

**VII ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ СТУДЕНТІВ ТА АСПІРАНТІВ**

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ МАШИН І ОБЛАДНАННЯ



ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КІРОВОГРАДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ МАШИН
КАФЕДРА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА РЕМОНТУ МАШИН

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ

VII ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ СТУДЕНТІВ ТА АСПІРАНТІВ

“ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ МАШИН І ОБЛАДНАННЯ”

3-5 квітня 2013 року

Тези доповідей надруковано в авторській редакції.

Відповідальна за випуск: Кава Т.В.

Підписано до друку 23.04.2013
Ум друк.арк. 13,4375. Тираж 100 прим.

©МОВ КНТУ, м.Кіровоград, пр.Університетський, 8.
Тел. 55-10-49

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ

VII ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ СТУДЕНТІВ ТА АСПІРАНТІВ

“ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ МАШИН І ОБЛАДНАННЯ”

3-5 квітня 2013 року

м. Кіровоград

Збірник тез доповідей VII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів та аспірантів “Підвищення надійності машин і обладнання”. – Кіровоград: КНТУ, 2013. – 215 с.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Голова – Кропивний В.М., канд. техн. наук, проф., проректор з наукової роботи Кіровоградського національного технічного університету;

Заступник голови – Аулін В.В., канд. фіз.-мат. наук, проф. кафедри експлуатації та ремонту машин Кіровоградського національного технічного університету.

Секретар – Лисенко С.В., канд. техн. наук, доц. кафедри експлуатації та ремонту машин Кіровоградського національного технічного університету.

Члени оргкомітету:

Яцун В.В., канд. техн. наук, доц., декан факультету “Проектування та експлуатації машин”;
Магопєць С.О., канд. техн. наук, доц., заст. завідувача кафедри експлуатації та ремонту машин Кіровоградського національного технічного університету;
Ішуніна Н.М., керівник МОВ Кіровоградського національного технічного університету;
Кава Т.В., фахівець I категорії відділу МОВ Кіровоградського національного технічного університету;
Дорєнський О.П., науковий керівник СНТ Кіровоградського національного технічного університету;
Даркіна В.О., голова СНТ Кіровоградського національного технічного університету.

Редакційна колегія: Черновол М.І., д.т.н., проф. (відповідальний редактор); Аулін В.В., к.ф.м.н., проф. (заст. відп. редактора); Лисенко С.В., к.т.н., доц. (відповідальний секретар); Кулєшков Ю.В., к.т.н., проф.; Солових Є.К., к.т.н., проф.; Мажейка О.Й., к.т.н., проф.

Адреса редакційної колегії: 25030, м. Кіровоград, пр. Університетський, 8, Кіровоградський національний технічний університет, тел.: (0522) 390-473, 551-049.

Відповідальна за випуск: Кава Т.В.

Збірник містить тези доповідей за матеріалами VII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів та аспірантів “Підвищення надійності машин і обладнання”, що відбулась 3-5 квітня 2013 року на базі кафедри експлуатації та ремонту машин Кіровоградського національного технічного університету.

Матеріали збірника публікуються у авторській редакції.

© Колектив авторів, 2013
© МОВ КНТУ, 2013

ЗМІСТ

Г.А. Мельник, О.П. Шиліна ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОГО СПОСОБУ ВІДНОВЛЕННЯ.....	10
О.В. Расновський, В.В. Біліченко АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ МАРШРУТНОЇ МЕРЕЖІ МІСТА.....	13
Ю.О. Слободянюк, В.І. Савуляк ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБУ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ.....	15
А.М. Волковський, В.І. Савуляк, О.Л. Гайдамак РОЗРОБКА ТЕРМОДИНАМІЧНОГО РОЗПИЛЮВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ.....	18
Д.О. Галуццак, А.П. Поляков АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗРОБКИ МЕТОДУ ПОСТІЙНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ПІДВІСКИ АВТОМОБІЛЯ.....	21
О.В. Поступайло, В.І. Савуляк МЕТОД ОЦІНКИ ЯКОСТІ СПОСОБІВ ЗВАРЮВАННЯ РАМНО- ОБОЛОНКОВИХ КОНСТРУКЦІЙ.....	22
О.О. Галуццак, А.П. Поляков ПОКРАЩЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИГУНА ВИКОРИСТАННЯ СУМІШЕВОГО ПАЛИВА ЗІ ЗМІННИМ ВІДСОТКОВИМ ВМІСТОМ БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА.....	25
А.В. Філіпченко, Д.В. Бакалець, В.І. Савуляк ЗАСТОСУВАННЯ КОМБІНОВАНОГО ЗВАРЮВАННЯ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІЦНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ РАМНИХ КОНСТРУКЦІЙ ТРАНСПОРТНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН.....	26
О.Д. Деркач, Р.А. Бобошко, О.С. Кабат, О.Ю. Кузнецова ІДЕНТИФІКАЦІЯ МАТЕРІАЛУ ПАЛЬЦІВ ШНЕКА СУЧАСНИХ ЖАТОК JOHN DEERE.....	28
О.М. Молчановська, О.Д. Деркач, Р.В. Водько ПЕРСПЕКТИВА ЗАСТОСУВАННЯ ВУГЛЕПЛАСТИКІВ У РУХОМИХ З'ЄДНАННЯХ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ.....	32
П.А. Гринчук, В.Л. Куликівський, С.М. Хоменко АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАВАНТАЖЕННЯ ГВИНТОВИХ КОНВЕЄРІВ.....	35
М.А. Татуревич, В.Л. Куликівський, С.М. Хоменко ОСОБЛИВОСТІ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ШНЕКОВИХ ЖИВИЛЬНИКІВ ЗЕРНООЧИСНИХ МАШИН.....	37
О.М. Ушко, М.М. Кривобочек, К.В. Борак УМОВИ САМОЗАГОСТРЮВАННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ДИСКОВИХ ГРУНТООБРОБНИХ ЗНАРЯДЬ.....	39
М.Л. Засць, В.О. Івашко МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ НАСІННЯ ПО КРИВОЛІНІЙНІЙ ПОВЕРХНІ РОЗПОДІЛЬНИКА СОШНИКА ДЛЯ РОЗКИДНОГО СПОСОБУ СІВБИ.....	42

С.М. Герук, О.М. Сукманюк НАРИСИ З ІСТОРІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ЧАВУННИХ ДЕТАЛЕЙ.....	44
В.А. Вольський ОБґРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ДИСКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ.....	45
С.М. Герук, Р.С. Грудовий СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ГВИНТОВИХ КОНВЕСРІВ З ОБЕРТОВИМ КОЖУХОМ.....	46
В.М. Савченко, С.В. Міненко, О.А. Махов СТРАТЕГІЇ КОНТРОЛЮ ПРОЦЕСАМИ МІКРОКЛІМАТУ В ІНДУСТРІАЛЬНИХ ТЕПЛИЦЯХ.....	48
О.В. Дмитренко, С.І. Маркович РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗМІЦНЕННЯ ГАЗОТЕРМІЧНИХ ПОКРИТТІВ КОНЦЕНТРОВАНИМИ ПОТОКАМИ ЕНЕРГІЇ.....	50
М.Р. Дяченко, С.І. Маркович ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ СІДЕЛ КЛАПАНІВ ДВИГУНІВ В УМОВАХ ЗАСТОСУВАННЯ ГАЗОВОГО ПАЛИВА.....	51
О.М. Смага, С.І. Маркович ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ РОЗПОДІЛЬЧИХ ВАЛІВ ДВИГУНІВ АВТОМОБІЛІВ ЕЛЕКТРОКОНТАКТНИМ ПРИПІКАННЯМ КОМПАКТНИХ ТА ПОРОШКОВИХ МАТЕРІАЛІВ.....	53
І.О. Плохов, В.В. Аулін АНАЛІЗ СПРАЦЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ СТРУМОПРИЙМАЧА ТРОЛЕЙБУСА ТА МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЙОГО НАДІЙНОСТІ.....	55
О.О. Філіпов, В.В. Аулін, А.А. Тихий ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЗЕМЛЕРИЙНИХ МАШИН ЗМІЦНЕННЯМ ЇХ РІЗАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ.....	58
К.С. Ткаченко, В.В. Аулін, А.А. Тихий ВЕЛИЧИНА ТА ХАРАКТЕР ЗНОШУВАННЯ ЗУБІВ КОВШІВ ЕКСКАВАТОРА В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ.....	59
А.О. Тезін, В.В. Аулін, А.А. Тихий ЗМЕНШЕННЯ ЕНЕРГОЗАТРАТ В ПРОЦЕСІ ОБРОБІТКУ ҐРУНТІВ РОГМ РЕАЛІЗАЦІЄЮ ЕФЕКТУ САМООРГАНІЗАЦІЇ.....	61
Т.К. Марченко ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ РОБОЧИХ ОРГАНІВ РОЗПУШУВАЧА ЗА РАХУНОК ЗМЕНШЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ЙОГО ВПЛИВУ НА ҐРУНТ.....	62
О.В. Просвірова, С.С. Шестаков, К.О. Кравченко ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПАРИ ТЕРТЯ “ГАЛЬМІВНА КОЛОДКА – КОЛЕСО”.....	66
Є.А. Верітельник, В.В. Вітюгін, О.П. Кравченко ПРОГНОЗУВАННЯ ПОТРЕБИ В ЗАПАСНИХ ЧАСТИНАХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ.....	70

