтенсивності пішохідного та автомобільного потоків.

Система управління світлофорної сигналізації J працює у двох режимах $J = J_1 \cup J_2$, де J_1 – режим "жорсткого" регулювання світлофором; J_2 – режим управління за викликом;

Параметри математичної моделі наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Параметри моделі

№	Позначення	Назва	Одиниця виміру
Вхідні параметри			
1	L	Довжина переходу	метри
2	S	Ширина переходу	метри
3	r	Кількість смуг	-
4	V_m	Середня швидкість пішохода	метри/секунду
5	s	Середня ширина пішохода	метри

6	V_a	Середня швидкість автомобіля	метри/секунду
7	n_m^1	Питома інтенсивність пішоходів	людей/секунду
8	n_m^2	Питома інтенсивність пішоходів	людей/секунду
9	n_a^1	Питома інтенсивність транспорту	людей/секунду
10	n_a^2	Питома інтенсивність транспорту	людей/секунду
11	α	Середня кількість людей в автомобілі	людей
12	k_m^1	Начальна кількість пішоходів першого	людей
13	k_m^2	Начальна кількість пішоходів першого	людей
14	k_a^1	Начальна кількість транспорту першого	людей
15	k_a^2	Начальна кількість транспорту першого	людей
16	k_{max}	Максимальна кількість пішоходів для	людей
17	t_{pr}	Час горіння проміжного сигналу	секунди
Вихідні параметри			
18	T_{m_i}	Час горіння зеленого світла для	секунда
19	T_{a_i}	Час горіння зеленого світла для	секунда

Кількість пішоходів та транспорту після закінчення пішохідного циклу "жорсткого" регулювання:

$$k_{a_{i+1}}^x = k_{a_i}^x + \left[\frac{n_a^x}{3600} \cdot T_{m_i}\right], x = \overline{1,2}$$

$$k_{m_{i+1}}^x = \begin{cases} \left[\frac{n_m^x}{3600} \cdot T_{m_i}\right] - \left[\frac{S}{2s}\right] \cdot \left(1 - \left(\frac{k_{m_i}^x}{\left[\frac{S}{2s}\right]}\right)\right), \text{якщо } \left[\frac{n_m^x}{3600} \cdot T_{m_i}\right] > \\ \quad > \left[\frac{S}{2s}\right] \cdot \left(1 - \left(\frac{k_{m_i}^x}{\left[\frac{S}{2s}\right]}\right)\right) \\ 0, \text{якщо } \left[\frac{n_m^x}{3600} \cdot T_{m_i}\right] \le \left[\frac{S}{2s}\right] \cdot \left(1 - \left(\frac{k_{m_i}^x}{\left[\frac{S}{2s}\right]}\right)\right) \end{cases}, \quad x = \overline{1,2}$$

Кількість пішоходів та транспорту після закінчення транспортного циклу "жорсткого" регулювання:

$$k_{m_{i+1}}^x = k_{m_i}^x + \left[\frac{n_m^x}{3600} \cdot T_{a_i}\right], x = \overline{1,2}$$

$$k_{a_{i+1}}^x = \begin{cases} \left[\frac{n_a^x}{3600} \cdot T_{a_i}\right] - \frac{r}{2} \cdot \left(1 - \left(\frac{2 \cdot k_{a_i}^x}{r}\right)\right), \quad \text{якщо } \left[\frac{n_a^x}{3600} \cdot T_{a_i}\right] > \\ \quad > r \cdot \left(1 - \left(\frac{2 \cdot k_{a_i}^x}{r}\right)\right) \\ 0, \quad \text{якщо } \left[\frac{n_a^x}{3600} \cdot T_{a_i}\right] < \frac{r}{2} \cdot \left(1 - \left(\frac{2 \cdot k_{a_i}^x}{r}\right)\right) \end{cases}, \quad x = \overline{1,2}$$

Кількість пішоходів та транспорту після закінчення пішохідного циклу регулювання "за викликом":

$$k_{a_{i+1}}^x = k_{a_i}^x + \left[\frac{n_a^x}{3600} \cdot T_{m_i}\right], x = \overline{1,2}$$

$$k^x_{m_{i+1}} = \begin{cases} \left[\frac{T_{m_i} - \left[\frac{k^x_{m_i} - \left[\frac{S}{2s}\right]}{\left[\frac{S}{2s}\right]}\right] - \frac{L}{V_m} - 1}{\frac{3600}{n^x_m}}\right] - \left[\frac{n^x_m}{3600} \cdot \left[\frac{k^x_{m_i} - \left[\frac{S}{2s}\right]}{\left[\frac{S}{2s}\right]}\right]\right], \text{якщо } \left(\frac{k^x_{m_i}}{\left[\frac{S}{2s}\right]}\right) \neq 0 \\ \left[\frac{T_{m_i} - \left[\frac{k^x_{m_i} - \left[\frac{S}{2s}\right]}{\left[\frac{S}{2s}\right]}\right] - \frac{L}{V_m}}{\frac{3600}{n^x_m}}\right] - \left[\frac{n^x_m}{3600} \cdot \left[\frac{k^x_{m_i} - \left[\frac{S}{2s}\right]}{\left[\frac{S}{2s}\right]}\right]\right], \text{якщо } \left(\frac{k^x_{m_i}}{\left[\frac{S}{2s}\right]}\right) = 0 \end{cases}, x = \overline{1,2}$$

Кількість пішоходів та транспорту після закінчення транспортного циклу регулювання "за викликом":

$$k^x_{m_{i+1}} = k^x_{m_i} + \left[\frac{n^x_m}{3600} \cdot T_{a_i}\right], x = \overline{1,2}$$

$$k^x_{a_{i+1}} = \begin{cases} \left[\frac{T_{a_i} - \left[\frac{k^x_{a_i} - \frac{r}{2}}{\frac{r}{2}}\right] - \frac{S}{V_a} - 1}{\frac{3600}{n^x_a}}\right] - \left[\frac{n^x_a}{3600} \cdot \left[\frac{k^x_{a_i} - \frac{r}{2}}{\frac{r}{2}}\right]\right], \text{якщо } \left(\frac{2 \cdot k^x_{a_i}}{r}\right) \neq 0 \\ \left[\frac{T_{a_i} - \left[\frac{k^x_{a_i} - \frac{r}{2}}{\frac{r}{2}}\right] - \frac{S}{V_a}}{\frac{3600}{n^x_a}}\right] - \left[\frac{n^x_a}{3600} \cdot \left[\frac{k^x_{a_i} - \frac{r}{2}}{\frac{r}{2}}\right]\right], \text{якщо } \left(\frac{2 \cdot k^x_{a_i}}{r}\right) = 0 \end{cases}$$

Висновки. В роботі запропоновано управління пішохідними потоками за допомогою спеціальної моделі світлофорного регулювання. При цьому в моделі управління використовується поєднання двох різних підходів, в залежності від завантаження ділянки мережі та інтенсивності потоків. Розроблено математично обґрунтований варіант управління часом перемикання світлофором і загальна структура комплексної моделі управління пішохідними потоками міста.

ЛІТЕРАТУРА

1. Иносэ Х. Управление дорожным движением / Иносэ Х., Хамада Т.– М.: Транспорт, 1983. – 248 с.
2. Капитанов В.Т. Управление транспортными потоками в городах. М.: Транспорт / Капитанов В.Т., Хилажев Е.В. 1985. – 94 с.
3. Клинковштейн Г.И. Организация дорожного движения. Учебник для автомобильно-дорожных вузов и факультетов. – М.: Транспорт, 2001. – 192 с.
4. Коноплянко В.И Организация и безопасность дорожного движения. М: Транспорт, 1991. – 183с.
5. Лівандовський В.С., Славич В.П. Модель інтелектуальної системи управління пішохідним потоком міста // Матеріали IX Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти та молодих вчених з автоматичного управління, м. Херсон – 2021. – С. 85–86.
6. Славич В.П. Модель визначення довжини черги транспортних засобів при заданих параметрах світлофорного регулювання // Проблеми інформаційних технологій. 2014. – №02(016). – С.122-124.
7. Славич В.П., Лівандовський В.С. Модель системи управління пішохідним потоком міста // Вісник ХНТУ. – 2021. - №2(77). – С. 47 – 51.

УДК 656.073.72

ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСУ ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ У ПУНКТАХ НАВАНТАЖЕННЯ ТА РОЗВАНТАЖЕННЯ

Ковцур К.Г., Федоров В. Ю.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Вступ. Важко уявити сучасну розвинену та успішну країну без транспорту. Транспорт – одна з фундаментальних галузей промисловості, що є опорою у формуванні та розвитку економіки в цілому.

Ринок вантажоперевезень, більшість якого припадає саме на автомобільний транспорт, являє собою нестабільну та складну систему, у якій перевізники, як невід'ємні учасники перевізного процесу, виступають у ролі «заручників», що вимушені підлаштовуватись до усіх змін, нерегламентованих договором та заявкою на перевезення. Найчастіше такі зміни виникають через неякісну організацію процесу навантаження та розвантаження транспортних засобів, що призводить до простоїв тривалістю від кількох годин до декількох діб. Причинами таких непродуктивних простоїв є відсутність або невідповідна якість вантажу, недостатня переробна спроможність складу або недостатня кількість вантажників, затарювання продукції на складі тощо.

Актуальність досліджень. Час знаходження транспортних засобів в пунктах навантаження та розвантаження є постійною (детермінованою) величиною лише в замкнутих системах і притаманний тільки в питаннях розробки план-графіків роботи складів. В реальних же умовах весь час, що витрачається на виконання операцій в пунктах переробки, характеризується певним розподілом часу обслуговування відповідно до умов функціонування останніх. Таким чином, час обслуговування транспортних засобів в пунктах розвантаження практично завжди невідомий. Тобто основним статистично невизначеним показником, що впливає на ефективність роботи як складу, так і перевізників є час обслуговування транспортних засобів у пунктах навантаження-розвантаження. Саме тому економічні результати діяльності учасників перевізного процесу, не дивлячись на велику кількість методик зниження витрат, носять стохастичний, випадковий характер, який негативним чином впливає на поточну і перспективну діяльність усіх учасників перевізного процесу.

Постановка задачі. Виходячи з статистичних даних про коливання часу обслуговування транспортних засобів у пунктах навантаження-розвантаження, доцільно визначити стохастичні параметри, такі як середнє значення та середньоквадратичне відхилення.

Фактичні значення часу перебування транспортних засобів у пунктах навантаження та розвантаження зібрані у період піку потреби ринку, а саме у літній період, для овочевої бази, одної з дистриб'юторів плодово-овочевої продукції на ринку України, що виступає пунктом як навантаження, так і розвантаження транспортних засобів. Отримані статистичні дані вказують на випадковий характер величини часу обслуговування транспортних засобів у пункті. Фіксувався час з моменту прибуття автомобіля до пункту навантаження та розвантаження до моменту його виїзду за територію. Даний час складається з часу маневрування, часу перебування транспортного засобу в черзі, часу безпосереднього обслуговування, часу на прийом вантажу (при навантаженні дорівнює 0) та часу на оформлення документів.

Результати досліджень. З урахуванням визначених значень часу перебування транспортних засобів і, використовуючи статистичні методи визначення статистичного закону розподілу варіаційного ряду, визначено, що коливання часу обслуговування

транспортних засобів можливо описати нормальним законом розподілу. Графічне зображення розподілу часу обслуговування вантажного автомобіля у пунктах переробки представлено на рисунку 1. Параметрами даного закону розподілу є математичне очікування та середньоквадратичне відхилення [1]. Результати представлені в таблиці 1.

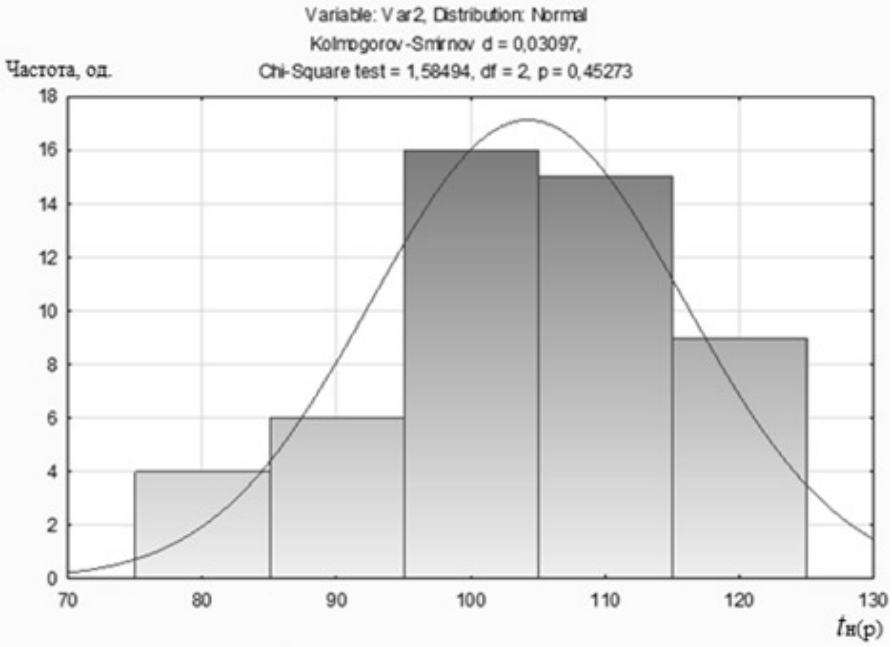


Рисунок 1 – Розподіл часу обслуговування автомобілів у пунктах навантаження та розвантаження

Таблиця 1 – Стохастичні параметри величини часу обслуговування ТЗ у пункті розвантаження

Показник	Значення
Середнє значення, хв.	100,18
Середньоквадратичне відхилення, хв.	11,72

Отже для нормального закону розподілу щільність розподілу буде мати вигляд [2]

$$f(x) = \frac{1}{11,72 \cdot \sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot e^{\frac{-(x-100,18)^2}{2 \cdot 11,72^2}}, \quad (2)$$

Перевірка гіпотези про належність досліджуваної вибірки теоретичній кривій виду нормального закону розподілу проведена за критерієм відповідності Пірсона [3]

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(f_i - f_m)^2}{f_m}, \quad (3)$$

де k – число груп, на які розбито варіаційний ряд (5);

f_i – спостережувана частота ознаки у i-й групі;

f_m – теоретична частота.

Розрахункові та табличні значення критерію Пірсона наведені в таблиці 2. Кількість ступенів свободи визначається за формулою

$$df = k - s - 1, \quad (4)$$

де s – число параметрів передбачуваного розподілу, оцінених за даними вибірки.

Таблиця 2 – Показники визначення закону розподілу часу обслуговування вантажних автомобілів у пунктах навантаження та розвантаження

Закон розподілу	Показники визначення закону розподілу	
	$\chi 2_{розр}$	$\chi 2_{табл}$ при p=0,05
Нормальний	1,58494	6,0

Для даного закону розподілу при кількості груп, на які розбито розподіл, маємо

$$df = 5 – 2 – 1 = 2.$$

Таким чином, табличне значення χ^2 складає 6, що підтверджує гіпотезу про розподіл часу обслуговування автомобілів у пункті навантаження (розвантаження) за нормальним законом розподілу, що дає змогу описати характер варіювання часу знаходження транспортних засобів у пункті навантаження та розвантаження.

Висновки. За результатом статистичної обробки зібраних даних встановлено, що розподіл часу обслуговування транспортних засобів узгоджується із теоретичним нормальним розподілом випадкової величини з визначеними параметрами.

Результати дослідження можуть бути використані спеціалістами як з планування роботи транспорту, так і спеціалістами з планування роботи пунктів переробки з метою усунення непродуктивних простоїв і додаткових витрат на організацію транспортного процесу.