Є.А. Верітельник, Я.О. Михайлова, О.П. Кравченко ПОЛІПШЕННЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ВІДМОВ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБІЛІВ УРАХУВАННЯМ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ЧИННИКІВ.....	74
Т.И. Глушенкова, Е.П. Медведев, И.А. Стрельникова ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕВОЗКИ.....	76
А.І. Сидорук, Б.З. Рябенко РОБОТА СИСТЕМИ СУПУТНИКОВОЇ НАВІГАЦІЇ ТА МОНІТОРИНГУ ТРАНСПОРТУ GPS І ГЛОНАСС.....	78
О.О. Тимошенко, Б.З. Рябенко ВДОСКОНАЛЕНА СИСТЕМА СУПУТНИКОВОГО СТЕЖЕННЯ ЗА ТРАНСПОРТОМ.....	80
Є.А. Верітельник, В.С. Тенішев, О.П. Кравченко ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ АВТОПОТЯГІВ MERCEDES-BENZ НА ГАРАНТІЙНОМУ ТА ПІСЛЯГАРАНТІЙНОМУ ПЕРІОДАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ.....	81
Ю.М. Мазур, В.М. Гвоздецький, І.Я. Сірак ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ЛИСТОПРОТЯЖНОЇ СИСТЕМИ ПОЛІГРАФІЧНИХ МАШИН МЕТОДОМ ЕЛЕКТРОДУГОВОГО НАПИЛЕННЯ ЗНОСОСТІЙКИХ ПОКРИТТІВ.....	83
К.О. Корнєєв, В.В. Шмирко, І.Я. Сірак ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ІЗ АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ НАПИЛЕННЯМ ЕЛЕКТРОДУГОВИХ ПОКРИТТІВ З НАСТУПНОЮ ПЛАЗМОЕЛЕКТРОЛІТНОЮ ОБРОБКОЮ.....	84
М.Е. Зинченко, С.В. Гулаков ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПРОЦЕССА ЛЕГИРОВАНИЯ НАПЛАВЛЕННОГО ВАЛИКА ПЕРЕМЕННОГО ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА.....	88
И.И. Кислый, В.И. Щетинина МЕХАНИЗМ ПОВЫШЕНИЯ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ БАНДАЖИРОВАННЫХ ВАЛКОВ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ НАПЛАВКЕ.....	89
Е.А. Цыс, В.В. Чигарев АНАЛИЗ ВИДОВ ИЗНОСА ШЕСТЕРЕН ШЕСТЕРЕНЧАТЫХ НАСОСОВ.....	90
А.М. Зусин, В.В. Чигарев ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ НАПЛАВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ С МЕТАТСАБИЛЬНЫМ АУСТЕНИТОМ СОДЕРЖАЩИХ АЗОТ.....	91
И.А. Борисенко, Б.И. Бутаков ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ОБКАТЫВАНИЯ РОЛИКАМИ И ШАРИКАМИ ЗАКАЛЕННЫХ СТАЛЕЙ НА ИХ СВОЙСТВА.....	92
В.Н. Велинец, Б.И. Бутаков, Д.Д. Марченко УПРОЧНЕНИЕ ШКИВОВ КЛИНОРЕМЕННЫХ ПЕРЕДАЧ С ПОМОЩЬЮ ОБКАТЫВАНИЯ ИХ РОЛИКАМИ.....	94
А.С. Левченко, Б.И. Бутаков ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ ОБКАТЫВАНИЕМ ИХ РОЛИКАМИ.....	97

О.О. П'ятков, В.О. Щербак, М.С. Гріпачевський, Д.Д. Марченко МОДЕРНІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ ГІДРОСИСТЕМИ ТРАКТОРА ДТ – 75.....	100
А.В. Телецак, Б.И. Бутаков, Д.Д. Марченко РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ РАЗДАЧИ ВТУЛОК ПРИ ПОМОЩИ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА.....	106
В.С. Хаимов, Б.И. Бутаков УПРОЧНЕНИЕ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС ОБКАТЫВАНИЕМ ИХ РОЛИКАМИ.....	109
В.Ю. Хрипливый, Б.И. Бутаков РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПАР ТРЕНИЯ.....	112
М.Ю. Шатохин, Б.И. Бутаков РАЗРАБОТКА СПОСОБА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ОБКАТЫВАНИЯ ВАЛОВ РОЛИКАМИ.....	115
И.И. Щерёдин, Б.И. Бутаков РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОБКАТЫВАНИЯ РОЛИКАМИ МАЛОГО ДИАМЕТРА ДЕТАЛЕЙ ВРАЩЕНИЯ.....	118
Д.О. Безуглый УПРАВЛЕНИЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬЮ ПРИ ПЕРЕВОЗКАХ ПАРТИОННЫХ ГРУЗОВ.....	121
Я.Ю. Гірко ОСНОВНИ АСПЕКТИ ОРГАНІЗАЦІЇ НАДІЙНОЇ РОБОТИ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ.....	124
К.Г. Ковчур ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ДОСТАВКИ ПАРТІОННИХ ВАНТАЖІВ В УМОВАХ ЗМІННОГО ПОПИТУ НА ПЕРЕВЕЗЕННЯ.....	126
О.С. Колій ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ РІВНЯ АВТОМОБІЛІЗАЦІЇ НА СТІЙКІСТЬ РУХУ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ В ЦЕНТРАЛЬНІЙ ЧАСТИНІ МІСТА ХАРКОВА....	129
Н.О. Кузнєцова ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ.....	132
О.О. Шуліка, Є.В. Нагорний АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ОРГАНІЗАЦІЇ МІЖМІСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ТАРНО-ШТУЧНИХ ВАНТАЖІВ АВТОТРАНСПОРТОМ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ.....	133
Н.В. Птица ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВ РОЗДРІБНОЇ ТОРГІВЛІ.....	135
Г.О. Самчук, В.О. Вдовиченко ОЦІНКА ЯКОСТІ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ.....	138

О.В. Свічинська ЩОДО ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РЕЗУЛЬТАТІВ ОБСТЕЖЕННЯ ВИБОРУ ПАСАЖИРОМ ШЛЯХУ ПЕРЕСУВАННЯ.....	141
С.В. Свічинський ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПОПИТУ ШЛЯХОМ ВРАХУВАННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ РОЗСЕЛЕННЯ НАСЕЛЕННЯ МІСТА.....	144
В.А. Стрельнікова ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ.....	147
М.В. Алексеев, О.П. Калініченко ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ ВАНТАЖІВ ЗА РАХУНОК ОПТИМІЗАЦІЇ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНУВАННЯ.....	148
А.В. Любимая, Є.В. Нагорний ОПТИМІЗАЦІЯ ОБСЯГІВ ПОСТАЧАНЬ ТАРНО-ШТУЧНИХ ВАНТАЖІВ В МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ.....	151
В.М. Мосьпан, Є.В. Нагорний КОМПЛЕКСНИЙ КРИТЕРІЙ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ОБ'ЄДНАНИХ ТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ В МІСТАХ В УМОВАХ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ.....	154
О.О. Орда, В.С. Наумов АНАЛІЗ РЫНКА ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЕДИТОРСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В ХАРЬКОВСКОМ РЕГИОНЕ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ГРУЗОВОГО ТРАНСПОРТА.....	156
Д.Д. Удовиченко ПРОБЛЕМИ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ УЧАСНИКІВ МАСОВИХ ЗАХОДІВ.....	158
В.М. Чижик ВИЗНАЧЕННЯ МОЖЛИВИХ ВАРІАНТІВ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ РУХОМОГО СКЛАДУ НА МІСЬКИХ МАРШРУТАХ.....	161
М.О. Оленець, О.О. Шуліка ЩОДО ПИТАННЯ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА МІСЬКОМУ ПАСАЖИРСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ.....	164
А.А. Вичавка, С.Ф. Посонський ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ДЕТАЛЕЙ МАШИН НА ЙОГО ЗНОСОСТІЙКІСТЬ.....	166
Т.В. Гедзюк, О.В. Диха УМОВИ УТВОРЕННЯ ГРАНИЧНОГО МАСТИЛЬНОГО ШАРУ ПРИ ОБМЕЖЕНОМУ ДОСТУПІ МАСТИЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ.....	167

О.В. Духа, О.В. Лівіндір, К.О. Духа ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ЗРАЗКІВ ПІСЛЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ.....	169
В.П. Свідерський, В.С. Яремчук, Ю.О. Захарчук УДОСКОНАЛЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ЛІНІЙНОГО ТЕПЛООВОГО РОЗШИРЕННЯ ТВЕРДИХ ТІЛ.....	172
А.А. Осадчук, А.Ю. Осадчук, В.І. Савуляк ВИЗНАЧЕННЯ ПОХИБКИ РОЗМІРУ ПРИ НАПЛАВЛЕННІ ЗОВНІШНЬОЇ ПОВЕРХНІ ЗАГОТОВКИ.....	175
А.П. Іщенко, В.П. Кужель ОЦІНКА РІВНЯ ЯКОСТІ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ З ПОЗИЦІЇ ПАСАЖИРА.....	179
О.Л. Добровольський, П.Д. Кукурудзяк, О.О. Борщевський ВПЛИВ ПРОДУКТІВ ЗНОШЕННЯ ШИН НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ТА ЛЮДИНУ.....	181
О.П. Антонюк, А.П. Поляков ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ РУХОМОГО СКЛАДУ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА, ШЛЯХОМ ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНОЇ НОМЕНКЛАТУРИ ТА КІЛЬКОСТІ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН.....	182
О.Л. Добровольський, А.О. Дзюба ОСНОВНІ КРИТЕРІЇ ВИБОРУ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ТРАНСПОРТНОЇ МАРШРУТНОЇ МЕРЕЖІ МІСТА.....	184
М.К. Забаштанський, Ю.І. Ситник, Ю.Ю. Кукурудзяк РОЗРОБКА ДІАГНОСТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ АВТОМОБІЛЬНИХ СИСТЕМ В СЕРЕДОВИЩІ SIMULINK.....	186
С.М. Герук, С.В. Пустовіт ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗАВАНТАЖЕННЯ ОЧИСТКИ НА ВИХІД КОЛОСОВОГО ВОРОХУ НА ПОВТОРНИЙ ДООБМОЛОТ.....	189
Л.О. Джаджжа, Т.Н. Замота, О.Н. Замота УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕВОЗОК ПОВЫШЕНИЕМ НАДЕЖНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ.....	190
Т.Р. Седых, Т.Н. Замота, О.Н. Замота УВЕЛИЧЕНИЕ РЕНТАБЕЛЬНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАНСПОРТА НА АВТОТРАНСПОРТНОМ ПРЕДПРИЯТИИ.....	194
О.С. Черепаха, Є.В. Нагорний РОЗРОБКА ГІБРИДНИХ МОДЕЛЕЙ ОПЕРАТИВНОГО ПРОГНОЗУВАННЯ ВАНТАЖОПОТОКІВ У КРУПНИХ МІСТАХ.....	197
Т.О. Омельченко, В.С. Наумов АНАЛІЗ ЗАХОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ ЗА УЧАСТЮ ЕКСПЕДИТОРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ.....	198

М.К. Черкашина, Н.В. Потаман РАЦІОНАЛІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ ДОСТАВКИ ДРІБНОПАРТІЙНИХ ВАНТАЖІВ І РЕГІОНАЛЬНОМУ СПОЛУЧЕННІ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВАНТАЖНИХ.....	200
А.М. Гордієвич, В.С. Наумов ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЯКОСТІ ЕКСПЕДИТОРСЬКОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ В УМОВАХ СТОХАСТИЧНОГО ПОПИТУ НА ТРАНСПОРТНІ ПОСЛУГИ.....	203
Р.О. Карокозов, О.С. Дробот ПОВЕДІНКА КАРБОПЛАСТИКІВ В УМОВАХ ТЕРТЯ ПРИ ПІДВИЩЕНИХ ТЕМПЕРАТУРАХ.....	206
М.С. Фостус, М.В. Красота ДОСЛІДЖЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ ДВИГУНІВ НА РІЗНИХ РЕЖИМАХ РОБОТИ.....	208
Р.В. Чугай, М.В. Красота ТЕРМОМЕХАНІЧНА ОБРОБКА ПОКРИТТІВ ОТРИМАНИХ НАВАРЮВАННЯМ ТА НАПЛАВЛЕННЯМ.....	209
Д.Є. Панарін, В.В. Аулін СУЧАСНІ ЕЛЕКТРОННІ МЕТОДИ ДІАГНОСТИКИ АВТОМОБІЛЬНИХ ДВИГУНІВ.....	211
В.В. Слонь, В.В. Аулін, С.В. Лисенко ВПЛИВ ГЕОМОДИФІКУЮЧИХ ПРИСАДОК НА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ МОТОРНОЇ ОЛИВИ.....	213

ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОГО СПОСОБУ ВІДНОВЛЕННЯ

Г.А. Мельник, ст. гр. ЗВ 096,
О.П. Шиліна, доц., канд. техн. наук
Вінницький національний технічний університет

Найбільш раціональними являються способи з мінімальними затратами на відновлення з врахуванням довговічності та інших показників, що характеризують строк служби деталі в порівнянні з новою.

Оцінка способу відновлення проводиться за трьома критеріями: технологічним критерієм, довговічності та економічної доцільності.

Технологічний критерій визначає принципову можливість застосування різних способів відновлення до конкретної деталі – «Вал подвійної гідромуфти». Цей критерій не може бути виражений числом і є попереднім, оскільки з його допомогою не можна вирішати питання вибору раціонального способу відновлення деталі, як таких способів декілька.

За першим критерієм на основі аналізу роботи деталі у вузлі та технологічності деталі виявили, що «Вал подвійної гідромуфти» (рис.1) можна відновлювати плазмовим напилюванням, газополуменевим напилюванням, наплавленням порошковим дротом, наплавленням в середовищі вуглекислого газу.

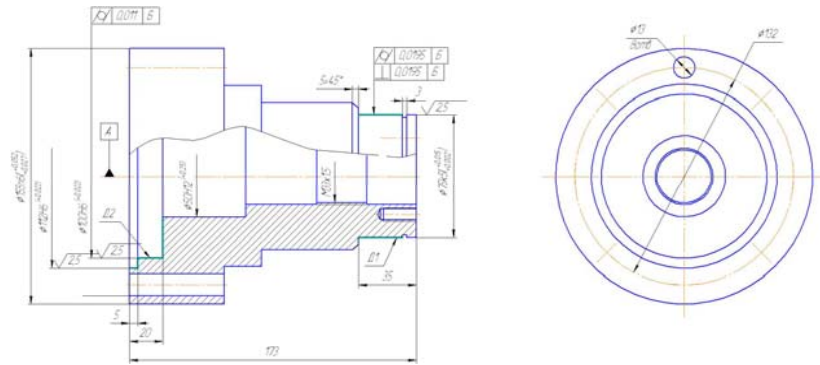


Рисунок 1 – Ремонтне креслення «Вал подвійної гідромуфти»

Для виявлення найбільш раціонального способу використовуємо критерій довговічності та економічності. Критерій довговічності визначає працездатність відновлених деталей і виражається коефіцієнтом довговічності k_d , що чисельно являє собою добуток коефіцієнтів зносостійкості, витривалості і зчеплення нанесеного покриття з основним металом:

$$k_d = f(k_z; k_v; k_{\text{зч}})$$

де k_z – коефіцієнт стійкості проти спрацювання; k_v – коефіцієнт витривалості; $k_{\text{зч}}$ – коефіцієнт зчеплення.

Коефіцієнт стійкості зносостійкості і витривалості визначаються на основі експлуатаційних або стендових випробувань.

Коефіцієнт зчеплення визначається за залежністю $k_{\text{зч}} = \frac{i_d}{i_e}$,

де i_d – фактичне (дослідне) значення міцності зчеплення нанесеного шару покриття з основним металом, МПа; i_e – еталонні значення зчеплення, МПа.

Еталонні значення міцності зчеплення нанесеного шару з поверхню деталі визначаються за даними таблиці 1.

Таблиця 1 – Еталонні значення міцності зчеплення.

Матеріал і характер роботи спряжень	i_e , МПа
Зовнішні поверхні сталевих деталей, які сприймають значні ударні чи знакозмінні навантаження.	500
Зовнішні поверхні сталевих або чавунних деталей, які не сприймають значних ударних чи знакозмінних навантажень.	200
Внутрішні посадочні поверхні під підшипники, які не сприймають знакозмінні та значні ударні навантаження та деталі із чавунних чи з алюмінієвих сплавів.	50
Зовнішні та внутрішні поверхні сталевих і чавунних деталей, які не сприймають значних ударних чи знакозмінних навантажень	40

За літературними джерелами [1,2] межа міцності зчеплення з основою при:

– плазмовому напиленні 150 МПа

$$k_{\text{зч}} = \frac{i_d}{i_e} = \frac{150}{40} = 3,75 \text{ МПа}$$

– газополуменевому напиленні 40 МПа

$$k_{\text{зч}} = \frac{i_d}{i_e} = \frac{40}{40} = 1 \text{ МПа}$$

– наплавленні порошковим дротом 250 МПа

$$k_{\text{зч}} = \frac{i_d}{i_e} = \frac{250}{40} = 6,25 \text{ МПа}$$

– наплавляванні в середовищі вуглекислого газу 250 МПа

$$k_{\text{зч}} = \frac{i_d}{i_e} = \frac{250}{40} = 6,25 \text{ МПа}$$

Для забезпечення найбільшої працездатності деталі приймається той спосіб ремонту, при якому k_d вище.

Критерій економічності визначає вартість відновлення деталі. Для вибору раціонального способу за даним критерієм проводиться порівняння вартості декількох варіантів. При цьому перевага віддається варіантові з більш низьким значенням показника вартості.

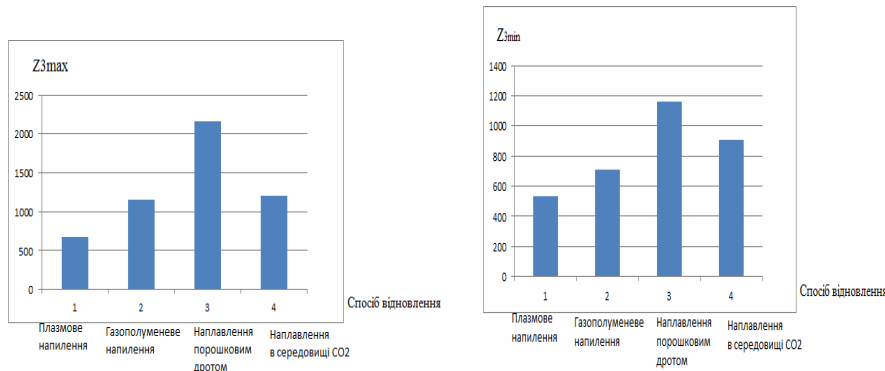


Рисунок 2 – Величина шару нанесення покриття при max і min значенні припуску

Як показник вартості приймемо собівартість відновлення з урахуванням оптимальної товщини матеріалу, що наноситься та глибини дефектного шару [3]

Вибір раціонального способу відновлення деталі може бути представлений у формі таблиці 2.

Таблиця 2 – Оцінка способів відновлення.

Спосіб відновлення	Оцінка способів відновлення за критеріями		
	технологічний	довговічності	економічності
Плазмове напильня	+	3,75	3,99 грн
Газополуменеве напильня	+	1	5,39 грн
Напильня порошковим дротом	+	6,25	7,98 грн
Напильня в середовищі CO ₂	+	6,25	3,57 грн

Як показник вартості приймали собівартість відновлення з урахуванням оптимальної товщини матеріалу, що наноситься та глибини дефектного шару.

Висновок: Проведений аналіз показав, що напильня в середовищі CO₂ *Вала подвійної гідромуфти* за визначеним критерієм є економічно доцільним та раціональним способом відновлення.

Список літератури

1. Корж В.М. Нанесення покриття: Навчальний посібник / За редакцією академіка НАН України К.А.Ющенка./ Корж В.М., Кузнецов В.Д., Борисов Ю.С., Ющенко К.А. – К.: Аристей, 2005, 204 с.
2. Борисов Ю.С. Газотермические покрытия из порошковых материалов. / Борисов Ю.С., Харламов Ю.А., Сидорченко С.Л., Ардамовская Е.Н./ - Киев: Наукова думка, 1987, 544 с.
3. Техническое обслуживание, ремонт и хранение автотранспортных средств: Учебник: в 3 кн. – К.: Вища шк., 1992. _ Кн.3. Ремонт автотранспортных средств // В.Е. Канарчук, А.Д. Чигиринец. – 495 с., ил.

АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ МАРШРУТНОЇ МЕРЕЖІ МІСТА*

О.В. Расновський, ст. гр. ІАТ-І2м,
В.В. Біліченко, проф., канд. техн. наук
Вінницький 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 впорядкованості 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 все ще не співпадають з його техніко-економічними можливостями. Не повністю задовольняються потреби населення в перевезеннях, а самі перевезення потребують більш удосконалених форм організації.

З метою покращення якості перевезень, розробляються заходи по підвищенню якості обслуговування, покращенню техніко-експлуатаційних показників роботи і ефективності використання рухомого складу шляхом проведення аналізу показників маршрутної мережі.

Для планування перевезень, контролю та аналізу підсумків діяльності маршрутних систем використовують низку показників. Аналіз даних показників має своєю метою виявити причини, стримуючі розвиток перевезень, і визначити заходи щодо поліпшення обслуговування пасажирів при мінімальних витратах на експлуатацію [1].