Однак необхідно врахувати, що усі сучасні пункти навантаження-розвантаження переробляють різноманітний вантаж за структурою та вартістю. А тому доцільно зробити допущення про існування певного пріоритету в обслуговуванні різних вантажопотоків. Виходячи з цього, і коливання часу обслуговування для різних пріоритетів може різнитись, що є подальшим напрямком досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Венецкий И.Г., Кильдишев Г.С. Теория вероятностей и математическая статистика [учебное пособие]. Изд. 3-е, перераб. и доп. – Горький: Статистика, 1975. – 264 с.
2. Грушко И.М., Сиденко В.М. Основы научных исследований. – 3-е изд. – Харьков: Вища школа, 1983. – 224 с.
3. Митропольский А.К. Техника статистических вычислений / А.К. Митропольский. – М. : Наука, 1971. – 576 с.

СЕКЦІЯ 6
«ПРОБЛЕМИ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ТА МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ ОБ'ЄКТІВ, CAD/CAM/CAE»

УДК 621.777.4

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТОЧНОГО ОБ'ЄМНОГО ШТАМПУВАННЯ ВИДАВЛЮВАННЯМ НА ОСНОВІ РОЗШИРЕННЯ БАЗИ УНІФІКОВАНИХ КІНЕМАТИЧНИХ МОДУЛІВ

Алієв І.С., Грудкіна Н.С., Моісєєва А.М., Коцюбівська К.І.
Донбаська державна машинобудівна академія
Київський національний університет культури і мистецтв

Підвищення конкурентоспроможності продукції галузей машинобудування вимагає пошуку і освоєння ефективних ресурсозберігаючих технологій. При чому процеси точного об'ємного штампування (ТОШ) видавлюванням на даний час демонструють стійку тенденцію до збільшення обсягів виробництва та розширення номенклатури штампованих деталей і матеріалів [1-4]. Однак впровадження на виробництві комбінованого видавлювання (особливо з декількома ступенями свободи течії або інструменту складної конфігурації з наявністю крайок, фасок та заокруглень) з одного боку підвищує технологічні можливості процесів штампування, з іншого характеризується недостатнім освітленням досліджень енергосилового режиму та прогнозування формоутворення напівфабрикату.

Ефективним теоретичним методом дослідження процесів ХОШ видавлюванням є енергетичний метод балансу потужностей [3, 5]. Одним з ключових етапів його застосування стає підбір функцій, що описують кінематично можливе поле швидкості (КМПШ) або відображення похилих меж (у вигляді лінійних та нелінійних функцій), що дозволяє врахувати в розрахунковій схемі поверхні контакту заготовки та інструменту або точніше описати картину розділу течії всередині заготовки. Це ставить питання розширення бази уніфікованих кінематичних модулів перш за все за рахунок розробки кінематичних модулів трапецеїдальної або трикутної форми, виявлення особливостей та раціональності їх застосування у загальній розрахунковій схемі замість найуживаніших прямокутної форми [3, 6-11]. Розробка альтернативних осьових кінематичних модулів складної конфігурації проводилася у роботах [6, 9-11] із урахуванням наявності конусності протипуансону (модуль ATt-1) або поверхні розділу течії металу в осьовій частині заготовки (модуль A2b та комплекс модулів A2a-c) при переході до радіальної відцентрової течії металу (рис.1).

Досліджено раціональність застосування модуля A2b або комплекс модулів A2a-c замість осьового кінематичного модуля A2 (рис. 1) для моделювання процесів видавлювання із наявністю радіальної відцентрової течії металу. При цьому саме комплекс кінематичних модулів A2a-c є узагальненим, кінематичні модулі A2 та A2b є його частинними випадками (виродженням). Даний комплекс дозволяє проводити оптимізацію приведеного тиску деформування за геометричним параметром R_i, що визначає довжину прямокутної частини та параметра α, що визначає форму похилої криволінійної межі трапецеїдальної частини.

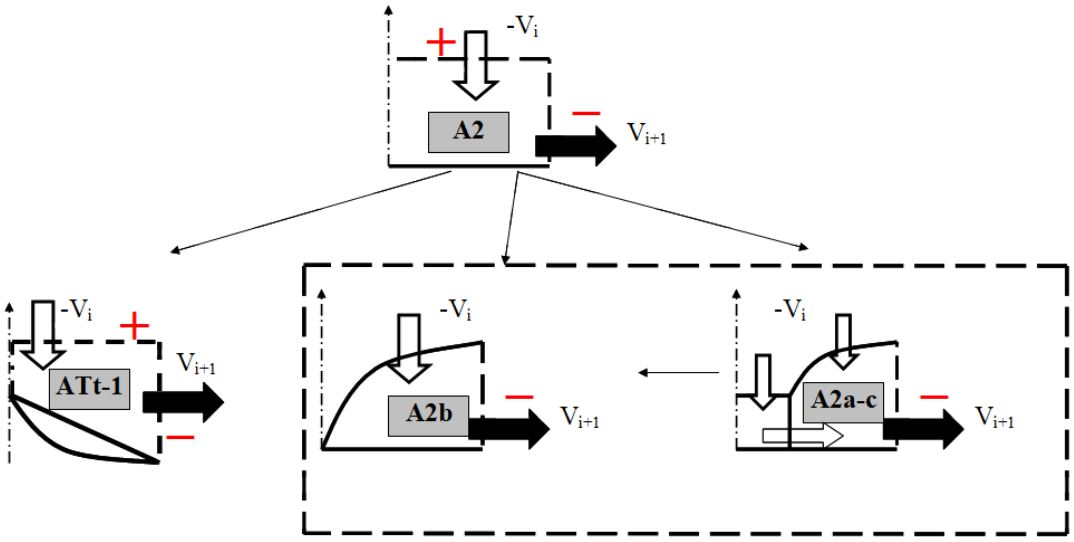


Рисунок 1 – Альтернативні осьові кінематичні модулі та комплекси складної конфігурації

Це дозволило значно розширити можливості з отримання адекватної оцінки енергосилового режиму (зниження приведеного тиску деформування всередині кінематичного модуля у порівняні із А2 може сягати 10% та більше) та прогнозування формоутворення напівфабрикату для процесів із двома ступенями свободи течії металу [6]. Використання кінематичного модуля ATt-1 дозволяє врахувати конусність протипуансону, що в свою чергу забезпечує можливість знаходження його оптимального кута нахилу.

Таким чином, проведені дослідження сприяють розширенню можливостей енергетичногоо методу балансу потужностей при моделюванні процесів ТОШ видавлюванням, в тому числі із наявністю інструменту складної конфігурації.

ЛІТЕРАТУРА

4. Aliev I.S. Radial extrusion processes. Soviet Forging and Metal Stamping Technology (English Translation of Kuznechno-Shtampovochnoe Proizvodstvo). 1988. Part 3, pp. 54–61. ISSN: 0891-334x.
5. Farhoumand A., Ebrahimi R. Analysis of forward–backward-radial extrusion process. Materials and Design. 2009. 30. 6. pp. 2152–2157. DOI: https://doi.org/10.1016/j.matdes.2008.08.025.
6. Алиева Л. И. Совершенствование процессов комбинированного выдавливания : монография. Краматорск: ООО «Тираж–51». 2018. 352 с.
7. Noh J., Hwang B.B., Le H.Y. Influence of Punch Face Angle and Reduction on Flow Mode in Backward and Combined Radial Backward Extrusion Process. Metals and Materials International. 2015. 21. 6. pp.1091–1100. DOI: https://doi.org/10.1007/s12540-015-5276-y
8. Степанский Л.Г. Расчеты процессов обработки металлов давлением. Москва: Машиностроение. 1979. 215 с.
9. Hrudkina N., Aliieva L., Markov O., Kartamyshev D., et all. Modeling the process of radial-direct extrusion with expansion using a triangular kinematic module, Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020. 105. 3/1, pp. 17–22. DOI: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.203989
10. Hrudkina N., Aliieva L., Abhari P., Markov O., Sukhovirska L. Investigating the process of shrinkage depression formation at the combined radial-backward extrusion of parts with a flange. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2019. 2. 5/1 (101). pp. 49–57. DOI: https://doi:10.15587/1729-4061.2019.179232.

11. Грудкіна Н. С. Верхня оцінка приведеного тиску деформування осьового трапецеїдального кінематичного модуля з нижньою похилою межею. Вісник ДДМА. 2019. 3 (47). С. 21–27.
12. Hrudkina N. S., Aliieva L. I. Modeling of cold extrusion processes using kinematic trapezoidal modules. *FME Transactions*. 2020. 48. 2. P. 357–363. doi:10.5937/fme2002357H.
13. Алиева Л. И., Грудкина Н.С. Особенности проектирования процессов холодного выдавливания на основе развития модульного подхода в рамках энергетического метода. Вісник НТУ «ХПІ». Харків. 2015. 24 (1133). С. 21–32.
14. Aliieva L., Hrudkina N., Aliiev I., Zhbankov I., Markov O. Effect of the tool geometry on the force mode of the combined radial-direct extrusion with compression. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020. 2/1 (104). P. 15–22. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.198433.

УДК 621.355

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ЕЛЕКТРОХІМІЧНИХ АКУМУЛЯТОРІВ В MATLAB/SIMULINK

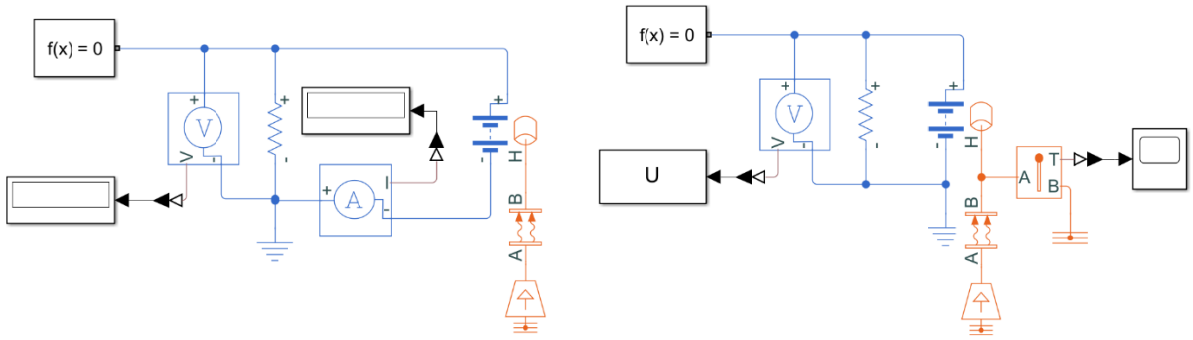
Андронова О.В., Курак В.В., Васильєв Є.О.
Херсонський національний технічний університет

Вступ. Для сучасної енергетики, як стаціонарної, так і автономної, важливе значення набувають інтенсивні форми розвитку, що висувають підвищені вимоги до якісних показників енергетичних установок. У цьому плані зростає роль акумуляторів енергії, що забезпечують розв'язок цілого ряду проблем накопичення, зберігання, перетворення енергії, реалізацію оптимальних режимів роботи устаткування, живлення споживачів з нестандартними параметрами й т. ін. На перше місце серед акумуляторів енергії в багатьох галузях застосування виходять електрохімічні акумулятори. Вони знаходять все більше поширення в електроенергетичних системах, автономних енергетичних установках, транспортних системах, бортовому устаткуванні, технологічній апаратурі, електрофізичних стендах, тощо. Проектування таких установок та систем потребує визначення параметрів та характеристик електрохімічних акумуляторів при заданих режимах експлуатації.

Актуальність досліджень. Найбільш суттєво на параметри електрохімічного акумулятора впливає робоча температура. Експериментально отримані дані, що надаються виробниками, дозволяють визначити лише деякі параметри акумуляторів при стандартних та певних фіксованих значеннях температури. Для більш точного прогнозування роботи електрохімічних акумуляторів використовують моделювання [1, 2].

Постановка задачі. В даній роботі запропоновано моделі стендів з дослідження параметрів електрохімічних акумуляторів в Matlab/Simulink та проведено визначення впливу температурних умов роботи акумуляторної батареї на її параметри та характеристики.

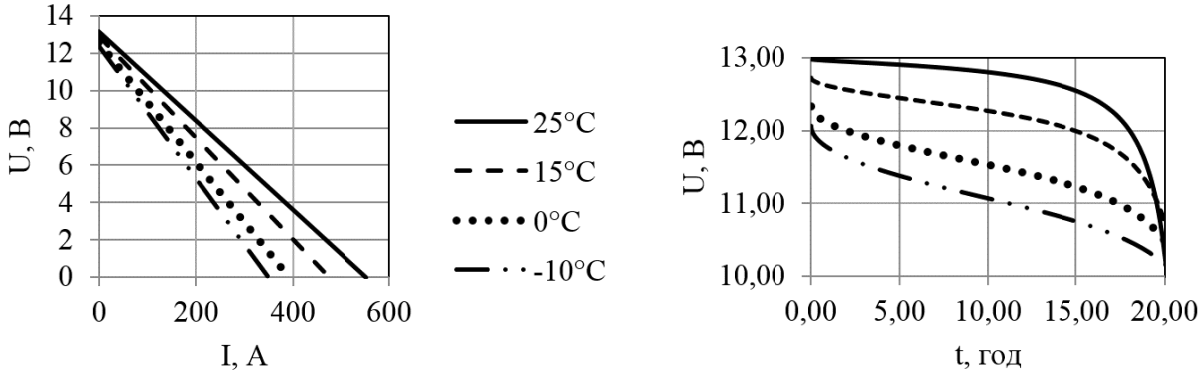
Результати досліджень. В програмному середовищі Matlab/Simulink розроблено моделі схем вимірювання вольт-амперної та розрядної характеристик (рис. 1). Модель електрохімічного акумулятора представлено блоком Battery з включеним тепловим портом H, до якого підключено блок Convective Heat Transfer для імітації теплообміну шляхом конвекції між поверхнею акумулятора та оточуючим середовищем. В блоці Battery використано параметри свинцевої акумуляторної батареї (АКБ) OP1290.



а) б)

Рисунок 1 – Імітаційні моделі схем вимірювання:
а – вольт-амперної характеристики; б – розрядної характеристики

Проведено моделювання вимірювань вольт-амперних та розрядних характеристик АКБ в діапазоні температур від -10°С до +25 °С (рис. 2).



а) б)

Рисунок 2 – Вольт-амперні (а) та розрядні (б) характеристики акумуляторної батареї OP1290 в діапазоні температур від -10°С до +25 °С

На основі отриманих даних визначено параметри АКБ: внутрішній опір, максимальна потужність, розрядний кінцевий струм, початкову розрядну напругу, середню напругу розряду, а також ємність і енергію та їх питомі значення (табл. 1).

Таблиця 1

Параметри АКБ OP1290

Параметри	Температура			
	25 °С	15 °С	0 °С	-10 °С
$R_б$, Ом	0,024	0,027	0,032	0,035
P_{max}, Вт	1815,31	1539,96	1234,96	1087,10
I_{pk}, А	552,35	475,88	391,68	350,48
$U_{пр}$, В	13,15	12,94	12,61	12,41
$\bar{U}_р$, В	12,64	12,22	11,64	11,37
Q, А·год.	8,91	8,61	7,83	6,65
Q_G, А·год./кг	3,49	3,30	3,07	2,71
Q_V, А·год./л	9,66	9,11	8,49	7,50
$W_р$, Вт·год	108,40	103,30	92,32	78,71
W_G, Вт·год./кг	42,51	40,51	36,21	30,86
W_V, Вт·год./л	117,50	111,96	100,07	85,31

Згідно табл. 1 визначено, що при зменшенні температури від 25 °С до -10 °С струм та потужність зменшуються на 36% та 40% відповідно, а напруга зменшується на 6%. Погіршення параметрів пов'язано зі збільшенням внутрішнього опору акумуляторної батареї. Ємність при температурі -10°С становить 75% від номінальної ємності, при 0°С – 88%, а при 15°С - 96 %, що корелює з даними, наданими виробником. Розбіжність не перевищує 3%, що свідчить про коректність запропонованої моделі.