Маршрутний коефіцієнт (K_M) характеризує розгалуженість маршрутної мережі – відношення суми довжини всіх маршрутів ($\sum L_{k-j}$, м), до суми довжин усіх вулиць і проїздів ($\sum L_{k-j}$, вул.), по яких проходять маршрути пасажирського транспорту:

$$K_M = \frac{\sum L_{k-j}, м}{\sum L_{k-j}, вул.}$$

Маршрутний коефіцієнт показує, скільки в середньому маршрутів проходить по кожній ділянці мережі, і характеризує зразкову кількість напрямків, в яких пасажир може їхати з кожної точки мережі. Чим він вищий, тим більше зручностей для пасажирів. Для добре розвинутої транспортної мережі міст він дорівнює $K_M = 2-3,5$, а для слаборозвинутої мережі $K_M = 1,2-1,3$.

Маршрутна транспортна мережа характеризується щільністю (δ), тобто насиченістю території міста лініями пасажирського маршрутного транспорту:

$$\delta = \frac{\sum_{i=1}^n L_{k-j}, вул.}{S_r} \cdot \left(\frac{км}{км^2} \right)$$

* на прикладі м. Вінниця

де S_p – площа міста, км^2 .

Чим вище щільність мережі, тим менше витрати часу пасажирів на підхід до зупинок.

Для великих міст $\delta = 2 - 2,5 \frac{\text{км}}{\text{км}^2}$, а для центральних районів міста $\delta = 5 - 7 \frac{\text{км}}{\text{км}^2}$.

Протяжність підходу до зупинок визначається:

$$l_{nx} = \frac{1}{3\delta} + \frac{l_{nep}}{4}, (\text{км})$$

де l_{nep} – протяжність перегону, відстань між зупинними пунктами.

На підставі цього аналізу можна зробити такі висновки: для скорочення часу на підхід треба збільшувати (δ) і зменшувати (l_{nep}). Але треба врахувати, що збільшення (δ) дозволяє розосередити пасажиропотік, а зменшення (l_{nep}) – знизити швидкість руху автобуса і збільшити час доставки пасажирів до місця призначення.

Розгалуженість маршрутних схем міського пасажирського транспорту визначається коефіцієнтом (μ):

$$\mu = \frac{L_M}{L_c},$$

де L_M – сумарна протяжність маршрутів міського транспорту, км;

L_c – протяжність маршруту одного виду транспорту.

Розгалуженість μ повинна знаходитись в межах 2-4. При значеннях $\mu > 4$ – дуже велика розгалуженість і низька насиченість транспортними засобами. При значеннях $\mu < 2$ – погано поєднані маршрути, погана взаємодія різних видів транспорту.

Також для аналізу використовують і інші показники: кількість транспортних засобів на маршруті; середня кількість рейсів за годину; середній інтервал руху; кількість пасажирів в годину пік; фактична робота за годину; середня потужність пасажиропотоку за годину; середня відстань поїздки пасажирів; та інші.

Минулого року у Вінниці була проведена реформа в галузі міських пасажирських перевезень. Було впроваджено в дію нову маршрутну мережу. Використовуючи наведені вище показники можна провести частковий аналіз сьогодні існуючої і колишньої маршрутних мереж (табл. 1).

Таблиця 1 – Показники маршрутної мережі.

Показник	Маршрутна мережа	
	Існуюча	Колишня
Маршрутний коефіцієнт	3,37	4,8
Щільність мережі	1,73	1,75
Протяжність підходу до зупинки	0,246	0,248
Розгалуженість маршрутних схем:		
автобусних маршрутів	5,3	8,2
трамвайних маршрутів	12,7	12,7
тролейбусних маршрутів	4,3	4,3
маршрутів ТЗ в режимі маршрутного таксі	2	2,8

Можна зробити деякі висновки: маршрутний коефіцієнт сучасної мережі, на відміну від колишньої, входить в рекомендовані межі; щільність та протяжність підходу до зупинки

майже не змінилися; деяких змін зазнала розгалуженість маршрутних схем – довжина трамвайних і тролейбусних маршрутів не змінилася, автобусних маршрутів побільшало, збільшилась розгалуженість маршрутів транспортних засобів в режимі маршрутного таксі.

Список літератури

1. Босняк М. Г. Пасажирські автомобільні перевезення / М. Г. Босняк. Навчальний посібник – К. : Видавничий дім «Слово», 2009. – 272 с.

ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБУ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ

Ю.О. Слободянюк, асп.,

В.І. Савуляк, проф., д-р техн. наук

Вінницький національний технічний університет

З метою відновлення втраченого ресурсу деталей в процесі експлуатації або його підвищення під час виготовлення нових деталей застосовують різноманітні методи нанесення покриттів та поверхневого зміцнення. Важливим аспектом прийняття інженерних рішень щодо методів та технологій є розробка методології порівняльного аналізу варіантів технологічних процесів, які поєднують відновлення або зміцнення поверхонь та їх наступної механічної обробки.

У всіх економічно розвинутих країнах велику складову національного продукту складає відновлювальне виробництво [1,2]. При виявленні рівнозначних варіантів способів відновлення деталей проводиться економічний аналіз за основними статтями витрат: витрати на електричну енергію, на матеріали, заробітну плату, загальнопромислові витрати тощо.

Задачею дослідження є розробка комплексно-порівняльної оцінки ефективності застосування методів відновлення та зміцнення разом з механічною обробкою за мінімумом необхідних витрат.

Спосіб відновлення поверхонь деталей машин впливає на структуру та параметри технологічного процесу наступної механічної обробки, його трудомісткість та собівартість. На основі порівняння вищезгаданих величин може бути організовано пошук раціонального або оптимального способу відновлення. Технологічну собівартість виконання операцій подальшої механічної обробки можна визначати за формулою [4]:

$$C_0 = \frac{C_{n-3} \cdot T_{шт-к}}{60 \cdot K_6}, \quad (1)$$

де C_{n-3} – годинні цехові витрати, грн/год; $T_{шт-к}$ – штучно-калькуляційний час виконання операції, хв; K_6 – коефіцієнт виконання норм.

C_{n-3} можуть бути вибрані згідно рекомендацій в залежності від використовуваного обладнання та за даними діючих підприємств.

$T_{шт-к}$ визначається змістом операції, використаним обладнанням та оснащенням. На величину $T_{шт-к}$ при механічній обробці впливає структура (зміст) виконуваних операцій, яка формується в залежності від співвідношення допуску на розмір поверхні після нанесення

покриття та допуску на розмір, який має бути забезпечений згідно робочого креслення. Це співвідношення називають коефіцієнтом уточнення [4]:

$$\varepsilon = \frac{T_{заг}}{T_{дет}} = \frac{T_{заг}}{T_1} \cdot \frac{T_1}{T_2} \cdot \dots \cdot \frac{T_{i-1}}{T_i} \cdot \dots \cdot \frac{T_{n-1}}{T_n} = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot \dots \cdot \varepsilon_i \cdot \dots \cdot \varepsilon_n = \prod_{i=1}^n \varepsilon_i \quad (4)$$

де ε – загальне уточнення; ε_i – окремі ступені уточнення (переходи); P – кількість ступенів (переходів); $T_{заг}$ – допуск розміру заготовки, одержаний після виконання операцій відновлення (нанесення покриття), мкм; $T_{дет}$, T_i – допуски розміру деталі після механічної обробки (після відновлення) окремого ступеня (переходу) обробки.

На трудомісткість кожної із операцій механічної обробки впливає не тільки кількість ступенів (переходів), а й кількість робочих ходів, що виконуються під час оброблення кожної із поверхонь. Кількість робочих ходів залежить від величини припуску та глибини різання при одному робочому ході. Величина мінімального припуску на механічну обробку поверхонь обертання визначається за формулою [4]:

$$2Z_{min} = 2 \cdot (R_z + T + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2}). \quad (5)$$

Величина мінімального шару нанесеного покриття [5]:

$$A_{ш} = \Delta Z + 2Z_{min}, \quad (6)$$

де Z_{min} – величина мінімального припуску на виконуваному переході механічної обробки; R_z , T , ρ – висота мікронерівностей, глибина дефектного шару, просторові відхилення в розміщенні оброблюваної поверхні відносно базових поверхонь заготовки на попередньому переході механічної обробки, мкм; ε_{yi} – похибка установлення заготовки (деталі) на виконуваному переході, мкм, $A_{ш}$ – товщина шару, який необхідно нанести, ΔZ – знос поверхні та величина шару металу, що знімається при підготовленні поверхні до відновлення.

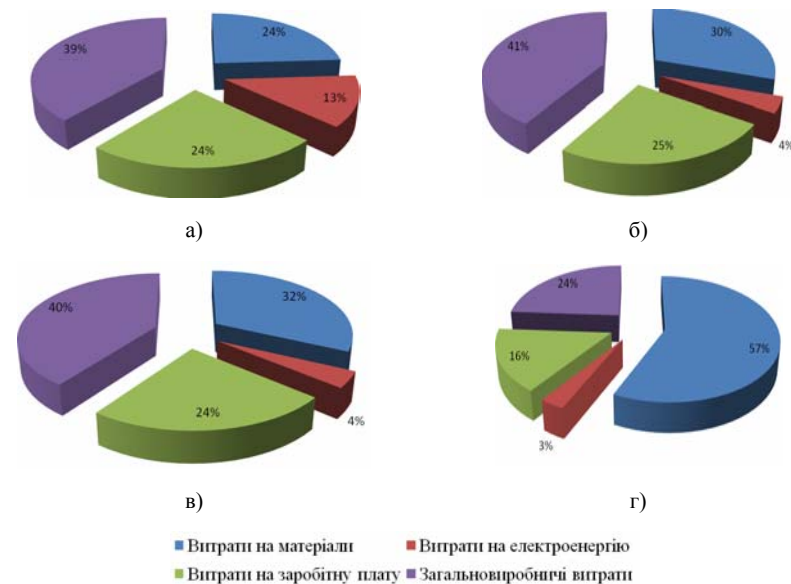
Величина мікронерівностей R_z , що утворюється при нанесенні покриття також впливає на величину припуску та залежить від способу відновлення деталі. Дослідження виконані на прикладі колінчастого валу гідронасоса, який є типовою деталлю, що підлягає відновленню.

Найбільш доцільними способами, що забезпечують необхідну якість поверхневого шару є такі способи нанесення покриття: плазмове напилювання, наплавлювання в середовищі вуглекислого газу, наплавлювання під шаром флюсу та порошковим дротом. Експериментальні дослідження показали, що найбільше значення R_z спостерігається при наплавлюванні в середовищі вуглекислого газу, найменше – при плазмовому напилюванні. Глибина дефектного шару T також залежить від способу нанесення покриття. Найменша глибина дефектного шару при плазмовому напилюванні, найбільша – при наплавлюванні в середовищі вуглекислого газу.

Параметри R_z , T , ρ при механічній обробці можна вибрати за даними літературних джерел. На основі розрахунків припусків встановлено залежність штучно-калькуляційного часу від способу нанесення покриття та відповідної механічної обробки, що виконується на подальших операціях.

За формулою (1) визначено собівартість виконання операцій нанесення покриття для різних способів та подальшої механічної обробки.

Встановлено витрати матеріалу на нанесення покриття при використанні різних способів. Розподіл основних статей витрат у відносній собівартості відновлення наведено на рисунку 1.



а) плазмове напилювання; б) наплавлювання в середовищі вуглекислого газу; в) наплавлювання під шаром флюсу; г) наплавлювання порошковим дротом

Рисунок 1 – Розподіл статей у відносній собівартості відновлення, %

Так витрати на матеріали для різних способів нанесення покриття складають 30 – 52%, витрати на електроенергію – 3 – 5%; витрати на заробітну плату 15 – 25% та загальновиробничі витрати – 24 – 41%.

Висновки.

1. Рациональним способом відновлення за технічними показниками є плазмове напилювання, яке викликає мінімальні структурно-фазові перетворення, мінімальні витрати на механічну обробку та найменшу товщину шару, який потрібно нанести. Недоліки такі: проблеми зі зчепленням покриття та основи, висока вартість процесу, та дорогі матеріали.

2. За міцністю зчеплення основи й покриття найкращим є наплавлювання, але воно має такі недоліки: великі припуски, великі витрати матеріалів і часу на механічну обробку.

3. Під час вибору методу відновлення з точки зору службового призначення деталі слід керуватися:

- а) можливою товщиною та якістю покриття;
- б) величиною термічного впливу та спотвореннями профілю деталі.

4. Встановлено, що найбільша відносна собівартість нанесення покриття при плазмовому напилюванні, найменша - при наплавлюванні під шаром флюсу (на 34% менше).

Список літератури

1. www.durmat.com/PDF-Files/d_auftragschweissen.pdf
2. Bach F.-W. Moderne Beschichtungsverfahren / F.-W. Bach, K. Möhwald, A. Laarmann, Th. Wenz. – Darmstadt: Betz-Druck GmbH, 2005. – 350S
3. Корж В.М. Нанесення покриття /В.М. Корж, В.Д. Кузнецов, Ю.С.Борисов, К.А. Ющенко. – К.: Арістей, 2005. – 2004с.

4. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів в машинобудуванні / П.О. Руденко. – К.:Вища шк.,1993.- 414с.
5. Савуляк В.І. Визначення складових припуску на механічну обробку отворів у заготовках з наплавлюванням функціональних покриттів / В.І. Савуляк, С.А. Заболотний, О.В. Шаповалова, В.Й. Шенфельд // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії. – Краматорськ, 2011. - №1(22),- с.148-150.

РОЗРОБКА ТЕРМОДИНАМІЧНОГО РОЗПИЛЮВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

А.М. Волковський, ст. гр. 13В-12 мн,
В.І. Савуляк, проф., д-р техн. наук,
О.Л. Гайдамак, доц., канд. техн. наук
 Вінницький національний технічний університет

В даний час для відновлення зношених деталей порошковими сплавами найбільш ефективні методи: плазмове, газополуменеве, та детонаційне напилювання. Ці методи мають ряд недоліків: значна теплова дія на оброблювану деталь, що призводить до термічної деформації останньої; використання горючих та вибухових газів створює небезпечні та некомфортні умови праці.

Метою даної роботи є розробка нової, вдосконаленої конструкції термодинамічного розпилювального пристрою, що створює високоякісні функціональні покриття на деталях машин та експериментальне дослідження процесу нанесення покриття.

В термодинамічній технології напилення (яку на практиці зручно називати "наросцуванням" металу), ця умова не є обов'язковою, що й обумовлює її унікальність. У даному випадку з твердою підкладкою взаємодіють частинки, що знаходяться в нерозплавленому стані, але мають дуже високу швидкість (рис 1.).

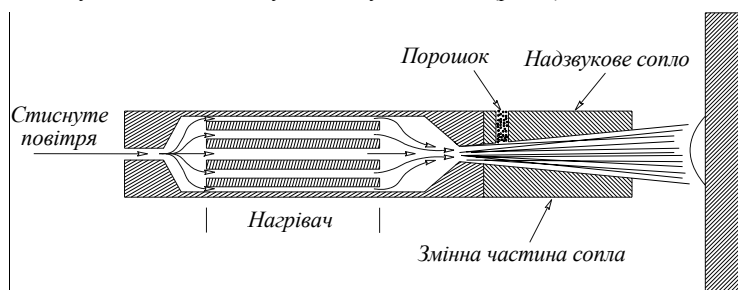


Рисунок 1 – Схема процесу термодинамічного напилення

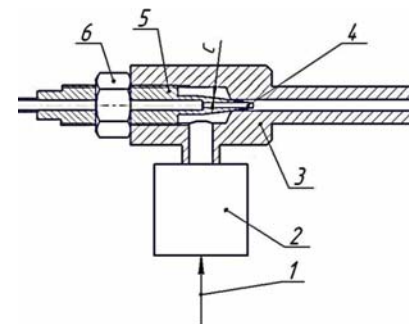
Головним елементом цього обладнання є запатентований сопловий вузол.

Недоліком відомого пристрою є складність виготовлення надзвукового сопла яка полягає в необхідності обробки точних отворів конічної форми малого діаметру 5-6 мм і менше, що потребує необхідності спеціальних технологій і спеціального інструменту.

Запропоновано нову конструкцію надзвукового сопла (рис 2.). Одним з головних параметрів, від якого залежать розміри напилювального пристрою – є нагрівач повітря, який буде нагрівати повітря, що потрапляє в надзвукове сопло.

Нагрівач повинен відповідати ряду вимог, які наведені нижче:

1. Нагрівач повинні володіти достатньою жаростійкістю і жароміцністю.
2. Нагрівач повітря повинен бути зроблений з матеріалу, що володіє високим питомим електричним опором.
3. Електронагрівач повинен бути безпечним у випадку пошкодження електроізоляції і закорочення напруги на корпус розпилювального пристрою.



1 – подача стиснутого газу; 2 – нагрівач газу; 3 – стовбур; 4 – канал подачі розпилювального матеріалу;
 5 – конус з можливістю регульованого переміщення; 6 – гайка фіксатор

Рисунок 2 – Надзвукове сопло з осьовою подачею розпилювального порошку

Вихідні данні:

Потужністю: $P = 3000 \text{ Вт}$;

Напруга мережі: $U = 36 \text{ В}$;

Температура нагрівача: 400° C .

Як нагрівальний елемент використовується ніхромовий дріт X20Н80.

Сила струму, що буде проходити через нагрівальний елемент:

$$I = P / U = 3000 / 36 = 83,33 \text{ А};$$

Опір нагрівача:

$$R = U / I = 36 / 83,33 = 0,432 \text{ Ом};$$

У нашому випадку для сили струму 83,33 А та температури нагрівача 400° C , за відомими таблицями вибираємо ніхромовий дріт з діаметром $d = 5 \text{ мм}$ і площею поперечного перерізу $S = 19,6 \text{ мм}^2$.

Розрахунок довжини ніхромового дроту:

$$l = R \cdot S / \rho = 0,432 \cdot 19,6 / 1,11 = 7,628 \text{ м} = 7628 \text{ мм};$$

Розраховану довжину розіб'ємо на дві рівних частини по $L = 3814 \text{ мм}$ для спіралей меншого і більшого діаметрів.

З конструктивних міркувань вибираємо для внутрішньої спіралі середній діаметр D витка 50мм та 70 мм зовнішньої. Розрахуємо довжину одного вітка кожної із спіралей C_1 та C_2 .

$$C_1 = \pi D = 3,14 \cdot 50 = 157 \text{ мм};$$

$$C_2 = \pi D = 3,14 * 70 = 219 \text{ мм};$$

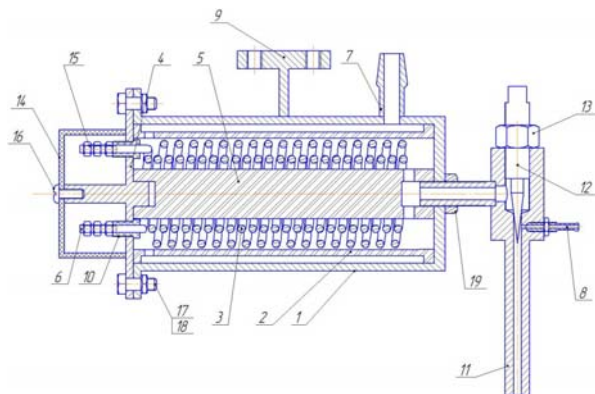
Кількість витків N_1 для внутрішньої та N_2 для зовнішньої спіралей

$$N_1 = L / C = 3814 / 157 = 24,3 \text{ витка};$$

$$N_2 = L / C = 3814 / 219 = 17,4 \text{ витка}.$$

Конструкція розпилювального пристрою повинна бути легкою, повинна охолоджуватись зовнішня стінка.

Враховуючи поставлені задачі, було розроблено та запропоновано наступну конструкцію термодинамічного розпилювального пристрою (рис. 3).



1 – корпус, 2 – керамічна втулка, 3 – спіраль нагрівача, 4 – кришка, 5 – керамічний ізолятор, 6 – клемма підключення струму, 7 – ніпель підключення стисненого повітря, 8 – ніпель підключення подачі розпилювального матеріалу, 9 – кронштейн кріплення розпилювального пристрою, 10 – втулка ізолятор, 11 – сопло розпилювальної гармати, 12 – конічна голка дросель, 13 – стопорна гайка, 14 – кришка ізолятор, 15 – гайки клем, 16 – гвинт кріплення кришки, 17, 18 болт та гайка кріплення кришки 4

Рисунок 3 – Термодинамічний розпилювальний пристрій

Експеримент проводили на наступних режимах. Тиск повітря 0,6 МПа, температура повітря 300 °С, відтань деталі від краю сопла розпилювача 20 мм, час напылення 20 секунд. Матеріал деталі на яку наносили покриття алюміній АМг1 ГОСТ 4784-97. Марка порошку для напылення А-20-11. В результаті на поверхні деталі утворилась пляма покриття діаметром 12 мм та товщиною 0,11 мм (рис. 4).