Проведено визначення температурних коефіцієнтів досліджуваних параметрів в діапазоні температур від -10°С до +25°С та отримано рівняння температурних залежностей параметрів АКБ ОР1290:

$$R_б = 0{,}0238 \cdot \left(1 - 0{,}01261 \cdot (T - 25°C)\right);$$
$$P_{max} = 1782{,}20 \cdot \left(1 + 0{,}01163 \cdot (T - 25°C)\right);$$
$$I_{рк} = 543{,}12 \cdot \left(1 + 0{,}01058 \cdot (T - 25°C)\right);$$
$$U_{пр} = 13{,}15 \cdot \left(1 + 0{,}00162 \cdot (T - 25°C)\right);$$
$$\bar{U}_Р = 12{,}61 \cdot \left(1 + 0{,}00290 \cdot (T - 25°C)\right);$$
$$Q = 9{,}09 \cdot \left(1 + 0{,}00689 \cdot (T - 25°C)\right);$$
$$W_р = 110{,}21 \cdot \left(1 + 0{,}00753 \cdot (T - 25°C)\right),$$

за якими можна визначити параметри АКБ ОР1290 при заданій температурі з досліджуваного температурного діапазону.

Висновки. В програмному середовищі Matlab/Simulink розроблено моделі стендів з вимірювання вольт-амперних та розрядних характеристик. Промодельовано випробування АКБ ОР1290 в температурному діапазоні від 25 °С до -10 °С. Порівняння отриманих даних з даними виробника показало коректність запропонованої моделі. Визначено температурні коефіцієнти та отримано температурні залежності параметрів АКБ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Chacón H.E. Modelling, Parameter Identification, and Experimental Validation of a Lead Acid Battery Bank Using Evolutionary Algorithms / H. Eduardo Ariza Chacón, Edison Banguero, Antonio Correcher, Ángel Pérez-Navarro, Francisco Morant // Energies. – 2018. – Vol. 11, N2361. – 14 p.
2. Hinz H. Comparison of Lithium-Ion Battery Models for Simulating Storage Systems in Distributed Power Generation / Hartmut Hinz // Inventions. – 2019. – Vol. 4, N41. – 22 p.

УДК 004.422

ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ РОБОТИ З РОЗРАХУНКОВИМИ МОДУЛЯМИ САПР AUTODESK INVENTOR ТА SOLIDWORKS В УМОВАХ ВИВЧЕННЯ СТАТИЧНОГО АНАЛІЗУ МІЦНОСТІ ДЕТАЛІ

Сімінченко І.П., Бергер Є.Е.
Херсонський національний технічний університет

Тривимірне проектування стало стандартом, де-факто при розробці деталей і систем у багатьох галузях промисловості. 3D-технологія впроваджується в усі підприємства машинобудівної галузі. Її застосування дає великий економічний ефект. При проектуванні в 3D помилки можуть бути знайдені і виправлені перш, ніж деталь дійде до виробництва. Раннє моделювання та симуляція на комп'ютері таких проблем, як неправильні розміри, неправильний вибір матеріалу, перетину деталей, - все це значно скорочує загальний цикл проектування і, отже, зменшує його вартість.

В даний час при розробці деталей важливо ще на самих ранніх стадіях проектування отримувати інформацію про взаємодію між собою окремих частин конструкції, її працездатності (зокрема, міцності). Відповідно до сучасних тенденцій розвитку проектування для вирішення перерахованих вище питань застосовуються системи тривимірного твердотільного моделювання. Розглянемо можливості деяких з них:

- Autodesk Inventor Professional, що має вбудований модуль кінцево-елементного аналізу (ліцензований у компанії ANSYS) для розрахунків статичної міцності і частоти власних коливань (найпоширеніших видів інженерних розрахунків) конструкцій.
- Solidworks Simulation - Рішення SOLIDWORKS® і 3DEXPERIENCE® Works для імітаційного моделювання надають інтегровані інструменти аналізу для проектувальників, конструкторів і аналітиків - від прочностного аналізу та обчислювальної гідродинаміки до імітаційного моделювання ливарного й передових хмарних функцій на базі технологій Abaqus.

Розрахунковий модуль Autodesk Inventor Professional надає наступні можливості:

- виконання розрахунків для кожної деталі окремо;
- завдання всіх основних видів обмежень (зв'язків) і навантажень;
- зміна розміру сітки кінцевих елементів;
- перевірка збіжності рішення, автоматичне уточнення сітки в районі виникнення найбільших напруженнь конструкції;
- визначення взаємодії деталей:
- повторний розрахунок, при внесенні змін у конструкцію в модулі проектування;
- формування звіту в форматі HTML, що включає таблиці і малюнки.

Inventor дозволяє виконувати розрахунок деталі на міцність. Розрахунок виконується методом кінцевих елементів. Створимо нову деталь. Намалюємо коло діаметром 20 мм з центром на початку координат. Приймаємо ескіз. Виконаємо операцію Витискання. Введемо значення 300 мм. Натискаємо ОК. Назвемо деталь Стрижень і збережемо її.

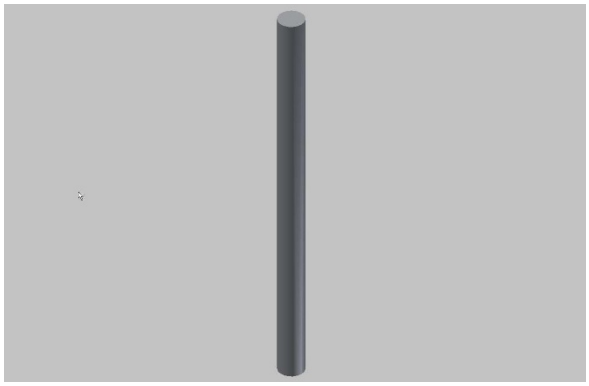


Рисунок 1 – Інтерфейс ПЗ Autodesk Iventor. Моделювання

Вибираємо Сталь низьковуглецева і натискаємо Створити. На вкладці Середовища вибираємо Аналіз напружень. На стрічці стає доступним меню аналізу напружень.

Натиснемо Створити моделювання, назвемо його Розрахунок на вигин. Інші налаштування залишимо поки без змін. Далі вкажемо залежність для розрахунків. Виберемо Залежність фіксації. Зазначимо на торцеві площини стрижня.

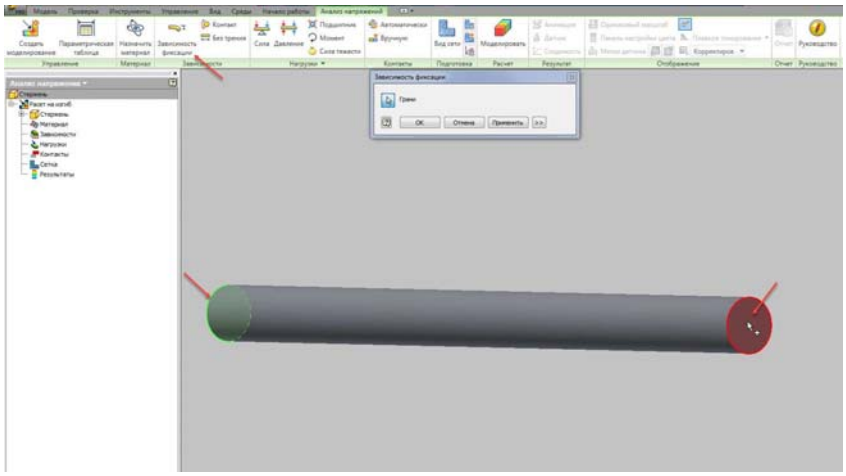


Рисунок 2 – Інтерфейс ПЗ Autodesk Iventor. Фіксація деталі

На панелі Навантаження виберемо Сила. Положення сили вкажемо на поверхні стрижня. Поставимо галочку Використовувати векторні компоненти. Введемо точне значення сили - 1000 Н по осі Y.

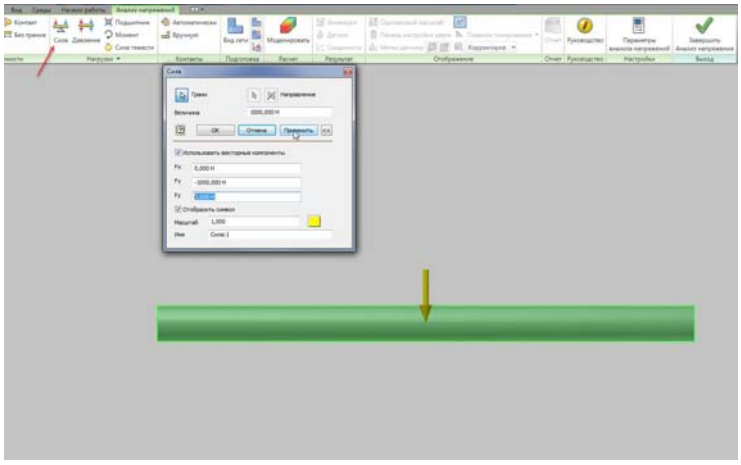


Рисунок 3 – Інтерфейс ПЗ Autodesk Iventor. Нагруження

Для більш точного отримання результатів бажано налаштувати сітку. Натиснемо значок Налаштування сітки. Тут можна задавати середній розмір елементів. Введемо 0,05, максимальний розмір введемо 0,1.

Залежно від потужності комп'ютера, можна задавати і менші значення - від цього буде залежати точність розрахунків. Для виконання розрахунку натиснемо Моделювати. Натискаємо Виконати. Тривимірні напруги і навантаження утворюються в декількох напрямках.

Ці багатьох напрямах напруги сумуються для отримання еквівалентного напруги, яке також називається напругою по Мізесу.

Результат розрахунку представляється саме напругою по Мізесу.

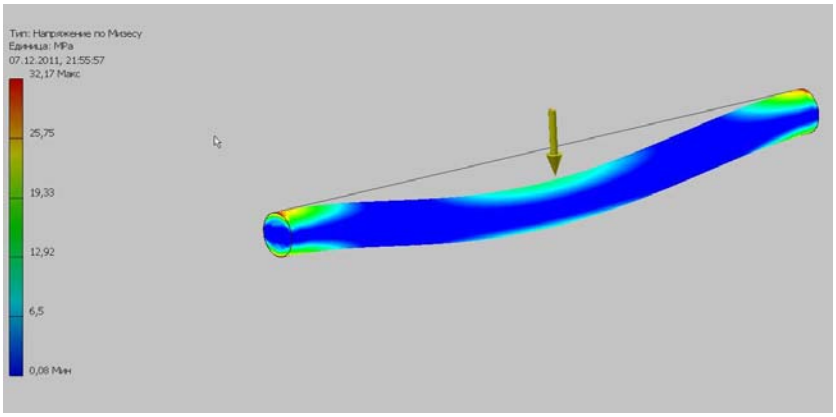


Рисунок 4 – Інтерфейс ПЗ Autodesk Iventor. Результати. Навантаження.

Також в розкривних папках можна переглядати напруження, зміщення і деформацію в кожному напрямку.

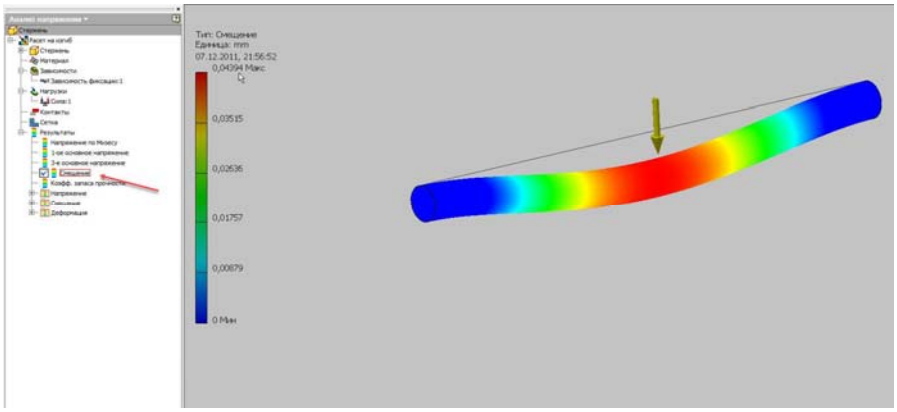


Рисунок 5 – Інтерфейс ПЗ Autodesk Iventor. Результати. Навантаження.

На панелі Результат можна переглядати анімацію навантаження.

На панелі Звіт можна створювати звіт по всім результатами розрахунку. Він зберігається в HTML файлі. У звіті зазначаються всі дані по розрахунку.

Розрахунковий модуль Solidworks Simulation надає наступні можливості:

• Навантаження і обмеження
• Виявлення активних точок напруги
• Лінійне статичну імітаційне моделювання для збірок
• Порівняльні дослідження проектів
• Моделювання методом скінченних елементів (МСЕ)

Дослідження оптимізації топології

Для наочного порівняння принципів роботи з розрахунковим модулем Solidworks Simulation виконаємо проектування ідентичною деталі і її вивчення статичного аналізу міцності, як і в Autodesk Inventor:

Створимо нову деталь. Виконаємо операцію Витискання

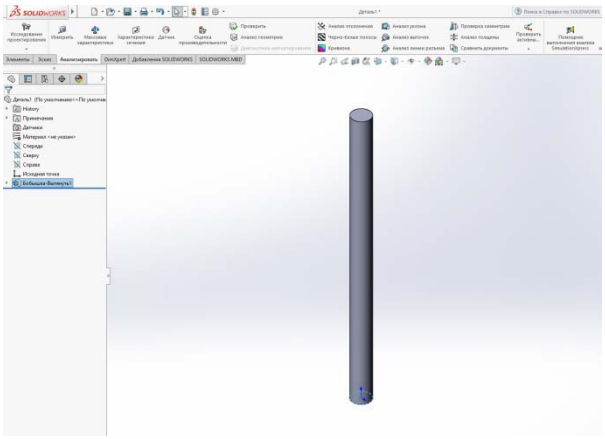


Рисунок 6 – Інтерфейс ПЗ Solidworks. Моделювання

Вибираємо Сталь низьковуглецева. Далі вкажемо залежність для розрахунків. Виберемо Залежність фіксації. Зазначимо на торцеві площини стрижня.

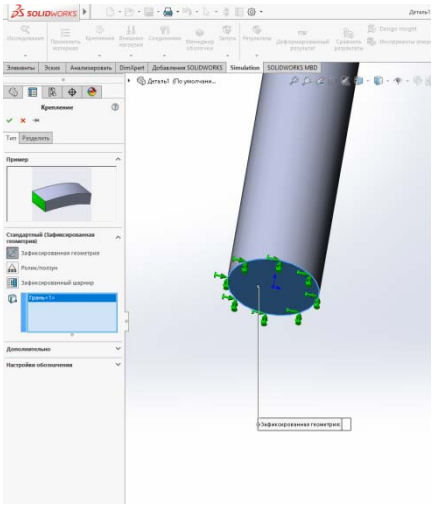


Рисунок 7 – Інтерфейс ПЗ Solidworks. Фіксація деталі

В дереві побудови пункт навантаження виберемо Сила. Положення сили вкажемо на поверхні стержня. Вкажемо напрямок дії сили вертикально по осі Y. Введемо точне значення сили - 1000 Н

Для виконання розрахунку натиснемо Створити сітку та запустити.