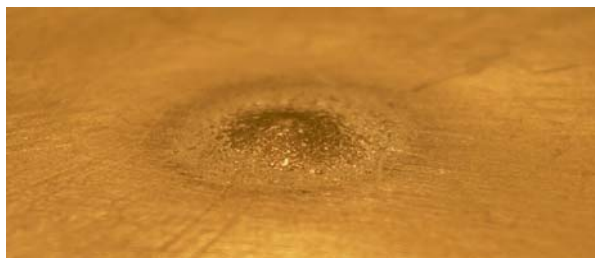


Рисунок 4 – Зразок з нанесеною плямою покриття

Список літератури

1. Патент РФ 2237746 Способ газодинамического нанесения покрытий и устройство для его осуществления. 2003 г.
2. Фельдман И.А. Расчет и конструирование нагревателей электропечей сопротивления/ Фельдман И.А., Гутман М.Б., Рубин Г.К., Шадрин Н.И.. М Энергия 1966 108 с.
3. Сидоров А.И. Восстановление деталей машин напылением и наплавкой / Сидоров А.И. -М.: Машиностроение, 1987.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗРОБКИ МЕТОДУ ПОСТІЙНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ПІДВІСКИ АВТОМОБІЛЯ

Д.О. Галушак, асп.,

А.П. Поляков, проф., д-р техн. наук

Вінницький національний технічний університет

Під впливом різних зовнішніх та внутрішніх факторів, при експлуатації автомобіля, відбувається процес погіршення технічного стану його деталей, вузлів та агрегатів.

Для визначення технічного стану деталей та вузлів автомобіля застосовують діагностичне обладнання (стаціонарне, переносне, вбудоване).

Стаціонарне (діагностичні стенди) та переносне обладнання дають оцінку технічного стану деталей та вузлів автомобіля лише під час контролю, постійну оцінку їх технічного стану можна здійснювати лише застосуванням вбудованої системи діагностики.

Відносно інших систем автомобіля, підвіска працює в найбільш важких умовах. На її складові частини діють значні зусилля згину, скручування та знакозмінні ударні навантаження, що викликають різні несправності [1]. Від стану підвіски автомобіля в значній мірі залежить його стійкість, маневреність та керованість на дорозі, які забезпечують безпеку руху.

Оцінку технічного стану вузлів та агрегатів автомобіля можливо здійснювати як за прямими, так і за непрямими параметрами. На даний час все більше застосування знаходить діагностика по амплітудно-частотній характеристиці вузлів транспортних засобів, яка має переваги в високій точності та швидкодії.

Отримання постійної інформації про технічний стан деталей та вузлів підвіски автомобіля дає змогу вчасно проводити роботи з технічного обслуговування і ремонту, зменшити витрати автотранспортних підприємств та підвищити безпеку руху, що в подальшому може запобігти скоєнню ДТП.

Для отримання постійної інформації про технічний стан деталей та вузлів підвіски автомобіля доцільно розробити індивідуальну систему діагностики підвіски автомобіля по амплітудно-частотній характеристиці його коливань, яка буде не тільки інформувати водія про її технічний стан, а й визначати місце поломки чи зношення. Це дозволить забезпечити постійний контроль технічного стану деталей і вузлів підвіски автомобіля, запобігти неочікуваним поломкам, попередити аварійну ситуацію під час експлуатації та підвищити надійність автомобіля за рахунок вчасної заміни зношеної деталі чи вузла.

Оскільки, знання поточного технічного стану елементів підвіски автомобіля є дуже важливим, а значна доля автомобілів, що експлуатуються на території України, не мають вбудовану систему діагностики технічного стану підвіски, яка дозволяла б в повному обсязі і безперервно оцінювати технічний стан її деталей та вузлів, тому дослідження в даному напрямі є актуальним.

Список літератури

1. Чабанний В.Я. Ремонт автомобілів: Навчальний посібник/ Упор. В.Я. Чабанний — Кіровоград: Кіровоградська районна друкарня, 2007. — 720 с.

МЕТОД ОЦІНКИ ЯКОСТІ СПОСОБІВ ЗВАРЮВАННЯ РАМНО-ОБОЛОНКОВИХ КОНСТРУКЦІЙ

О.В. Поступайло, асп.,

В.І. Савуляк, проф., д-р техн. наук

Вінницький національний технічний університет

Підвищення довговічності рамно-оболонкових конструкцій є актуальною темою досліджень і в першу чергу тому, що конструкції такого типу широко розповсюджені. Ці конструкції являються гібридом рамних та оболонкових конструкцій, в яких рама виконує роль опор, а листовий метал створює відокремлене середовище та несе частину навантаження конструкції (рис. 1).

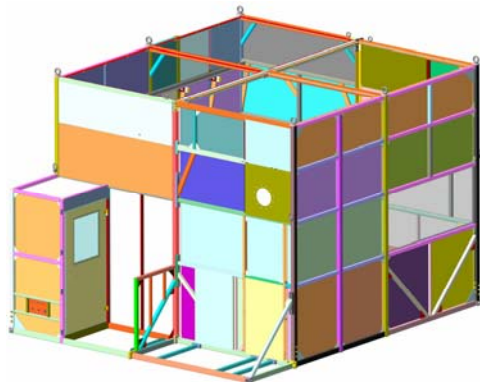


Рисунок 1 – Рамно-оболонкова конструкція

Використання конструкцій такого типу особливо доцільне за умов мінімізації ваги конструкції, що є актуальним для всіх сфер машинобудування.

Для отримання даних, від яких можна відштовхуватись для створення рекомендацій до проектування технологій виготовлення рамно-оболонкових конструкцій та підвищення їх

довговічності, вирішено провести дослідження з підготовкою узагальнених рекомендацій на основі застосування методу експертних оцінок.

В якості об'єкту для досліджень обрано ділянку з'єднання рами з тонким листом, яка є найбільш вразливим місцем рамно-оболонкових зварних конструкцій.

Для відпрацювання методики досліджень обрали варіанти реалізації процесу зварювання. Варіант 1: зварювались внапуск лист та товста пластина (модельює раму), зварювальний дріт Св-08Г2С. Варіант 2: зварювались внапуск лист та товста пластина (модельює раму) дротом 12Х18Н10. Другий дріт є високолегованим і під час його застосування можуть виникнути специфічні проблеми. Як виявилось, найбільше корозійному руйнуванню піддається зона термічного впливу (ЗТВ) та зварний шов. Внаслідок руйнування зварного з'єднання втрачається цілісна міцність всієї конструкції. Тому вирішено захистити ЗТВ в першу чергу (рис. 2).



Рисунок 2 – Спрацьована рама тролейбуса після заняття листової оболонки

З метою оцінки якості отриманих зварних з'єднань вибрані такі показники:

Найбільш важливим з точки зору надійності є показник корозійної стійкості. Надаємо цьому показникові ваговий коефіцієнт 1.

Другим за значимістю для надійності є мікроструктура зварного з'єднання та ЗТВ. Яка напряму впливає на міцність конструкції та стійкість до динамічних навантажень. Ваговий коефіцієнт складатиме 0,9.

Наступним показником є герметичність зварних з'єднань. Він важливий при необхідності відокремлення середовища рамно-оболонкових конструкцій від зовнішнього. Це важливо як для збереження теплової енергії так і для захисту від агресивного середовища. Ваговий коефіцієнт складатиме 0,8.

Показник жолоблення є не менш актуальним, особливо при умові герметичності. Ваговий коефіцієнт складатиме 0,7.

Ціновий показник часто є вирішальним при обранні технології виготовлення, але він нічого не вартий, якщо не досягається надійність конструкції. Ваговий коефіцієнт складатиме 0,6.

Останнім з обраних показників є надійність та стабільність процесу зварювання, який впливає на дефекти валка. Надаємо цьому показникові ваговий коефіцієнт 0,4.

Результати визначення комплексних показників якості технологічного процесу зварювання заносимо у таблицю 1.

Дослідивши зразки на запропоновані показники вписуємо їх в таблицю порівнюючи їх між собою (кращий отримував 1 місце, більш гірший 2 і так далі в залежності від кількості варіантів).

Таблиця 1 – Цінність та результати оцінки зразків.

Зразок	Корозійна стійкість (1)	Мікро-структура (0,9)	Герметичність (0,8)	Жолоблення (0,7)	Ціна (0,6)	Надійність та стабільність процесу зварювання (0,4)
I	2	2	1	2	1	2
II	1	1	1	1	2	1

Результати дослідження виглядають так:

При дослідженні корозійної стійкості на зразках другого варіанту реалізації процесу зварювання спостерігається повільніша корозія в ЗТВ, та її відсутність на зварювальному шві, у порівнянні з зразками першого варіанту реалізації.

Дослідження мікроструктури показало більш дрібнозернисту структуру на другому варіанті зразків.

Герметичність досліджувалась методом газової проби. Різниці в результатах досліді не було виявлено, обидва варіанти методу зварювання дали задовільний результат.

Жолоблення зразків першого варіанту виявило спотворення профілю у формі хвилі і в розмірі 0,57мм на 1600мм довжини зразка. В той час як жолоблення зразків другого варіанту маючи форму дуги мали розміри 0,4мм на ту саму довжину. Результати зумовлені стабільністю формування шва, що зменшило час впливу теплової енергії від зварювальної дуги.

Цінові показники визначаються за собівартістю одного кілограма дроту кожної марки. Вартість Св-08Г2С – 19грн/кг., в той час як 12Х18Н10 коштує – 45грн/кг.

Надійність та стабільність процесу зварювання в першу чергу характеризує якість формування зварного валика. На зразках другого варіанту спостерігається краще формування валика, що зменшує ризик спричинення дефектів. Процес зварювання при використанні звичайного дроту не виділявся нічим особливим.