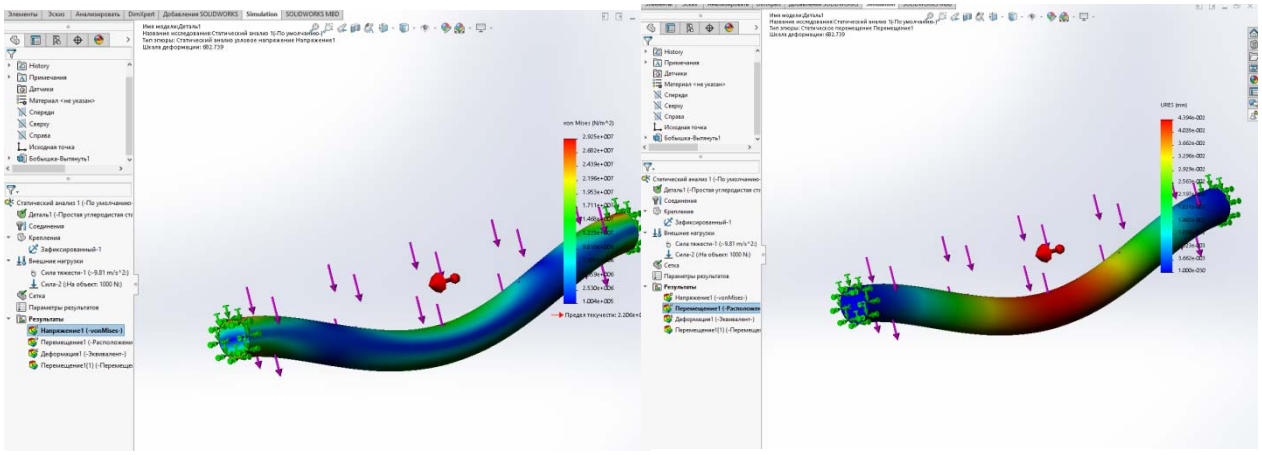


Рисунок 8 – Інтерфейс ПЗ Solidworks. Результати. Навантаження.

Розрахунок показав, що міцність деталі забезпечена повністю. З огляду на, що прикладена в якості розрахункової навантаження є піковою, можна говорити, що в робочому навантаженні міцність деталі забезпечена абсолютно.

Наведені вище приклади наочно демонструють основні принципи роботи з модулями кінцево-елементного аналізу Autodesk Inventor Professional і Solidworks Simulation, можливості аналізу отриманих результатів та можливі вирішення виникаючих проблем.

Застосування розрахункових програм дозволяє істотно скоротити час і кошти, що витрачаються для визначення оптимальних параметрів конструкцій, але не може абсолютно замінити випробування. Питання залишається в вартості програмних продуктів і в кваліфікації викладача в тій чи іншій САПР для вибору первинного ПЗ для навчання студентів. І в цьому питанні правила диктує роботодавець. Саме вони формують попит на фахівців в тому чи іншому напрямку, з достатньою кваліфікацією в тій чи іншій системі автоматизованого проектування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Інтернет-джерело www.autodesk.com
2. Інтернет-джерело www.solidworks.com
3. Настасенко В.О. Проблеми й перспективи САПР на кафедрі технології машинобудування ХНТУ / В.О. Настасенко, О.В. Малигін, І.П. Сімінченко // Вісник ХНТУ, № 3 (23), 2005 р. С.240-244

СЕКЦІЯ 7
«РОЗВИТОК НАУКИ ПРО ЖИТТЯ І ЗАХИСТ ДОВКІЛЛЯ»

УДК 662.767.2

БЕЗОПАСНОСТЬ ДОБЫЧИ СВАЛОЧНОГО ГАЗА НА ПОЛИГОНЕ ТБО

Крекотень Е. Г.
Винницкий национальный технический университет

Вступление. Одной из приоритетных целей государственной энергетической политики Украины является рост уровня топливно-энергетической независимости [1]. Вместе с тем, существуют определенные негативные тенденции, которые наблюдаются в системе традиционной энергетики, по ряду причин связаны с проблемой обеспеченности углеводородными топливно-энергетическими ресурсами государства. Это создало предпосылки необходимости развития отдельных сегментов альтернативной энергетики.

В такой ситуации чрезвычайно актуальным для Украины возникает вопрос добычи и использования возобновляемых источников энергии, одним из которых является свалочный газ (СГ). Энергия, полученная из СГ, относится к возобновляемой, поскольку исходит из органического возобновляемого субстрата, который оказывает большее значение производству газа в биогазовых установках.

Потребления благ цивилизации постоянно растет, а с ним растет и количество отходов. Красочные упаковки, одноразовые изделия и еще многое из того, что делается для широкого потребления, неизменно превращается в утиль. Сколько бы не удавалось трамбовать мусорное ведро – выносить мусор все же придется. А значит, существует острая необходимость в изобретении новых способов переработки отходов [2].

Твердые бытовые отходы (ТБО), которые в отличие от твердых промышленных отходов [3-5], представляют собой смесь органических веществ различного происхождения, является высококалорийным топливом, не уступающим по энергетическим показателям традиционному бурому углю [6]. Получая энергию из мусора одновременно решается проблема утилизации ТБО.

Топливо, получаемое из обычных ТБО, бывает: 1) газообразное (СГ, содержащий метан) 2) твердое; 3) жидкое.

В настоящее время в различных странах создаются мусороперерабатывающие заводы, оборудованные специальными хранилищами, оснащенными для правильного хранения ТБО с целью получения из них СГ. Но, низкокалорийное газообразное топливо плохо поддается транспортировке, и поэтому оно, как правило, используется непосредственно на месте его добычи для производства электрической и тепловой энергии.

Твердое топливо с ТБО [7] является высококалорийной фракцией, которая состоит из бытовых отходов. Этот вид топлива нашел широкое применение как дешевый заменитель горючих полезных ископаемых и может заменять такие ресурсы как: бурый уголь, каменный уголь, нефтепродукты, древесина.

Жидкое топливо – синтетическое дизельное топливо, которое можно использовать в двигателях внутреннего сгорания. Оно выгодно отличается от дизельного топлива, получаемого на основе нефти, поскольку оно не имеет в своем составе серы, которая засоряет двигатели, в свою очередь негативно сказывается на их долговечности.

Одним из основных способов удаления ТБО во всем мире остается их захоронения в приповерхностном геологической среде. В этих условиях отходы подвергаются интенсивному биохимическому разложению с образованием СГ [8-12]. К основным компонентам СГ относят не только парниковые газы (метан и диоксид углерода), но и такие токсичные соединения как оксид углерода, оксиды азота, сероводород, диоксид серы [13]. В процессе термического воздействия и возгорания отходов выделяются канцерогенные соединения, – бензол, бензапирен. Эмиссия свалочных газов, поступающих в окружающую среду, имеет негативные эффекты как локального, так и глобального геоэкологического характера.

В результате анаэробного (при полном отсутствии кислорода) разложения органической фракции ТБО из общего количества метана, который ежегодно поступает в атмосферу, 40...70% образуется в результате антропогенной деятельности, причем 20% из них приходятся на объекты захоронения ТБО. Подсчитано, что из одной тонны ТБО образуется около 200 м^3 СГ. При этом первые 15...20 лет при разложении одной тонны ТБО выделяется до 7,5 м^3 СГ в год. В дальнейшем интенсивность выделения СГ резко сокращается.

В зависимости от содержания метана, СГ имеет удельную теплоту сгорания в пределах от 15 до 25 МДж/м^3 (3600...4800 ккал/м^3), что соответствует 1/2 теплоты сгорания природного газа. В среднем теплота сгорания СГ составляет 4200 ккал/м^3. По теплоте сгорания 1 м^3 СГ эквивалентен 0,8 м^3 природного газа, 0,7 кг мазута или 1,5 кг дров.

СГ является одной из причин вспышки ТБО на полигонах и свалках. При содержании в воздухе 5...15% метана и 12% кислорода образуется взрывоопасная смесь. Контролировать же концентрацию метана и других компонентов СГ можно с помощью газоанализатора, подробно рассмотренного и описанного в работах [14, 15].

СГ имеет также негативное влияние на растительный покров, подавляя растительность на прилегающих к полигонам ТБО площадях (механизм влияния связан с насыщением СГ порового пространства почвы и вытеснением из него кислорода).

СГ относится к числу газов, создающих «парниковый эффект» и влияют на изменение климата Земли в целом. «Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата» [16] обязывает страны-участницы минимизировать выбросы в атмосферу парниковых газов, таких как метан и диоксид углерода (выброс в атмосферу 1 м^3 метана по своим губительными последствиями для изменения климата эквивалентный выброса в атмосферу около 25 м^3 диоксида углерода). В связи с этим уменьшение выбросов СГ в атмосферу обеспечивает не только улучшение экологической ситуации вокруг полигонов ТБО, но и способствует выполнению Украиной своих международных обязательств.

Необходимость снижения загрязнения окружающей среды и энергосбережения заставляет более рационально использовать традиционные энергоресурсы, искать другие, желательно недорогие и возобновляемые источники энергии, к которым в последнее время все чаще относят ТБО, образующихся в значительных количествах и, как правило, не находят применения и загрязняющих окружающую среду, являются возобновляемыми вторичными энергетическими ресурсами. В настоящее время интенсивно развиваются два основных направления энергетической утилизации ТБО, их сжигания и захоронения с получением СГ.

Сжигание ТБО требует дорогостоящих систем очистки, поэтому более широко распространено во всем мире полигонное захоронение ТБО [17]. Главное преимущество технологии захоронения – простота, сравнительно небольшие капитальные и эксплуатационные расходы, и относительная безопасность.

Для энергетики развитых стран использование СГ не имеет решающего значения, но пренебрегать этим источником не стоит как по экологическим, так и по экономическим соображениям, что подтверждается опытом многих стран. В ЕС принята директива,

которой установлено требование сбора и утилизации СГ из всех свалок, где были захоронены ТБО, биологически разлагающихся для минимизации вредных воздействий на окружающую среду и здоровье человека. СГ, что образуется на свалках с начала 80-х годов интенсивно добывается во многих странах. На сегодня общее количество используемого СГ составляет примерно 1200000000 $м^3$/год, что эквивалентно 429 тыс. т метана, или 1% его глобальной эмиссии.

В настоящее время в мире всего используется или разрабатывается около 60 разновидностей биогазовых технологий. Среднее время эксплуатации одной скважины составляет 15 лет, ориентировочный срок окупаемости проекта составляет от 4 до 5 лет.

Более подробно рассмотрим процесс образования СГ и его особенности. СГ возникает в результате разложения органической субстанции бактериями [18-20]. Различные группы бактерий разлагают органические субстраты, состоящие преимущественно из воды, белка, жира, углеводов и минеральных веществ на их первоначальные составляющие – углекислый газ, минералы и воду. Как продукт обмена веществ при этом образуется смесь газов, которая получила название СГ. Горючий метан (CH_4) составляет от 5% до 85% и является основной составляющей СГ, а следовательно и главным энергоемким компонентом.

Данный природный процесс разложения возможен только в анаэробных условиях в специальных биогазовых установках. Энергия, освобождается в результате анаэробного процесса, не утрачивается и в результате жизнедеятельности метановых бактерий она превращается в молекулы метана.

Сущность процесса получения СГ заключается в разложении биомассы под влиянием трех видов бактерий: гидролизных, кислотообразующих, метанобразующих.

Образование СГ можно разделить на четыре фазы:

1. Гидролизная фаза, во время протекания которой в результате жизнедеятельности бактерий, устойчивые субстанции (протеины, жиры и углеводы) разлагаются на простые составляющие (аминокислоты, глюкозу, жирные кислоты).

2. Кислотообразующая фаза. Составляющие, полученные во время гидролизной фазы, разлагаются кислотообразующими бактериями на другие органические вещества (уксусная, пропионовая кислоты, спирты и альдегиды) и неорганические вещества H_2, CO_2, N_2, H_2S. Этот процесс происходит до тех пор, пока развитие бактерий не замедлится под действием образованных кислот.

3. Ацетогенна фаза, во время которой под влиянием ацетогенних бактерий из образовавшихся кислот производится уксусная кислота.

4. Метаногенеза, в результате которого уксусная кислота разлагается на метан, углекислый газ и воду. Водород и углекислый газ превращаются в метан и воду.

Все описанные реакции протекают одновременно, причем метанобразующие бактерии предъявляют к условиям своего существования значительно более высокие требования, чем кислотообразующие.

Весь это сложный комплекс преобразований осуществляет большое количество микроорганизмов – до нескольких сотен видов. Из них преобладающими являются гидролитические, бродильные, синтрофные и метановые группы. Качественный и количественный состав микроорганизмов сильно зависит от состава бродильных органических веществ и условий, создаваемых в окружающей среде.

Состав СГ зависит от содержания сероводорода и других газов, параметров проведения процесса. Данные о сравнении состава природного и биогаза приведены в работе [13].

Энергоемкость СГ напрямую зависит от концентрации в нем метана, который представляет собой бесцветный, нетоксичный газ, который легче воздуха и не имеет запаха. При сжигании метана образуется двуокись углерода и водяной пар. При содержании более 60% метана СГ считается очень ценным топливом [21].

Выводы. Итак, большие перспективы получения и дальнейшего использования свалочного газа имеет технология переработки ТБО на полигонах их захоронения в том, что при этом может быть достигнуто: улучшение экологического состояния, дополнительная энергетическая выгода, увеличение топливно-энергетического потенциала и энергетической независимости нашего государства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Березюк О.В. Застосування комп'ютерних технологій під час вивчення студентами дисциплін циклу безпеки життєдіяльності / О.В. Березюк // Педагогіка безпеки : міжнародний науковий журнал. – 2016. – № 1 (1). – С. 6-10.
2. Энергетический потенциал свалочного газа на полигонах ТБО [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу : http://docplayer.ru/33671637-Energeticheskiy-potencial-svalochnogo-gaza-na-poligonah-tbo-analiticheskaya-zapiska.html (дата звернення 27.02.19). – Назва з екрана.
3. Ковальський В.П. Передумови активації золи-винесення відходами глиноземного виробництва / В.П. Ковальський // Матеріали VIII міжнародної науково-практичної конференції "Наука і освіта". – 2005. – С. 31 – 32.
4. Лемешев М.С. В'яжучі з використанням промислових відходів Вінниччини / М.С. Лемешев // Тези доповідей XXIV міжнародної науково-практичної конференції "Інформаційні технології : наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я", Харків, 18-20 травня 2016 р. – Харків : НТУ "ХПІ". – С. 381.
5. Ковальський В.П. Шламозолокарбонатий прес-бетон на основі відходів промисловості / В.П. Ковальський, А.В. Бондарь // Тези доповідей XXIV міжнародної науково-практичної конференції, Харків, 18-20 травня 2015 р. – Харків, НТУ «ХПІ», 2015. – С. 209.
6. Рижий В.К. Утилізація твердих побутових відходів на наявних комунальних ТЕЦ / В.К. Рижий, Т.І. Римар, І.Л. Тимофєєв // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2011. – № 712 : Теплоенергетика. Інженерія довкілля. Автоматизація. – С. 17-22.
7. Топливо RDF – опасная альтернатива «зелёным» источникам энергии [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу : http://ecolog-ua.com/news/toplyvo-rdf-opasnaya-alternatyva-zelyonym-ystochnykam-energyy (дата звернення 28.02.19). – Назва з екрана.
8. Березюк О.В. Моделювання поширеності способів утилізації звалищного газу для розробки обладнання та стратегії поводження з твердими побутовими відходами / О.В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2014. – № 5. – С. 65-68.
9. Березюк О.В. Виявлення параметрів впливу на питомий об'єм видобування звалищного газу / О.В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2012. – № 3. – С. 20-23.
10. Березюк О.В. Регресія площі полігону твердих побутових відходів для видобування звалищного газу / О.В. Березюк, М.С. Лемешев // Мир науки и инноваций. – Иваново : Научный мир, 2015. – Т. 5. – № 1 (1). – С. 48-51.
11. Березюк О.В. Моделювання ефективності видобування звалищного газу для розробки обладнання та стратегії поводження з твердими побутовими відходами / О.В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2013. – № 6. – С. 21-24.
12. Березюк О.В. Розробка математичної моделі прогнозування питомого потенціалу звалищного газу / О.В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2013. – № 2. – С. 39-42.
13. Березюк О.В. Моделирование состава биогаза при анаэробном разложении твердых бытовых отходов / О.В. Березюк // Автоматизированные технологии и производства. – 2015. – № 4 (10). – С. 44-47.
14. Крекотень Є.Г. Вимірювач концентрації вибухонебезпечних газів у повітрі /