Отже, з використанням методу експертних оцінок можемо визначити кращий варіант, враховуючи всі показники:

$$I - 2*1+2*0,9+1*0,8+2*0,7+1*0,6+2*0,4 = 7,4$$

$$II - 1*1+1*0,9+2*0,8+1*0,7+2*0,6+1*0,4 = 5,8$$

Зразок, отримавши менше число є кращим по сукупності всіх досліджуваних параметрів. Тобто, можна сказати, що не зважаючи на більшу ціну нержавіючого дроту (трохи більше ніж у 2 рази) він обходить звичайний по сукупності всіх досліджуваних параметрів. При використанні другого варіанту процесу зварювання збільшується корозійна стійкість ЗТВ та особливо самого зварного валика. Спостерігається більша стабільність процесу формування зварного валика, що зменшує жолоблення деталі та зменшує ризик виникнення дефектів, що в першу чергу вплине на герметичність конструкції.

Використовуючи запропонований метод оцінки якості способів зварювання рамно-оболонкових конструкції, можна досліджувати різні варіанти реалізації процесів зварювання та процесів суміжних з ним. Метод дозволяє використовувати результати інших досліджень змінюючи лише вагові коефіцієнти під конкретний випадок. Тобто володіє гнучкістю його реалізації.

Список літератури

1. Бабаков А.А., Приданцев М.В. Коррозионные стали и сплавы. – М.: Металлургия, 1971. – 319 с.
2. Винокуров В.А. Сварочные деформации и напряжения. – М.: Машиностроение, 1968. – 236 с.
3. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. – М: Статистика, 1980г. – 263с.
4. Анохин А.Н. Методы экспертных оценок. Уч. пособие. – Обнинск: издательство обнинского института атомной энергетики, 1996г. – 148с.
5. Петров А.В., Славин Г.А. Коробление кромок при сварке тонколистовых материалов //Сварочное производство, 1966, № 5. С. 18 - 19.

ПОКРАЩЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИГУНА ВИКОРИСТАННЯ СУМІШЕВОГО ПАЛИВА ЗІ ЗМІННИМ ВІДСОТКОВИМ ВМІСТОМ БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА

О.О. Галушак, асп.,

А.П. Поляков, проф., д-р техн. наук
Вінницький національний технічний університет

На сьогоднішній день великою проблемою в світі постає вичерпність традиційних нафтових палив, та забруднення навколишнього середовища. Одним з основних споживачем рідких нафтових палив є автомобільний транспорт, який відповідно і є основним забрудником навколишнього середовища. Для зменшення шкідливих викидів та об'єму використання нафтових палив потрібно використовувати альтернативні палива. Тому актуальним є покращення ефективності роботи двигунів внутрішнього згорання які працюють на біопаливах.

Зараз широко ведуться роботи по використанню біодизельного палива (БП) та його сумішей з дизельним паливом (ДП) в якості альтернативного палива для дизельних двигунів. Більшість досліджень проводяться при використанні чистого БП або його сумішей зі сталим відсотковим складом. В результаті проведеного розрахункового дослідження було встановлено, що в залежності від частоти обертання колінчастого валу деякі характеристики двигуна, який працює на БП, змінюються відмінно від двигуна, який працює на ДП, тому доцільно використовувати на різних режимах різні співвідношення суміші. Як видно з роботи [1] при малій частоті обертання такі параметри як крутний момент, питома ефективна витрата палива покращуються, несуттєво збільшуються викиди NOx при використанні чистого БП, відповідно потрібно використовувати суміш з великим вмістом БП, з ростом обертів його вміст потрібно зменшувати.

Ресурс пар тертя які контактують з БП збільшується до 40%. Для забезпечення ефективної експлуатації дизелів на сумішевому паливі необхідно зменшити міжсервісний

інтервал для технічного обслуговування розпилювачів форсунок та гумових деталей, які контактують з біодизельним паливом.

Використання сумішевих палив, зі змінним відсотковим складом, в дизельних двигунах покращить його характеристики, це питання є актуальним і робота в цьому напрямку буде продовжуватись.

Отже при переведенні дизельного двигуна на сумішеве паливо потрібно змінювати його відсотковий склад при різних режимах роботи, що покращить його техніко-економічні та екологічні характеристики. При використанні БД збільшується ресурс пар тертя, проте збільшується закоксовуваність форсунок. Шляхом динамічної зміни відсоткового складу палива при роботі двигуна оптимізується процес горіння в камері згорання, що приведе до зменшення закоксованості форсунки, відповідно і до збільшення інтервалу між їх обслуговуваннями та покращить надійність двигуна.

Список літератури

1. Поляков А.П. Дослідження впливу на техніко-економічні та екологічні показники дизеля переведення його на роботу на біодизельне паливо / Поляков А.П., Нгаяхи Аббе К.В., Галушак О.О., Бишко М.О., Заверуха Ю.В. // Вісник Донецької академії автомобільного транспорту 2012 №1, С 61 – 69.

ЗАСТОСУВАННЯ КОМБІНОВАНОГО ЗВАРЮВАННЯ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІЦНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ РАМНИХ КОНСТРУКЦІЙ ТРАНСПОРТНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН

А.В. Філіпченко, *ст. гр. 13В-10*, Д.В. Бакалець, *асп.*,
В.І. Савуляк, *проф., д-р техн. наук*
Вінницький національний технічний університет

Основна частина рамних конструкцій складаються із сталевих профілів, які жорстко з'єднані між собою. В процесі експлуатації таких конструкцій виникає необхідність їх ремонту чи підсилення з метою підвищення їх експлуатаційних характеристик чи переобладнання (дообладнання), яке досить часто проводять шляхом приварювання внапуск плоских елементів підсилення відповідної форми. Аналіз літературних джерел показав достатню кількість технологічних прийомів та технік отримання якісних нероз'ємних з'єднань, однак в процесі використання дугових процесів зварювання виникає проблема послаблення металу в зоні термічного впливу за рахунок структурних та фазових перетворень. Крім того, досить важко забезпечити якісний корозійний захист поверхонь, що зварюються внапуск.

Для вирішення вище описаних проблем було розроблено спосіб комбінованого зварювання-паяння внапуск, який передбачає розміщення паяльного матеріалу на основі міді між деталями, що зварюються, в області температурного поля, де забезпечується його розплавлення (рис.1).



Рисунок 1 – Макрошліфи паяно-зварних з'єднань

Необхідною умовою реалізації описаного вище способу є обґрунтований вибір або розрахунок параметрів процесу зварювання, при яких відбудеться повне розплавлення припою, і утворюватиметься якісне з'єднання деталей. Визначення оптимальних режимів комбінованого зварювання проводили методом моделювання процесу із використанням спеціалізованого програмного забезпечення на основі кінцево-елементного аналізу.

Аналіз зони сплавлення між сталлю і міддю показав наявність чіткої границі без включень та інших дефектів. У деяких випадках виявлено взаємопроникнення металу зварного шва і припою. Проте таке перемішування локальне, не поширюється у глиб зварного шва і в значній мірі не впливає на механічні властивості з'єднання. Інший край мідного припою за рахунок високої рідкотекучості та сил поверхневого натягу розтікається на певну відстань по поверхні сталі, тим самим забезпечуючи її додатковий корозійний захист.



а) – із сторони зварного шва, б) – із протилежної сторони від зварного шва

Рисунок 2 – Границі сплавлення між сталлю і міддю

Для визначення запасу міцності зразків, зварених по описаній вище технології, було проведено випробування на розривній машині. Використовувались відомі методи випробувань, що відповідають умовам роботи конструкції.

В результаті випробувань встановлено, що руйнування усіх зразків відбувалось поза зварним швом та зоною паяння. Виявлено, що руйнування місця паяння має в'язкий характер, відбувається по криволінійній поверхні і в деяких місцях проходить по основному металу деталі без руйнування припою, що свідчить про високу міцність такого з'єднання. Встановлено, що з'єднання, зварені за розробленою технологією, мають міцність на 20...25% вищу, ніж з'єднання, що зварені без встановлення паяльного матеріалу за стандартною технологією.

Висновки. Розроблено технологію та ряд практичних рекомендацій щодо використання комбінованого зварювання з використанням припоїв на основі міді для проведення ремонту поперечних тріщин рам транспортної техніки, шляхом встановлення підсилюючих накладок.

Відновлювання та зміцнення сталевих конструкцій шляхом використання комбінованого зварювання з використанням припоїв на основі міді окрім підвищення характеристик міцності такого з'єднання забезпечує корозійний захист зони термічного впливу.

Список літератури

1. Максапетян Г.В. Определение напряженного состояния рам грузовых автомобилей при различных кузовах [Текст] / Г.В. Максапетян, Г. Дж. Кочинян // Сборник научных трудов АрмСХИ. – 1977. – Вып. XXVIII. – С. 112-115.
2. Трощенко В. Т. Циклические деформации и усталость металлов. Т. 2. Долговечность металлов с учетом эксплуатационных и технологических факторов [Текст] / В. Т. Трощенко, Л. А. Хамаза, В. В. Покровский [и др.]. – К. : Наукова думка. 1985. – 222 с.
3. Бакалець Д.В. Підвищення надійності та відновлення металоконструкцій транспортних та сільськогосподарських машин [Текст] / Д.В. Бакалець, В.І. Савуляк, // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія Технічні науки. – 2012. – Випуск 11(66). – Т. 2. – С.302–306.
4. Савуляк В.І. Вплив заліковування тріщин мідними сплавами на міцність сталевих конструкцій [Текст] / В.І. Савуляк, Д.В. Бакалець // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2012. – №4. – С.172 – 175.
5. Ляпіна. О.В. Фізико-хімічні процеси на поверхні плівки мідних сплавів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. хім. наук : спец. 01.04.18. “Фізика і хімія поверхні” / Ляпіна Олена Василівна; Прикарпатський національний університет ім. Василя Стефаника. Івано-Франківськ, 2006. 20 с.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ МАТЕРІАЛУ ПАЛЬЦІВ ШНЕКА СУЧАСНИХ ЖАТОК JOHN DEERE

О.Д. Деркач, доц., канд. техн. наук,
Р.А. Бобошко, ст. гр. МЗМ-1-12,

О.С. Кабат, доц., канд. техн. наук,
О.Ю. Кузнецова, інженер

Дніпропетровський державний аграрний університет

На сучасних зернових жатках всередині шнека розташований пальцевий механізм, пальці якого подають стебла до бітера проставки (у комбайнах «Дон-1500», КЗС-9-1 «Славутич») або до плаваючого транспортеру (в комбайнів СК-5М-1 «Нива Эффект», «Снісей-1200» та інші) [1].