Є.Г. Крекотень, О.В. Березюк // Пожежна та техногенна безпека : наука і практика : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів, 15-16 травня 2018 р. – Черкаси, 2018. – С. 162-163.
15. Крекотень Є.Г. Реалізація мікроконтролерного газоаналізатора для реєстрації вибухонебезпечних газів [Електронний ресурс] / Є.Г. Крекотень, Д.Х. Штофель, С.В. Костішин // Матеріали XLVII наук.-технічн. конф. підрозділів ВНТУ, Вінниця, 14-23 березня 2018 р. – Режим доступу : https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-frtzp/all-frtzp-2018/paper/view/4888.
16. Рамкова конвенція Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу : https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_044 (дата звернення 28.02.19). – Назва з екрана.
17. Березюк О.В. Визначення параметрів впливу на шляхи поведінки з твердими побутовими відходами / О.В. Березюк // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві : Науково-технічний збірник. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2011. – № 2 (10). – С. 64-66.
18. Зомарев А.М. Санитарно-гигиенический мониторинг полигонов захоронения твердых бытовых отходов (ТБО) на этапах жизненного цикла : автореф. дисс. на соискание уч. степени докт. мед. наук / А.М. Зомарев. – Пермь : 2010. – 50 с.
19. Березюк О.В. Моделювання витрат на анаеробне розкладання твердих побутових відходів / О.В. Березюк, Л.Л. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2015. – № 3. – С. 57-60.
20. Березюк О.В. Побудова моделей залежності концентрацій сапрофітних бактерій у ґрунті від відстані до полігону захоронення твердих побутових відходів / О.В. Березюк, Л.Л. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2017. – № 1. – С. 36-39.
21. Батракова Г.М. Моделирование переноса и рассеивания в атмосферном воздухе метана, эмитированного с территории захоронения твердых бытовых отходов / Г.М. Батракова, М.Г. Бояршинов, В.Д. Горемыкин // Вестник Воронежского государственного университета. Серия : Геология. – 2005. – № 1. – С. 256-262.

УДК 628-1/-9

СОВРЕМЕННЫЕ МУСОРОВОЗЫ НА РЫНКЕ ТРАНСПОРТИРОВКИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Мельничук О.И.
Винницкий национальный технический университет

Введение. Одной из основных задач коммунальных служб является приобретение мусоровозов и евроконтейнеров для раздельного сбора и вывоза твердых бытовых отходов. Актуальность этого вопроса для объединенных территориальных общин состоит в решении основной экологической проблемы – загрязнение окружающей среды твердыми бытовыми отходами, пластиком, стеклом, бумагой, которые вместе с промышленными отходами [1, 2] представляют серьезную угрозу для окружающей среды. Если учесть, что большую часть отходов составляют упаковочные материалы, то становится понятным, что одним из эффективных способов решения проблемы отходов является дифференцированное (раздельное) их сбора [3], так как большую часть бытовых отходов составляют материалы, которые можно использовать повторно или перерабатывать, если извлечь соответствующие фракции на стадии первичного сбора. Повторной переработке подлежат бумага, стекло, металлические и алюминиевые банки,

текстиль, пластик, органические отходы. Все эти материалы, полученные при сортировке, находят спрос со стороны организаций, занимающихся приемом вторсырья [4].

В Украине и мире проводятся многочисленные исследования сбора, переработки, транспортировки, депонирования отходов. Среди этих исследований следует отметить работы С. А. Владимирова, С. А. Довганя, Я. И. Вайсмана, В. Н. Коротаева, Ю. В. Петрова, Е. Е. Мариненко, Ю. Л. Беляеву, Г. П. Комину (2001), А. М. Шаимову, Л. А. Насырова, Г. Г. Ягафарова, Р. Г. Фасхутдинова (2006), Л. П. Игнатьеву, Н. А. Потапова, Н. В. Коритченкова, А. И. Бондаря (2008), Т. В. Ашихмин, Т. В. Овчинникову, В. И. Федянина, Г. И. Архипову, Ю. А. Галушку, Т. А. Зайцеву, Н. И. Латышевского, Е. В. Юдину, Г. А. Бобунова (2009) и др., которые освещают влияние складирования отходов на организм человека [5].

Проблеме раздельного сбора отходов, транспортной логистике отходов, формированию логистических затрат, уровню и динамике тарифов посвящена научная работа [6]. Изложенные исследования существующих мощностей в сфере переработки отходов, определены основные модели реализации логистической цепи обращения с твердыми бытовыми отходами.

Для изменения сложившейся ситуации необходимо внедрить систему организованного вывоза мусора и в корне изменить сознание граждан по отношению к обращению с твердыми бытовыми отходами. Для эффективной борьбы с несанкционированными свалками загромождением лесополос предполагается внедрить систему раздельного сбора бытовых отходов, позволяющую каждому в удобное для него время выносить мусор, не дожидаясь приезда мусоровоза, решать многие проблемы в домашнем быту, что позволит избавиться излишков в домах, а также на улицах, в лесополосах общины и прилегающей к ней территории.

Машина-мусоровоз представляет собой грузовой автомобиль на шасси КАМАЗ, ЗИЛ, ГАЗ, МАЗ. Среди импортных моделей можно встретить Bruder, Farid, Mieller, Riko, Sherling. Каждая из моделей имеет свою маркировку готового мусоровоза.

В Украине выпускаются транспортные средства для перевозки большого количества отходов. Компания «Світ маніпуляторів» реализует мусоровозы на базе шасси ЗИЛ, МАЗ, КАМАЗ и другие модели с боковым и задней загрузкой. На рис. 1 показан общий вид мусоровозов КО-431-03 и КО-426 с боковой загрузкой [7].

Основные операции, которые должен проводить мусоровоз – это загрузка твердых бытовых отходов, их уплотнение, транспортировку и выгрузку на свалочные площадки, мусоросжигательные пункты или мусороперерабатывающие заводы.

Существуют различные классификации этого типа спецтехники. В зависимости от способа загрузки различают:

- мусоровозы с боковой загрузкой – происходит вручную с применением манипулятора или кантователя;
- мусоровозы с задней загрузкой – ручным способом с помощью автопогрузчика или механизированным способом;
- контейнерный мусоровоз – в оставленный контейнер набирают мусор, после чего устанавливают на шасси и вывозят в нужное место;
- мусоровозы с фронтальной (передней) загрузкой – процесс загрузки отходов происходит через кабину в люк, расположенный на крыше кузова.

В зависимости от грузоподъемности различают следующие типы мусоровозов [8]:

- малого тоннажа – от 1 до 3,5 т;
- среднего тоннажа – от 4 до 5,5 т;
- большого тоннажа – от 5,7 до 12,5 т.



а)



б)

Рисунок 1 – Мусоровоз КО-431-03 (а) и КО 426 (б) с боковой загрузкой

Мусоровозы различаются также по типу контейнера: открытые и закрытые. Оба вида, если не доукомплектованы дополнительным оборудованием, загружаются вручную. Дальнейшая транспортировка груза происходит обычным способом.

Модели мусоровозов [9-12], оснащенные манипуляторами, автопогрузчиком или прессом, управляются автоматическим способом, ключевую роль в котором играет водитель-оператор. В большинстве мусоровозов этого типа применяется гидравлический привод [13-18].

Для районов, где собирается большое количество отходов, используется техника с прицепами. Это оптимальный вариант для сокращения количества поездок, а также задействованной техники. Естественно, что увеличивается грузоподъемность такой техники. Но не все грузовики рассчитаны на обустройство прицепами. Такие автомобили должны иметь хорошие тяговые свойства.

Также проблемой общегосударственного уровня является изъятие опасных отходов из общего контейнера с мусором для дальнейшей переработки [19].

Без сомнения депонирования твердых бытовых отходов на открытой территории является нежелательным явлением, однако оно наиболее распространенное в Восточной Европе. Это связано прежде всего с нестабильной экономической ситуацией в странах, низким уровнем внедрения мусороперерабатывающих заводов и недостаточной нормативно-правовой базой обращения с отходами [20].

Выводы. Внедрение схемы раздельного сбора ТБО в Украине соответствует мировым подходам в обращении с отходами, и будет способствовать улучшению экологического состояния окружающей среды, позволит повторно использовать сырье, экономить ресурсы и средства для общества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковальський В.П. Шламозолокарбонатий прес-бетон на основі відходів промисловості / В.П. Ковальський, А.В. Бондарь // Тези доповідей XXIV міжнародної науково-практичної конференції, Харків, 18-20 травня 2015 р. – Харків, НТУ «ХПІ», 2015. – С. 209.

2. Лемешев М.С. В'яжучі з використанням промислових відходів Вінниччини / М.С. Лемешев // Тези доповідей XXIV міжнародної науково-практичної конференції "Інформаційні технології : наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я", Харків, 18-20 травня 2016 р. – Харків : НТУ "ХПІ". – С. 381.

3. Березюк О.В. Визначення параметрів впливу на частку диференційовано зібраних твердих побутових відходів / О.В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2011. – № 5. – С. 154-156.

4. Офіційний сайт Департаменту ДАІ України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.sai.gov.ua/.

5. Закон України «Про відходи». – Київ, 5 березня 1998 року № 187/98-ВР.
6. Фесіна Ю.Г. Оптимізація логістичного ланцюга поводження з твердими побутовими відходами / Ю.Г. Фесіна // Логістика : теорія та практика. – Луцький національний технічний університет, 2011. – №1.– С. 110-126.
7. Кран-маніпулятор, гідроманіпулятор – Світ Маніпуляторів (Турбівський машинобудівний завод) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://kran-manipulator.ub.ua/ua/goods/view/ 13475921/all/smittevoz-ko-426-z-bokovim-zavantajennyam-kupiti-v-ukrayini/
8. Машина-сміттєвоз – основні види [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://analitic.ub.ua/28050-mashina-smittevoz--osnovni-vidi.html
9. Bereziuk O.V. Means for measuring relative humidity of municipal solid wastes based on the microcontroller Arduino UNO R3 / O.V. Bereziuk, M.S. Lemeshev, V.V. Bohachuk, M. Duk // Proceedings of SPIE, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments 2018. – 2018. – Vol. 10808, No. 108083G. – http://dx.doi.org/10.1117/12.2501557
10. Попович В.В. Ефективність експлуатації сміттєвозів у середовищі "місто-сміттєзвалище" / В.В. Попович, О.В. Придатко, М.І. Сичевський // Науковий вісник НЛТУ України. – 2017. – Т. 27, № 10. – С. 111-116.
11. Bereziuk O. Ultrasonic microcontroller device for distance measuring between dustcart and container of municipal solid wastes / O. Bereziuk, M. Lemeshev, V. Bogachuk, W. Wójcik, K. Nurseitova, A. Bugubayeva // Przeglad Elektrotechniczny. – Warszawa, Poland, 2019. – No. 4. – Pp. 146-150. – http://dx.doi.org/10.15199/48.2019.04.26
12. Савуляк В.І. Технічне забезпечення збирання, перевезення та підготовки до переробки твердих побутових відходів : монографія / В.І. Савуляк, О.В. Березюк. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – 217 с.
13. Berezyuk O. Approximated mathematical model of hydraulic drive of container upturning during loading of solid domestic wastes into a dustcart / O. Berezyuk, V. Savulyak // Technical Sciences. – 2017. – No 20 (3). – P. 259-273.
14. Березюк О.В. Привод зневоднення та ущільнення твердих побутових відходів у сміттєвозі / О.В. Березюк // Вісник машинобудування та транспорту. – 2016. – № 2. – С. 14-18.
15. Березюк О.В. Вплив характеристик тертя на динаміку гідроприводу вивантаження твердих побутових відходів із сміттєвоза / О.В. Березюк, В.І. Савуляк // Проблеми тертя та зношування. – 2015. – № 3 (68). – С. 45-50.
16. Berezyuk O.V. Dynamics of hydraulic drive of hanging sweeping equipment of dust-cart with extended functional possibilities / O.V. Berezyuk, V.I. Savulyak // TEHNOMUS – New Technologies and Products in Machine Manufacturing Technologies. – Suceava, Romania, 2015. – No 22. – P. 345-351.
17. Березюк О.В. Математичне моделювання динаміки гідроприводу робочих органів перевертання контейнера під час завантаження твердих побутових відходів у сміттєвоз / О.В. Березюк // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2013. – № 5. – С. 60-64.
18. Березюк О.В. Системи приводів робочих органів машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів / О.В. Березюк // Промислова гідравліка і пневматика. – 2017. – № 3(57). – С. 65-72.
19. Попович В.В. Логістична система транспортування небезпечних відходів в умовах міста / В.В. Попович, А.І. Бучковський, Н.П. Попович // Вісник ЛДУ БЖД. – 2013. – № 8. – С. 166-171.
20. Наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства України від 07.06.2010 р. № 176 "Методичні рекомендації з організації збирання, перевезення, перероблення та утилізації побутових відходів".

УДК 57.011

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ПОЛИГОНОВ ТБО

Наконечная А.В.
Винницкий национальный технический университет

Вступление. На сегодняшний день совместно с вопросами твердых промышленных отходов [1, 2], актуальными являются вопросы обращения твердых бытовых отходов (ТБО), требующих вложения значительных средств, а традиционный метод складирования мусора на свалках и полигонах становится малоэффективным и опасным для окружающей среды. Площадь свалок в Украине превышает площадь природных заповедников (7% против 4,5%). Ежегодно в Украине создается 12000 незаконных свалок, потому что полигонов ТБО недостаточно, большинство из них уже исчерпали свой ресурс. Таким образом, свалки стали фактором антропогенной нагрузки на окружающую среду. На каждого украинца сейчас приходится более 750 т отходов. Ежегодно образуется 670... 70 млн. т, или 15...17 т отходов на душу населения.

Переполненные полигоны и свалки выводят из использования огромные земельные площади, отравляют водоемы и воздух, являются инкубаторами болезнетворных организмов и рассадниками грызунов. Требования к полигонам ТБО постоянно растут, что повышает стоимость их захоронения.

Комплексная переработка ТБО, включая сортировку, термообработку, ферментацию и другие процессы, обеспечивает максимальную экологическую и экономическую эффективность.

Наиболее распространенными видами промышленной переработки ТБО является сжигание, ферментация, сортировка и их различные комбинации.

Во многих населенных, особенно густонаселенных, пунктах, на сегодняшний день, наиболее распространенным методом обращения с ТБО является их вывоз мусоровозами на полигоны [3-8]. Поэтому условия содержания данных территорий и захоронений является актуальной проблемой.

Основные расходы на содержание полигонов начинаются тогда, когда складирование ТБО завершено. Свалка «живет» долгие годы, выделяя фильтрат и газы. Разложение органического части ТБО с выделением газов продолжается почти 75 лет. Выделение газов из толщи ТБО, которое начинается практически сразу после складирования, достигает максимума через 25-30 лет, после чего выделение газа продолжается еще около 50 лет.

В работе [9] при определении отдельных показателей токсичности отходов установлено, что смесь ТБО с содержанием полимеров, резины, текстиля, дерева, железа, алюминия при горении выделяет опасные соединения, превышающих предельно допустимые концентрации и пагубно влияет на живые организмы.

Следовательно, подобные захоронения являются самыми мощными источниками загрязнения окружающей среды. Влияние полигона сопровождается смещением экологического равновесия в сторону преобладания эксплеорентных организмов, размножением синантропных животных, патогенными микроорганизмами [10].

С целью хотя бы частичной нейтрализации негативного воздействия на окружающую среду полигоны должны быть оборудованы стойкой гидроизоляцией, а также системой сбора и обезвреживания фильтрата, что выделяется из отходов. Также по мнению авторов работ [11-14] уменьшение количества фильтрата в ТБО можно достичь еще на стадии загрузки их в мусоровозы путем механического обезвоживания. В некоторых европейских странах на полигонах монтируют системы сбора метана, который затем сжигают в факеле или на энергетической установке в качестве топлива, в

зависимости от концентрации метана. Подобные системы требуют значительных затрат как при строительстве, так и при эксплуатации.

При устройстве полигона ТБО необходимо учитывать стоимость земель, отведенных под полигоны и надолго выведенных из хозяйственного использования, а так же стоимость противопожарных мероприятий, обустройство свалок после их закрытия, контроля состояния этих объектов. Его водосборные и водоотводные системы должны находиться в надлежащем рабочем состоянии. Площадь полигона должна постоянно рекультивироваться. Не менее важным фактором является негативное влияние свалочных масс на природу и человека. При этом следует помнить, что контроль соблюдения требований природоохранного законодательства усиливается, а «правильное» захоронения ТБО требует значительных затрат.

Несмотря на соблюдение всех положений создания полигона, он может представлять санитарно-эпидемиологическую опасность. Проведенные исследования по проблеме утилизации ТБО обнаружили, что основные химические показатели фильтрата полигонов ТБО превышают предельно допустимые в десятки и даже тысячи раз, о чем свидетельствуют данные, приведенные в табл. 1 [15].

Таблица 1 – Типичный состав и концентрации составляющих фильтрата полигонов ТБО [15]

№	Показатели	Концентрация у фильтрате, мг/л	ГДК, мг/л	Степень превышения ГДК
1	Мутность	330	23	14,3
2	ГПК (мг O_2 / л)	+1694	30	56,5
3	БПК (мг O_2 / л)	1450	6,0	241,6
4	Хлориды	+1278	350	3,6
5	Сульфаты	956	500	1,9
6	Фенолы	4,2	0,001	4200
7	Нефтепродукты	256	0,3	853,3
8	Азот аммония	625	1,0	625,0
9	Железо	10	0,3	30,3
10	Свинец	0,17	0,01	17,0
11	Хром VI	0,21	0,05	4,2
12	Никель	1,16	0,02	58,0
13	Бор	22,0	0,5	44,0

Большинство из газов, выделяемых в местах захоронения ТБО имеют сильный специфический неприятный запах (сероводород, меркаптаны, аммиак, летучие амины). Наиболее значимым выделения метана, не имеет запаха, а его «парниковый» влияние в 30 раз выше, чем углекислого газа. В связи с выделением метана и других горючих газов свалки составляют значительную пожарную опасность. Скопление метана достигает промышленных значений.

В Украине на начало 2013 года количество перегруженных свалок составляет 334 ед. (5%), а 878 ед. (13%) – не соответствуют нормам экологической безопасности. Ненадлежащим образом проводится работа по паспортизации, рекультивации и санации свалок. С 2715 свалок, которые нуждаются в паспортизации, в 2012 году фактически паспортизовано 587 ед. (Требует паспортизации 32% свалок от их общего количества).

Наибольшее количество полигонов, требующих паспортизации, в Запорожской области – 84% от общего количества полигонов в области. Из 750 свалок, которые нуждаются в рекультивации, фактически рекультивировано 182 ед. (8% требует рекультивации). С 455 свалок, которые нуждаются в санации, фактически санированные 63 ед. (6% требует санации).

Потребность в строительстве новых полигонов составляет более 671 единиц. Наибольшая потребность в строительстве новых полигонов в Запорожской области – 58 единиц и в Днепропетровской области – 57 единиц.

Из-за ненадлежащей системы обращения с ТБО в населенных пунктах, как правило, в частном секторе, ежегодно выявляется около 32 тыс. несанкционированных свалок, занимающих площадь более 1 тыс. га. Практически все обнаруженные в 2012 году несанкционированные свалки были ликвидированы.

Так, например, в больших городах с широкими возможностями на сегодняшний день в лучшем случае перерабатывается лишь 12,5% всех создаваемых ТБО.

Выводы. Увеличение объемов переработки твердых бытовых отходов является насущной необходимостью для наших населенных пунктов Украины, а организация переработки отходов усложняется целым рядом факторов, среди которых: отсутствие раздельного сбора и наличие свободных территорий для захоронения отходов.

ЛИТЕРАТУРА

6. Лемешев М.С. В'яжучі з використанням промислових відходів Вінниччини / М.С. Лемешев // Тези доповідей XXIV міжнародної науково-практичної конференції "Інформаційні технології : наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я", Харків, 18-20 травня 2016 р. – Харків : НТУ "ХПІ". – С. 381.

7. Ковальський В.П. Шламозолокарбонатий прес-бетон на основі відходів промисловості / В.П. Ковальський, А.В. Бондарь // Тези доповідей XXIV міжнародної науково-практичної конференції, Харків, 18-20 травня 2015 р. – Харків, НТУ «ХПІ», 2015. – С. 209.

8. Березюк О.В. Вплив характеристик тертя на динаміку гідроприводу вивантаження твердих побутових відходів із сміттєвоза / О.В. Березюк, В.І. Савуляк // Проблеми тертя та зношування. – 2015. – № 3 (68). – С. 45-50.

9. Berezyuk O. Approximated mathematical model of hydraulic drive of container upturning during loading of solid domestic wastes into a dustcart / O. Berezyuk, V. Savulyak // Technical Sciences. – University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Poland, 2017. – No. 20 (3). – P. 259-273.

6. Березюк О.В. Методика инженерных расчётов параметров навесного подметального оборудования экологической машины на основе мусоровоза / О.В. Березюк // Современные проблемы транспортного комплекса России. – Магнитогорск, 2016. – № 2. – С. 39-45. – http://dx.doi.org/10.18503/2222-9396-2016-6-2-39-45.

7. Berezyuk O.V. Dynamics of hydraulic drive of hanging sweeping equipment of dust-cart with extended functional possibilities / O.V. Berezyuk, V.I. Savulyak // TEHNOMUS – New Technologies and Products in Machine Manufacturing Technologies. – Suceava, Romania, 2015. – No. 22. – P. 345-351.

8. Березюк О.В. Математичне моделювання динаміки гідроприводу робочих органів перевертання контейнера під час завантаження твердих побутових відходів у сміттєвоз / О.В. Березюк // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2013. – № 5. – С. 60-64.

9. Bereziuk O. Ultrasonic microcontroller device for distance measuring between dustcart and container of municipal solid wastes / O. Bereziuk, M. Lemeshev, V. Bogachuk, W. Wójcik, K. Nurseitova, A. Bugubayeva // Przeglad Elektrotechniczny. – Warszawa, Poland, 2019. – No. 4. – Pp. 146-150. – http://dx.doi.org/10.15199/48.2019.04.26.

10. Попович В.В. Еколого-техногенна небезпека сміттєзвалищ та наукові основи фітомеліоративних заходів їх виведення з експлуатації : дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук : спец. 21.06.01 "Екологічна безпека" / В.В. Попович. – К., 2017. – 530 с.

11. Microbial disinfection capacity of municipal solid waste (MSW) composting / I. Deportes, J.-L. Benoit-Guyod, D. Zmirou, M.-C. Bouvier // Journal of Applied Microbiology. – 1998. – No 85. – P. 238-246.
12. Березюк О.В. Привод зневоднення та ущільнення твердих побутових відходів у сміттєвозі / О.В. Березюк // Вісник машинобудування та транспорту. – 2016. – № 2. – С. 14-18.
13. Bereziuk O.V. Means for measuring relative humidity of municipal solid wastes based on the microcontroller Arduino UNO R3 / O.V. Bereziuk, M.S. Lemeshev, V.V. Bohachuk, M. Duk // Proc. SPIE, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments 2018. – 2018. – Vol. 10808. – No. 108083G. – https://doi.org/10.1117/12.2501557.
14. Березюк О.В. Експериментальне дослідження процесів зневоднення твердих побутових відходів шнековим пресом / О.В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2018. – № 5. – С. 18-24. – https://doi.org/10.31649/1997-9266-2018-140-5-18-24.
15. Березюк О.В. Системи приводів робочих органів машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів / О.В. Березюк // Промислова гідравліка і пневматика. – 2017. – № 3 (57). – С. 65-72.
16. Курманова Д.Д. Оценка экологического состояния земельных участков под полигонами твердых коммунальных отходов / Д.Д. Курманов, О.Н. Долматова // Аграрная наука – сельскому хозяйству. Сборник статей в 3 книгах. – 2016. – С. 387-389.

УДК 504.06

ОЦІНКА СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА – ОСНОВА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ДОВКІЛЛЯ

Немировський Я.Б., Тунік Т.М., Шепеленко І.В.
Центральноукраїнський національний технічний університет

Вступ. В Україні та інших розвинутих країнах світу для комплексної оцінки стану навколишнього природного середовища (НПС) під впливом природних процесів і людської діяльності використовуються системи моніторингу довкілля.

Моніторинг здійснюється з метою вивчення змін НПС та розроблення науково обґрунтованих рішень для усунення причин, які порушують екологічну безпеку [1, 2].

Прогрес у дослідженнях НПС пов'язаний з рівнем розвитку сучасних методів та засобів вимірювань його параметрів. На сьогоднішній день для дослідження довкілля використовуються різні сучасні методи.

Ознайомимося з найбільш відомими сучасними методами дослідження довкілля, які використовуються для вимірювання параметрів НПС, а також виконаємо їх класифікацію та визначимо умови та межі їх застосування.

Мета роботи. Класифікація сучасних методів дослідження довкілля, які використовуються для визначення кількісних параметрів забруднення НПС.

Класифікація і характеристика основних методів дослідження. Методи дослідження поділяються на якісні та кількісні. Якісний аналіз полягає у виявленні окремих елементів або сполук, із яких складається аналізована речовина. Кількісний аналіз полягає у визначенні кількісного складу окремих складових частин складної речовини.

Якісний аналіз зазвичай передує кількісному. Розглянемо відомі методи кількісного аналізу, які поділяються на хімічні, фізико-хімічні, фізичні та біологічні [3]. На рис. 1 представлена більш детальна класифікація методів кількісного аналізу.

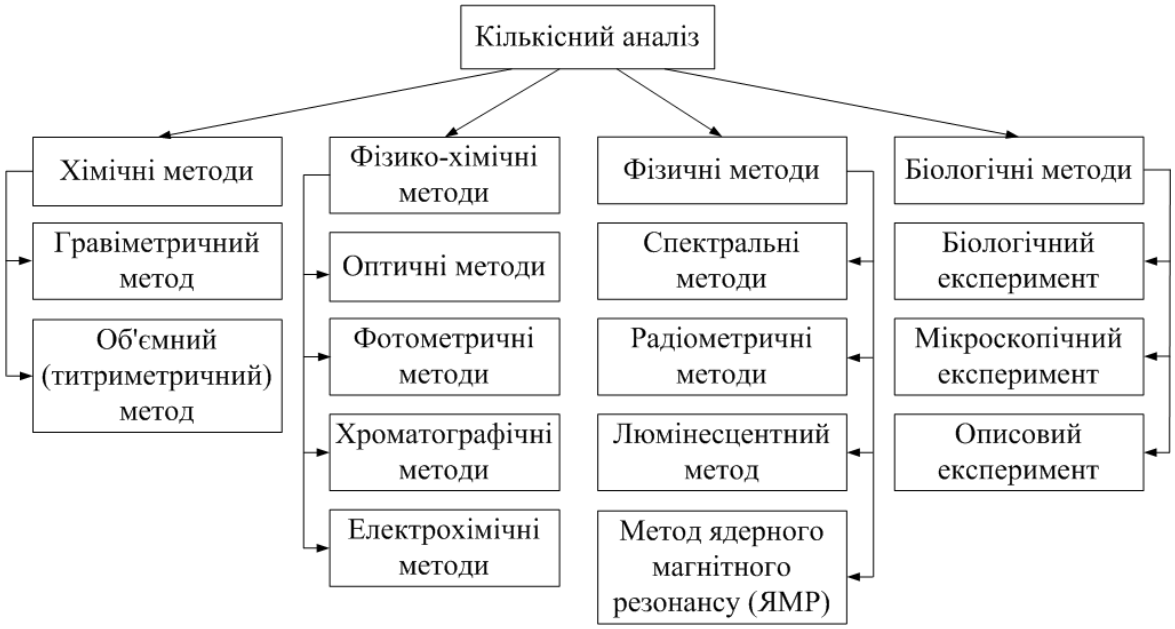


Рисунок 1 – Класифікація методів кількісного аналізу

Хімічні методи ґрунтуються на використанні хімічних реакцій для визначення складу системи. Так, використовуючи реакцію, характерну для певного іона з утворенням пофарбованого комплексу, осаду, малодисоційованої сполуки, можна провести якісний і кількісний хімічний аналіз.

Загальну схему аналізу можна представити у вигляді класичного алгоритму:

- постановка задачі;
- вибір методики аналізу;
- пробовідбір;
- вимірювання та обробка результатів;
- висновки.

Характеристики основних методів кількісного аналізу наведено в роботах [3, 5].

За швидкістю виконання об'ємний аналіз має значну перевагу перед ваговим аналізом. Зіставлення об'ємного аналізу із гравіметричним показує, що замість тривалих і кропітких операцій: осадження (з подальшим дозріванням осаду), фільтрування, промивання, прожарювання пустого тигля й тигля з осадом тощо за об'ємного аналізу проводять лише одну операцію – титрування. Точність об’ємних визначень зазвичай дещо менша, ніж точність гравіметричних, оскільки зважування на аналітичних вагах дещо точніше, аніж точне вимірювання об’ємів бюреткою.

За своїм характером реакції, які використовують в об’ємному аналізі, належать до різних типів. З огляду на це, об’ємні визначення можна поділити на такі основні методи: метод нейтралізації, методи окиснення-відновлення, методи осадження й комплексутворення [3].

Фізико-хімічні методи. Фізико-хімічні методи ґрунтуються на залежності фізичної властивості від хімічного складу аналізованого середовища.

Фізичні й фізико-хімічні методи об'єднує спільна назва інструментальні методи аналізу. Методика проведення фізико-хімічних аналізів переважно однакова і зводиться до такого:

- залежно від аналізованої системи обирається необхідний метод аналізу;
- готується ряд стандартних розчинів (серій);
- вимірюються фізичні властивості розчинів на відповідному приладі;

- за отриманими даними будується калібрувальний графік у координатах склад – властивість;

- вимірюється фізична властивість аналізованого зразка й за графіком визначається його склад.

Залежно від використовуваного фізичного явища фізико-хімічні методи аналізу поділяються на оптичні, фотометричні, електрохімічні, хроматографічні (табл. 1). Чутливість фізико-хімічних методів визначається двома факторами: інтенсивністю вимірюваної фізичної властивості і чутливістю детекторів сигналу в приладі [1, 3, 5].

Фізичні методи. Фізичними методами визначається властивість, що безпосередньо залежить від природи атомів та їхньої концентрації в системі, наприклад інтенсивність радіоактивного випромінювання [3, 4].

При застосуванні фізичних методів аналізу якісне виявлення або кількісне визначення складових частин речовини проводять спостереженням або вимірюванням певних показників її фізичних властивостей. У фізичних методах хімічних реакцій немає або ж вони мають другорядне значення. Спільним для фізичних і фізико-хімічних методів аналізу є використання більш-менш складної апаратури для вимірювання оптичних, електричних або інших властивостей речовини. Залежно від досліджуваного фізичного явища і вимірюваної фізичної властивості ці методи аналізу поділяються: на спектральний, радіометричний, рентгеноспектральний, люмінесцентний аналіз, метод ядерного магнітного резонансу.

Біологічні методи. Основу біологічних та біохімічних методів дослідження становлять реакції рослин, тварин і мікроорганізмів на дію певного чинника. Зміни можуть відбуватися на різному рівні.

Біоіндикація – це оцінка стану довкілля за реакцією живих організмів.

Біоіндикатори – живі організми, за наявністю, станом і поведінкою яких можна робити висновки про ступінь зміни довкілля, у тому числі про наявність забруднювальних речовин. Живі індикатори мають істотні переваги, вони підсумовують усі без винятку біологічно важливі дані про забруднення, вказують швидкість змін, що відбуваються, шляхи і місця накопичень в екосистемах різних токсикантів дозволяють судити про ступінь шкідливості певних речовин для живої природи й людини [3].

Таблиця 1 – Класифікація основних фізико-хімічних методів аналізу

№	Методи аналізу	Вимірюване фізичне явище	Вимірювана фізична величина
1.	Оптичні		
1.1	Рефрактометрія	Заломлення світла	Показник заломлення
1.2	Інтерферометрія	Інтерференція світла	Різниця показників заломлення
1.3	Поляриметрія	Обертання площини поляризації світла речовиною	Питоме обертання
2.	Фотометричні		
2.1	Спектрофотометрія	Поглинання молекулами та іонами, які містяться в розчині монохроматичного випромінювання	Інтенсивність світлового потоку, що пройшов крізь розчин
2.2	Фотоколориметрія	Поглинання розчином забарвленої речовини поліхроматичного випромінювання	Інтенсивність світлового потоку, що пройшов крізь розчин
2.3	Фотонефелометрія	Розсіювання і відбивання світлового потоку суспензією або колоїдним розчином	Інтенсивність світлового потоку, розсіяного суспензією речовини

2.4	Фототурбидиметрія	Розсіювання і відбивання світлового потоку суспензією або колоїдним розчином	Інтенсивність світлового потоку, що пройшов крізь шар суспензії
3.	Електрохімічні		
3.1	Потенціометрія	Вимірювання електродних потенціалів системи у процесі хімічної реакції	Електродний потенціал
3.2	Кондуктометрія	Вимірювання електропровідності розчину у процесі хімічної реакції	Електропровідність, електроопір
3.3	Полярографія	Поляризація електроду	Сила струму, напруга
3.4	Кулонометрія	Вимірювання кількості струму,що затрачається на електродну реакцію	Кількість струму
4.	Хроматографічні		
4.1	Газова	Вибіркова адсорбція	Показник розподілу речовин (хроматографічний пік)
4.2	Розподільча	Вибіркова адсорбція	Коефіцієнт розділення речовин
4.3	Тонкошарова	Вибіркова адсорбція	Коефіцієнт розділення речовин

Висновки. Систематизовані і наведені відомі методи, які використовуються для моніторингу стану довкілля. Це дозволяє вжити конкретних заходів при виявленні негативних змін в навколишньому середовищі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Баженов В. А. Інженерна екологія: Підручник з теорії і практики сталого розвитку / В. А. Баженов, В. М. Ісаєнко, Ю. М. Саталкін та ін. – К. : НАУ, 2006. – 492 с.
2. Бондар О. І. Моніторинг навколишнього середовища: навч. пос. / О. І. Бондар, І. В. Корінько, В. М. Ткач, О. І. Федоренко. – К.; Х.: ДЕІ-ГТІ, 2005. – 126 с.
3. Яцишин А.В. Методи вимірювання параметрів навколишнього природного середовища / А.В. Яцишин, О.О. Попов, В.О. Артемчук – Вісник НТУ «ХПІ», 2014, №40(1083) – С. 130-137.
4. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды/ А.Ю. Израэль. – Л. : Гидрометеоздат, 1984. – 560 с.
5. Коваленко Г.Д. Основи радіоекології: навч. посіб. / Г.Д. Коваленко, В.С. Волошин. – Маріуполь : Вид. ПДТУ, 2003. – 138 с.

УДК 699.8

АНАЛІЗ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ З РАДІАЦІЙНО-ЗАХИСНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Олійник Ю. Г., Ковальський В. П.
Вінницький національний технічний університет

Вступ. Розглянуто проблеми радіаційного забруднення навколишнього середовища, та визначено напрям їх вирішення. Наведено способи створення якісних будівельних матеріалів з урахуванням показників зниження радіаційного впливу в них.

Діючі нормативні документи [1] наводять ряд вимог контролювання впливу радіоактивних речовин в будівельних матеріалах, опрацювання яких дає можливість регулювати відповідні параметри створених матеріалів в ході проведення досліджень.

При введенні будівельних об’єктів в експлуатацію, де передбачено постійне перебування людей, потужність поглиненої дози гамма–випромінювання в повітрі не повинна перевищувати 0,28 мкГр/год або 30 мкР/год [2].

Як наведено в [3], на окремих територіях України підвищений радіаційний фон діє і на території загального проживання населення, наприклад на узбережжі Північного Приазов'я, де після шторму накопичується радіоактивний пісок чорного кольору - суміш ільменіту, моноциту, торіаніту, складає 100-300 мкР/год. Це майже вдесятеро вище за норму, гранично допустимий рівень.

Відомо, що радіоактивність природніх будівельних матеріалів залежить загалом від родовища. Наприклад, як зазначено в [4], щебінь Орліковського (Полтавська обл.), Токовського, Маринського, Усть-Каменського (Дніпропетровська обл.), Березовського (Житомирська обл.) має високу радіоактивність і відноситься до III-IV класу будівельних матеріалів згідно з будівельними і гігієнічними нормативами, тобто їх використання заборонено в житловому будівництві. В таких матеріалах, як гірські породи (мармур, граніт, пісок, цемент, гранітний щебінь), матеріали, що виготовляються з відходів гірничорудної, металургійної, хімічної промисловості, шлаки, фосфогіпс, бетон зроблений з відсіву тощо.

Вміст природних радіонуклідів у будівельних матеріалах визначається вимірюванням їх питомих активностей (Сі, Бк/кг). Для порівняльних оцінок радіоактивності різних будівельних матеріалів, математичні моделі яких розроблено в [5] для розрахунку просторового змінення потужності експозиційної дози γ-випромінювання у приміщенні, застосовується ефективна питома активність (Сеф.), що вимірюється в Бк/кг і визначається за формулою:

$$C_{еф.} = C_{Ra} + 1{,}31C_{Th} + 0{,}085C_K\,, \qquad (1)$$

де: C_{Ra}, C_{Th}, C_K – питома активність ^{226}Ra, ^{232}Th і ^{40}K відповідно;
1,31 і 0,085 – вагові коефіцієнти для ^{232}Th і ^{40}K відповідно по відношенню до ^{226}Ra.

Беручи до уваги результати дослідження [6], в якому запропоновано спосіб часткового зниження вмісту радіонуклідів в будівельних матеріалах і виробах, за рахунок використання активної сорбційної мінеральної добавки. Нею був подрібнений мінеральний порошок глауконіту.

Хімічний склад глауконіту: діоксид кремнію SiO_2 — 44-56 %; оксид алюмінію Al_2O_3 — 3-22 %; оксид заліза Fe_2O_3 — 0-27 %; діоксид заліза FeO — 0-8 %; оксид магнію MgO — 0-10 %; оксид калію K_2O до 10 %, H_2O — 4-10 %. В Україні значні поклади глауконіту розташовані на Поділлі та Волині. Але на даний час заводи по переробці глауконітових пісків відсутні.

Беручи такий будівельний матеріал як бетон, у ВНТУ були проведені роботи по створенню радіаційно-захисного матеріалу на основі бетону електропровідного металонасиченого (бетел-м) [7], компонентом якого був дисперсний електропровідний наповнювач, в ролі в'яжучого – цемент.

Із зарубіжних статей відомо, що за оглядом існуючих досліджень свинцеве скло є покращеним варіантом матеріалу для радіаційного захисту, так як воно не досить дороге. Тим не менш, воно не є чітко прозорим, має низьку міцність і токсичність.

В дослідженні [8] прораховано, чим більше вміст Ag_2O в склі, тим більш впливовим є радіаційний екран. В області низьких енергій, де домінує фотоелектричне поглинання, коефіцієнти взаємодії та сумарні лінійні коефіцієнти загасання мають три резонанси, зумовлені концентрацією Si, Ca і Fe. Зазначено також, що використання природного кварцу, аметисту, халцедону, кристалічної породи, рожевого, яшмового кварцу в радіаційному захисті може зіграти значну роль в якості будівельних матеріалів (переважно для реакторних конструкцій).

Висновки. Проведення досліджень має на меті розроблення способів покращення характеристик будівельних матеріалів і виробів стосовно радіаційного захисту від випромінювань без втрати експлуатаційних показників.

Основною із задач при створенні будівельних матеріалів для захисту від радіаційного випромінювання є зниження маси і товщини розроблювальних матеріалів та підвищення захисних властивостей.

ЛІТЕРАТУРА

1. Постолатій М. О. Техногенна безпека промислових підприємств [Текст] / М. О. Постолатій, В. П. Ковальський // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів "Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених", 13 травня 2021 р. – Черкаси : ЧІПБ, 2021. – С. 52-53.
2. Параметри радіоактивності будівельних матеріалів / О. В. Христич, В. П. Ковальський, В. П .Бурлаков ВНТУ, 2019 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ir.lib.vntu.edu.ua//handle/123456789/28501
3. Бурлаков В. П. Джерела радіоактивності [Текст] / В. П. Бурлаков, В. П. Ковальський, // Матеріали Всеукраїнської науковопрактичної конференції курсантів і студентів "Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених", 10 -11 травня 2019 р. – Черкаси : ЧІПБ, 2019. – С. 13-14.
4. Очеретний В. П. Шляхи зниження радіоактивності будівельних матеріалів та виробів [Текст] / В. П. Очеретний, О. М. Друкований // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2011. - № 1
5. Формування радіаційного фону в приміщеннях / Хоботова Е. Б., Уханьова М. І. Харків, 2010 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://vlp.com.ua/node/5598
6. Зниження радіоактивності будівельних матеріалів та виробів / Друкований М. Ф., Ковальський В. П., Бурлаков В. П. ВНТУ, 2020 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ir.lib.vntu.edu.ua//handle/123456789/28857
7. Лемешев М. С. Будівельні матеріали для захисту від електромагнітного випромінювання [Текст] / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // Науковий журнал „Вісник Сумського національного аграрного університету". Серія "Будівництво". – Суми : СумНАУ. 2014. – Вип. 8(18). – С. 130–145
8. Kalafat K. Technical research and development [Text]: collective monograph / Kalafat K., Vakhitova L., Drizhd V., etc. – International Science Group. – Boston, : Primedia eLaunch 2021. – 616 p.

УДК 621.391.1

СИСТЕМА ИНФОРМАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ПО СБОРУ ТБО

Палагнюк Д.М.
Винницкий национальный технический университет

Введение. В городах Украины в последние десятилетия наблюдается обострение проблемы образования, накопления и сбора множества различных экологически опасных отходов промышленного [1-3] и бытового характера [4].

Следует заметить, что особенностями Украины является низкая культура поведения общества с твердыми бытовыми отходами, отсутствие обоснованно расположенных мест раздельного их сбора и, в частности, отсутствие методического обоснования к построению системы сбора твердых бытовых отходов, что делает актуальной задачей формирования пространственной структуры сети их сбора и развития спутникового мониторинга по сбору отходов. С учетом того, что элементами сети являются пункты сбора твердых бытовых отходов разного объема, маршруты вывоза, а также ряд разноплановых требований, предъявляемые к местам расположения пунктов, то задача формирования пространственной структуры сети сбора твердых бытовых отходов приобретает признаки системности, в свою очередь требует оперативного контроля за мусороуборочной техникой.

Известно, что от 15% топлива, получаемых предприятиями, занимающимися вывозом отходов, используются не по назначению. Кроме того, часто водители "зарабатывают" вывозя твердые бытовые отходы "по договоренности". Другой проблемой является соблюдение графиков работ. В крупных населенных пунктах важно выполнять план вывоза отходов вовремя для предоставления качественных услуг [5, 6]. Эти проблемы можно решить с помощью современных электронных технологий, в частности спутникового мониторинга, который широко используется во многих отраслях человеческой деятельности.

Анализ литературных источников показал, что только с использованием современных технологий мониторинга, прессования и возможность их применения в технике для сбора, транспортировки и переработки твердых бытовых отходов [7-10] позволяет обеспечить эффективное их сбора [11-14].

Статьи расходов у служб коммунального хозяйства достаточно большие – ощутимой их частью является содержание и эксплуатация передвижной техники (мусоровозов) [15-17]. Для того, чтобы сократить ненужные расходы и увеличить целевое использование, снизив затраты на горюче-смазочные материалы и техобслуживание необходимо оптимизировать эксплуатацию мусоровозов, а этого можно достичь благодаря внедрению системы GPS мониторинга для служб вывоза твердых бытовых отходов.

В результате оптимизации транспортных средств и другой мусороуборочной техники с помощью внедрения GPS мониторинга в сегменте коммунального хозяйства, есть возможность:

1. Получать в любое время информацию об истинном местоположение техники.
2. Знать достоверно о расходе горючего.
3. Повысить оптимально дисциплину водителей.
4. Целиком и полностью исключить нецелевое использование техники.
5. Иметь возможность оперативной диспетчеризации на подконтрольном транспорте.
6. Избежать внепланового простоя техники по той или иной причине.

Основным недостатком GPS мониторинга в украинских коммунальных хозяйствах является достаточно высокая стоимость их внедрения и обслуживания. Для качественной работы таких систем необходимы высококвалифицированные специалисты, которые будут обеспечивать их надежную работу, требующую дополнительных затрат на фонд заработной платы.

Для решения проблемы дистанционного контроля за мусороуборочной техникой, существует несколько вариантов:

1. Установка системы GPSM без датчика уровня топлива. Позволяет проконтролировать маршрут, просмотреть в отчете график прохождения всех контрольных точек вывоз твердых бытовых отходов (предварительно отмечаются пункты, где автомобиль должен забрать мусор). Кроме того, можно задать в программу нормы расхода топлива. Система автоматически перечислит пройденный километраж в литры.

2. Установка системы мониторинга транспорта с подключением к бортовому компьютеру. Эта технология позволяет дистанционно в режиме он-лайн получать данные об уровне топлива по данным штатного датчика, общем расходе топлива, работе дополнительных агрегатов (загрузке контейнера, количества загруженных контейнеров), и тому подобное.

3. Монтаж высокоточных датчиков уровня топлива вместе с системой GPSM – это наиболее точный и недорогой из существующих методов учета и контроля топлива. Что позволяет контролировать слив и заправки топлива, получая удобные отчеты в электронном виде.

Выводы. Использование современных систем спутникового мониторинга, в частности GPS-мониторинга позволяет осуществлять эффективный контроль за сбором и вывозом твердых бытовых отходов. Преимуществ применения таких систем множество, особенно с развитием современного информационного общества, когда не только коммунальные предприятия, но и каждый гражданин сможет получить информацию о вывозе твердых бытовых отходов и перемещения мусоровозов. Главным недостатком таких систем, особенно для украинской экономики является сложности с внедрением и эксплуатацией.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лемешев М.С. В’яжучі з використанням промислових відходів Вінниччини / М.С. Лемешев // Тези доповідей XXIV міжнародної науково-практичної конференції "Інформаційні технології : наука, техніка, технологія, освіта, здоров’я", Харків, 18-20 травня 2016 р. – Харків : НТУ "ХПІ". – С. 381.

2. Ковальський В.П. Передумови активації золи-винесення відходами глиноземного виробництва / В.П. Ковальський // Матеріали VIII міжнародної науково-практичної конференції "Наука і освіта". – 2005. – С. 31 – 32.

3. Ковальський В.П. Шламозолокарбонатий прес-бетон на основі відходів промисловості / В.П. Ковальський, А.В. Бондарь // Тези доповідей XXIV міжнародної науково-практичної конференції, Харків, 18-20 травня 2015 р. – Харків, НТУ «ХПІ», 2015. – С. 209.

4. Корнієнко І.В. Стан і напрями розв’язування проблеми утилізації екологічнонебезпечних побутових відходів [Електронний ресурс] / І.В. Корнієнко, А.І. Кошма. – Режим доступу : http://www.chasopis.geci.cn.ua/nomer/2012/1/122-127.pdf.

5. Законодавство України про відходи [Електронний ресурс] // Студопедия – Режим доступу : http://www.novaecologia.org/voecos-1840-1.html – Дата додавання : 2018 – 20 – 05 . – Назва з екрану.

6. Супутниковий моніторинг за сміттєвозами [Електронний ресурс] // Режим доступу http://intelli.com.ua/ua/statti/suputnykovyi-monitorynh-za-smittievozamy.html – Дата додавання : 2018 – 20 – 05. – Назва з екрану.

7. Інформація щодо проведеного моніторингу та аналізу ситуації на ринках поводження з побутовими відходами, їх перероблення та захоронення за 2015 рік. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.nerc.gov.ua/data/filearch/monitoryng_NKREKP_vidhody-2015.pdf.
8. Березюк О.В. Вплив характеристик тертя на динаміку гідроприводу вивантаження твердих побутових відходів із сміттєвоза / О.В. Березюк, В.І. Савуляк // Проблеми тертя та зношування. – 2015. – № 3 (68). – С. 45-50.
9. Bereziuk O.V. Means for measuring relative humidity of municipal solid wastes based on the microcontroller Arduino UNO R3 / O.V. Bereziuk, M.S. Lemeshev, V.V. Bohachuk, M. Duk // Proceedings of SPIE, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments 2018. – 2018. – Vol. 10808, No. 108083G. – http://dx.doi.org/10.1117/12.2501557
10. Березюк О.В. Привод зневоднення та ущільнення твердих побутових відходів у сміттєвозі / О.В. Березюк // Вісник машинобудування та транспорту. – 2016. – № 2. – С. 14-18.
11. Bereziuk O. Ultrasonic microcontroller device for distance measuring between dustcart and container of municipal solid wastes / O. Bereziuk, M. Lemeshev, V. Bogachuk, W. Wójcik, K. Nurseitova, A. Bugubayeva // Przeglad Elektrotechniczny. – Warszawa, Poland, 2019. – No. 4. – Pp. 146-150. – http://dx.doi.org/10.15199/48.2019.04.26
12. Березюк О.В. Системи приводів робочих органів машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів / О.В. Березюк // Промислова гідравліка і пневматика. – 2017. – № 3 (57). – С. 65-72.
13. Березюк О.В. Математичне моделювання динаміки гідроприводу робочих органів перевертання контейнера під час завантаження твердих побутових відходів у сміттєвоз / О.В. Березюк // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2013. – № 5. – С. 60-64.
14. Савуляк В.І. Технічне забезпечення збирання, перевезення та підготовки до переробки твердих побутових відходів : монографія / В.І. Савуляк, О.В. Березюк. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – 217 с.
15. Berezyuk O. Approximated mathematical model of hydraulic drive of container upturning during loading of solid domestic wastes into a dustcart / O. Berezyuk, V. Savulyak // Technical Sciences. – 2017. – No 20 (3). – P. 259-273.
16. Березюк О.В. Експериментальне дослідження процесів зневоднення твердих побутових відходів шнековим пресом / О.В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2018. – № 5. – С. 18-24.
17. Berezyuk O.V. Dynamics of hydraulic drive of hanging sweeping equipment of dust-cart with extended functional possibilities / O.V. Berezyuk, V.I. Savulyak // TEHNOMUS – New Technologies and Products in Machine Manufacturing Technologies. – Suceava, Romania, 2015. – No 22. – P. 345-351.

УДК 504.056

ОЦІНКА СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА – ОСНОВА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ДОВКІЛЛЯ

Медвєдєва О.В., Немировський Я.Б., Тунік Т.М., Шепеленко І.В.
Центральноукраїнський національний технічний університет

Вступ. В Україні та інших розвинутих країнах світу для комплексної оцінки стану навколишнього природного середовища (НПС) під впливом природних процесів і людської діяльності використовуються системи моніторингу довкілля.

Моніторинг здійснюється з метою вивчення змін НПС та розроблення науково обґрунтованих рішень для усунення причин, які порушують екологічну безпеку [1, 2].

Прогрес у дослідженнях НПС пов'язаний з рівнем розвитку сучасних методів та засобів вимірювань його параметрів. На сьогоднішній день для дослідження довкілля використовуються різні сучасні методи.

Ознайомимося з найбільш відомими сучасними методами дослідження довкілля, які використовуються для вимірювання параметрів НПС, а також виконаємо їх класифікацію та визначимо умови та межі їх застосування.

Мета роботи. Класифікація сучасних методів дослідження довкілля, які використовуються для визначення кількісних параметрів забруднення НПС.

Класифікація і характеристика основних методів дослідження. Методи дослідження поділяються на якісні та кількісні. Якісний аналіз полягає у виявленні окремих елементів або сполук, із яких складається аналізована речовина. Кількісний аналіз полягає у визначенні кількісного складу окремих складових частин складної речовини.

Якісний аналіз зазвичай передує кількісному. Розглянемо відомі методи кількісного аналізу, які поділяються на хімічні, фізико-хімічні, фізичні та біологічні [3]. На рис. 1 представлена більш детальна класифікація методів кількісного аналізу.

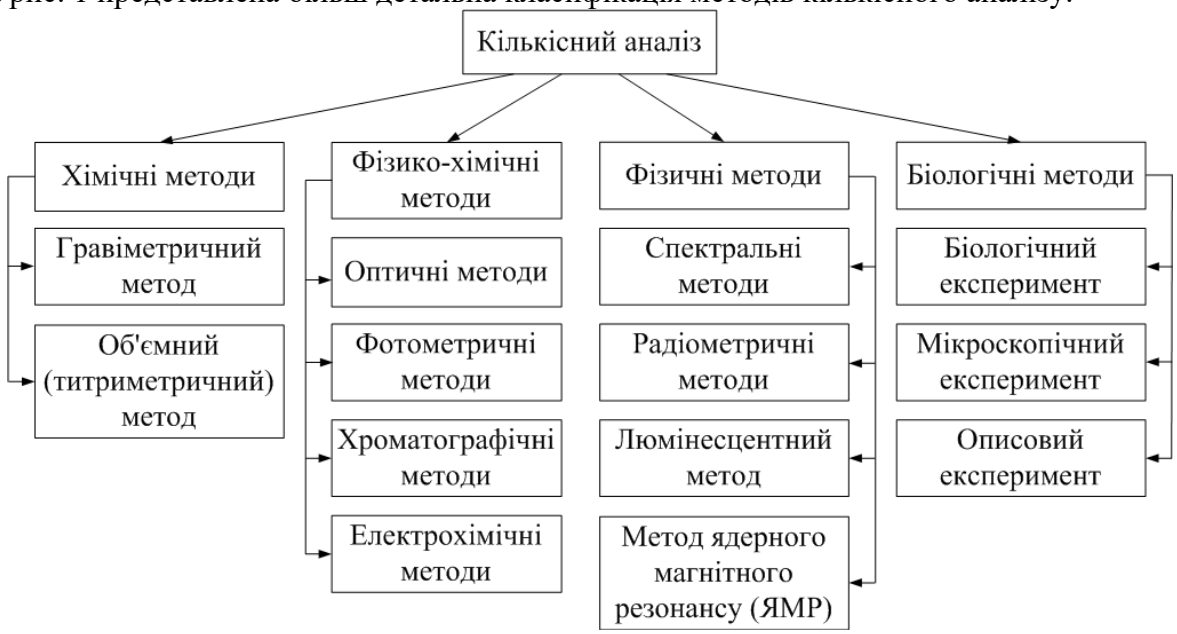


Рисунок 1 – Класифікація методів кількісного аналізу

Хімічні методи ґрунтуються на використанні хімічних реакцій для визначення складу системи. Так, використовуючи реакцію, характерну для певного іона з утворенням пофарбованого комплексу, осаду, малодисоційованої сполуки, можна провести якісний і кількісний хімічний аналіз.

Загальну схему аналізу можна представити у вигляді класичного алгоритму:

- постановка задачі;
- вибір методики аналізу;
- пробовідбір;
- вимірювання та обробка результатів;
- висновки.

Характеристики основних методів кількісного аналізу наведено в роботах [3, 5].

За швидкістю виконання об'ємний аналіз має значну перевагу перед ваговим аналізом. Зіставлення об'ємного аналізу із гравіметричним показує, що замість тривалих і кропітких операцій: осадження (з подальшим дозріванням осаду), фільтрування, промивання, прожарювання пустого тигля й тигля з осадом тощо за об'ємного аналізу проводять лише одну операцію – титрування. Точність об’ємних визначень зазвичай дещо менша, ніж точність гравіметричних, оскільки зважування на аналітичних вагах дещо точніше, аніж точне вимірювання об’ємів бюреткою.

За своїм характером реакції, які використовують в об’ємному аналізі, належать до різних типів. З огляду на це, об’ємні визначення можна поділити на такі основні методи: метод нейтралізації, методи окиснення-відновлення, методи осадження й комплексутворення [3].

Фізико-хімічні методи. Фізико-хімічні методи ґрунтуються на залежності фізичної властивості від хімічного складу аналізованого середовища.

Фізичні й фізико-хімічні методи об'єднує спільна назва інструментальні методи аналізу. Методика проведення фізико-хімічних аналізів переважно однакова і зводиться до такого:

- залежно від аналізованої системи обирається необхідний метод аналізу;
- готується ряд стандартних розчинів (серій);
- вимірюються фізичні властивості розчинів на відповідному приладі;
- за отриманими даними будується калібрувальний графік у координатах склад – властивість;
- вимірюється фізична властивість аналізованого зразка й за графіком визначається його склад.

Залежно від використовуваного фізичного явища фізико-хімічні методи аналізу поділяються на оптичні, фотометричні, електрохімічні, хроматографічні (табл. 1). Чутливість фізико-хімічних методів визначається двома факторами: інтенсивністю вимірюваної фізичної властивості і чутливістю детекторів сигналу в приладі [1, 3, 5].

Фізичні методи. Фізичними методами визначається властивість, що безпосередньо залежить від природи атомів та їхньої концентрації в системі, наприклад інтенсивність радіоактивного випромінювання [3, 4].

При застосуванні фізичних методів аналізу якісне виявлення або кількісне визначення складових частин речовини проводять спостереженням або вимірюванням певних показників її фізичних властивостей. У фізичних методах хімічних реакцій немає або ж вони мають другорядне значення. Спільним для фізичних і фізико-хімічних методів аналізу є використання більш-менш складної апаратури для вимірювання оптичних, електричних або інших властивостей речовини. Залежно від досліджуваного фізичного явища і вимірюваної фізичної властивості ці методи аналізу поділяються: на спектральний, радіометричний, рентгеноспектральний, люмінесцентний аналіз, метод ядерного магнітного резонансу.

Біологічні методи. Основу біологічних та біохімічних методів дослідження становлять реакції рослин, тварин і мікроорганізмів на дію певного чинника. Зміни можуть відбуватися на різному рівні.

Біоіндикація – це оцінка стану довкілля за реакцією живих організмів.

Біоіндикатори – живі організми, за наявністю, станом і поведінкою яких можна робити висновки про ступінь зміни довкілля, у тому числі про наявність забруднювальних

речовин. Живі індикатори мають істотні переваги, вони підсумовують усі без винятку біологічно важливі дані про забруднення, вказують швидкість змін, що відбуваються, шляхи і місця накопичень в екосистемах різних токсикантів дозволяють судити про ступінь шкідливості певних речовин для живої природи й людини [3].

Таблиця 1 – Класифікація основних фізико-хімічних методів аналізу

№	Методи аналізу	Вимірюване фізичне явище	Вимірювана фізична величина
1.	Оптичні		
1.1	Рефрактометрія	Заломлення світла	Показник заломлення
1.2	Інтерферометрія	Інтерференція світла	Різниця показників заломлення
1.3	Поляриметрія	Обертання площини поляризації світла речовиною	Питоме обертання
2.	Фотометричні		
2.1	Спектрофотометрія	Поглинання молекулами та іонами, які містяться в розчині монохроматичного випромінювання	Інтенсивність світлового потоку, що пройшов крізь розчин
2.2	Фотоколориметрія	Поглинання розчином забарвленої речовини поліхроматичного випромінювання	Інтенсивність світлового потоку, що пройшов крізь розчин
2.3	Фотонефелометрія	Розсіювання і відбивання світлового потоку суспензією або колоїдним розчином	Інтенсивність світлового потоку, розсіяного суспензією речовини
2.4	Фототурбидиметрія	Розсіювання і відбивання світлового потоку суспензією або колоїдним розчином	Інтенсивність світлового потоку, що пройшов крізь шар суспензії
3.	Електрохімічні		
3.1	Потенціометрія	Вимірювання електродних потенціалів системи у процесі хімічної реакції	Електродний потенціал
3.2	Кондуктометрія	Вимірювання електропровідності розчину у процесі хімічної реакції	Електропровідність, електроопір
3.3	Полярографія	Поляризація електроду	Сила струму, напруга
3.4	Кулонометрія	Вимірювання кількості струму,що затрачається на електродну реакцію	Кількість струму
4.	Хроматографічні		
4.1	Газова	Вибіркова адсорбція	Показник розподілу речовин (хроматографічний пік)
4.2	Розподільча	Вибіркова адсорбція	Коефіцієнт розділення речовин
4.3	Тонкошарова	Вибіркова адсорбція	Коефіцієнт розділення речовин

Висновки. Систематизовані і наведені відомі методи, які використовуються для моніторингу стану довкілля. Це дозволяє вжити конкретних заходів при виявленні негативних змін в навколишньому середовищі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Баженов В. А. Інженерна екологія: Підручник з теорії і практики сталого розвитку / В. А. Баженов, В. М. Ісаєнко, Ю. М. Саталкін та ін. – К. : НАУ, 2006. – 492 с.
2. Бондар О. І. Моніторинг навколишнього середовища: навч. пос. / О. І. Бондар, І. В. Корінько, В. М. Ткач, О. І. Федоренко. – К.; Х.: ДЕІ-ГТІ, 2005. – 126 с.
3. Яцишин А.В. Методи вимірювання параметрів навколишнього природного середовища / А.В. Яцишин, О.О. Попов, В.О. Артемчук – Вісник НТУ «ХПІ», 2014, №40(1083) – С. 130-137.
4. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды/ А.Ю. Израэль. – Л. : Гидрометеоздат, 1984. – 560 с.
5. Коваленко Г.Д. Основи радіоекології: навч. посіб. / Г.Д. Коваленко, В.С. Волошин. – Маріуполь : Вид. ПДТУ, 2003. – 138 с.