На вітчизняних, російських комбайнах пальці виготовлені з холодногнutoї сталі 35 ГОСТ 1050-88. У великій більшості зарубіжні комбайни теж використовують метали для виготовлення цієї деталі. Досвід експлуатації таких комбайнів показує, що при потрапленні до жатки стороннього предмету, палець витримує навантаження і не зламуються, що призводить до значних пошкоджень шнека чи інших елементів жатки. У подальшому це

призводить до більш великих затрат на ремонт та простоїв комбайна. Ця проблема вирішена в останніх моделях зернозбиральних комбайнів John Deere, у яких пальці виготовлені з неметалу (рис.1).



Рисунок 1 – Палець шнека жатки John Deere в робочому положенні (а) і його загальний вигляд (б)

Застосування неметалевого пальця дозволяє зберігати шнек у разі потраплення сторонніх предметів. При цьому зламається сам палець – як правило в одному, спеціально визначеному місці.

Мета роботи – встановити природу матеріалу та рекомендувати вітчизняний аналог або розробити такий в умовах міжфакультетської проблемної науково-дослідної лабораторії технічного сервісу машин ДДАУ.

Умови роботи пальців.

Відомо, що пальці працюють в досить агресивному середовищі. І вони повинні залишатись працездатними як в сухому середовищі, так і в потрапленні до них вологи, оливи чи інших предметів. Тим не менш, при зіткненні з твердими предметами, камінням або іншими сторонніми об'єктами, вони повинні ламатися, а не деформуватися. Вигин пальців шнека може вказувати на потенційний знос направляючої пальця, а також викликати збільшення навантаження на кривошип і привід шнека. В окремих випадках вигинання пальця може викликати деформацію корпусу шнека. Пальці шнека жаток John Deere відрізняються наявністю точки зламу, що дозволяє зламаним пальцям падати всередину шнека, запобігаючи пошкодженню шнека жатки, скорочуючи тривалість ремонтних робіт, витрати і час простою.

Основною задачею було дослідити матеріал, із якого виготовляється деталь. Для проведення дослідів виготовили зразки із пошкодженого пальця шнека жатки. Границю текучості та відносну деформацію при стисканні визначали на випробувальній машині FP-100. Для випробувань використовували зразки діаметром 10 мм та висотою 15мм. Зразки вирізалися з оригінальних пальців John Deere.

Для визначення модуля пружності при стисненні Е по діаграмі знаходили навантаження, відповідно відносної деформації 0,1 і 0,3% (ГОСТ 9550-81). Модуль пружності розраховували за формулою:

$$E = \frac{(F_2 - F_1)h_0}{A_0(\Delta h_2 - \Delta h_1)}$$

де F_1, F_2 - навантаження, відповідне відносній деформації 0,1 і 0,3%, H ; h_0 - початкова висота зразка, мм; A_0 - площа поперечного перерізу зразка, мм; Δh_1 і Δh_2 - зміна висоти, відповідна навантаженню F_1 .

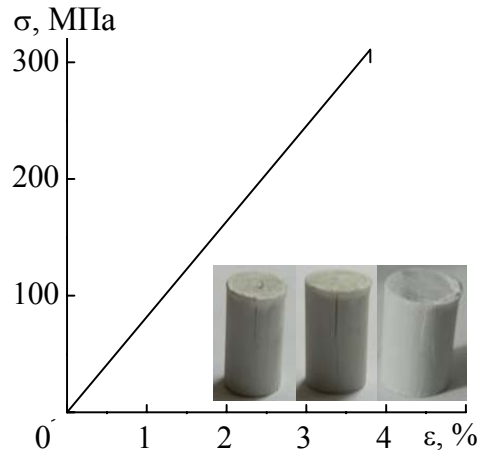


Рисунок 2 – Діаграма стиску та зовнішній вид зразків після стискання

З рис. 2 випливає, що матеріал володіє високим модулем пружності ($E=8550$ МПа) та границею міцності при стисканні (310 МПа), але зона пластичної деформації відсутня, що свідчить про здатність руйнуватися за великих ударних навантажень (тобто при попаданні сторонніх предметів, які спричиняють заклинювання пальцевого механізму).

Триботехнічні характеристики матеріалу досліджували на машині тертя СМЦ-2 згідно ГОСТ 23.208-79. Схема тертя “диск-палець”. Диск виготовлений зі сталі 45, ГОСТ 1050-74 з твердістю робочої поверхні $HV=190-200$). Швидкість ковзання V контртіла складала 0,785 м/с, тиск P - 0,5 МПа, що відповідало умовам роботи вузла.



Рисунок 3 – Зовнішній вигляд зразків після тертя їх на машині СМЦ-2

Таблиця 1 – Деякі триботехнічні характеристики матеріалу пальця шнека жатки John Deere.

Параметр	Показник			
Час, хв	5	10	15	20
Коефіцієнт тертя	0,51	0,54	0,55	0,56
Температура, °C	89	136	159	168
Інтенсивність лінійного зносу, I_h				$94 \cdot 10^{-9}$

Аналіз таблиці 1 показав, що за вказаних режимів роботи матеріал має високий коефіцієнт тертя та температуру в зоні контакту. Проте, конструктивно палець захищений гумовим кожухом (рис. 1, б), що дозволяє виключення виникнення небажаних явищ при роботі вузла.

При дії на зразок відкритого полум'я, спостерігалось горіння, характерне для реактопластів, а волокна зразка легко відділялися від нього. Попередньо встановлено, що матеріал наповнений скловолокном.



Рисунок 4 – Вигляд зразка після дії на нього відкритого полум'я

На основі отриманих результатів досліджень попередньо можна зробити висновок, що матеріал пальця шнека жатки John Deere є композитом на основі реактопласту, армованого скловолокнами.

Висновки: після проведення лабораторних досліджень, матеріал визначений як склопластик на основі реактопластів. Аналогами можуть бути також і вуглепластики розроблені в ДДАУ [2-4], або склопластики. Для детального розшифрування матеріалу необхідно проводити дифрактометричні та ІЧ-спектральні дослідження.

Застосування аналогічних конструкційних рішень у вітчизняних зернових жатках дозволить значно підвищити технічний рівень вітчизняного комбайнобудування.

Список літератури

- Ожерельев В.Н. Современные зерноуборочные комбайны. – Колос, 2008 р. – 180с.
- Буря А.И., Деркач А.Д., Корбут П.Ф. Применение углепластиков в узлах трения зарубежных зерноуборочных комбайнов. / Материалы 21-ой международной ежегодной научно-практической конференции “Композиционные материалы в промышленности” (Славполик).
- Буря А.И., Деркач А.Д. Применение углепластиков в узлах трения зарубежных зерноуборочных комбайнов и машинах для хранения зерна. Научно-практический журнал “Хранение и переработка зерна”, №10, 2001г.
- Буря А.И., Пелешенко Б.И., Деркач А.Д., Шемавнев В.И. Расчет нагрузок в соединении «глазок-палец» пальчикового механизма с учетом веса хлебной массы / Наука, техника и высшее образование: проблемы и тенденции развития / Материалы научно-практической конференции 21-28 февраля 2004 г. – Ростов-на-Дону, издательство Ростовского университета, 2004г.

ПЕРСПЕКТИВА ЗАСТОСУВАННЯ ВУГЛЕПЛАСТИКІВ У РУХОМИХ З'ЄДНАННЯХ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

О.М. Молчановська, ст. гр. МЗМ-1-12,

О.Д. Деркач, доц., канд. техн. наук,

Р.В. Водько, інженер

Дніпропетровський державний аграрний університет

Надійність зернозбиральних комбайнів (ЗЗК) у цілому залежить від надійності кожного з рухомих з'єднань окремо. Як відомо, останні експлуатуються за великих знакозмінних динамічних навантажень, форсованих режимів експлуатації, іноді в умовах дефіциту або відсутності змащення. Крім того, такі деталі як вічка шнека жатки, підшипники променів мотвила повинні бути працездатними як при сухому терті, так і при потрапленні в окіл тертя вологи та оливи, що не виключене при експлуатації комбайнів у різних виробничих умовах (попадання в дощ, випадкове потраплення в окіл тертя оливи, інших технологічних матеріалів).

Результати наукових досліджень, проведених науково-педагогічними працівниками лабораторії полімерних композитів ДДАУ показали, що вирішити проблему довговічності типових рухомих з'єднань ЗЗК – вічок шнека жатки [1 – 3], підшипникових опор клавішного соломотреса [4, 5] – можна за рахунок застосування у якості тіл тертя вуглепластиків (ВП) на основі аліфатичних поліамідів. За результатами проведених досліджень були розроблені та запатентовані нові конструкції цих вузлів [6 – 9], а ресурс розроблених деталей прямує до ресурсу самого комбайну [10]. Але, в основному ці праці були направлені дослідження трибологічних властивостей ВП в умовах тертя без змащення. ВП на основі поліамідів є вологиопоглинаючими матеріалами, а тому необхідно знати, який вплив чинить змащувальне середовище (вода або олива) на трибосистему за участю ВП. Раніше встановлено, що максимальне значення фактору PV ВП на основі поліаміду 6 при терті без змащення складало 0,8...1,0 МПа · м/с [10]. У рухомих з'єднаннях зернозбиральних комбайнів, відкритих ланцюгових передачах режими роботи вимагатимуть значно вищих значень фактору PV. А тому для обґрунтування доцільності подальшого впровадження ВП у конструкцію ЗЗК необхідно провести додаткові дослідження.

Розвиваючи дану тему, авторами були проведені дослідження трибологічних властивостей вуглепластика УПА-6-30 ТУ 6-12-31-822-94 при наявності в околі тертя води та оливи. Процес тертя реалізували на машині тертя СМЦ-2 за схемою «диск-колодка» у змащувальній ванні. Контртіло – диск, виготовлений зі сталі 45, термооброблений до твердості 45...48HRC, шорсткість поверхні Ra=0,32 мкм. Швидкість ковзання V складала 0,8-1,3 м/с, а тиск P варіювали від 1,0 до 14,0 МПа, тобто максимальне значення фактору PV дорівнювало 26 МПа · м/с.

Результати лабораторних досліджень (рис. 1) вказують, що навіть за максимальних значень P і V коефіцієнт тертя не перевищував 0,1. Цей показник змінювався симбатно навантаженню.

За час лабораторних випробувань трибологічний процес пари тертя «вуглепластик-сталь» протікав стало. На робочих поверхнях не було пошкоджень.

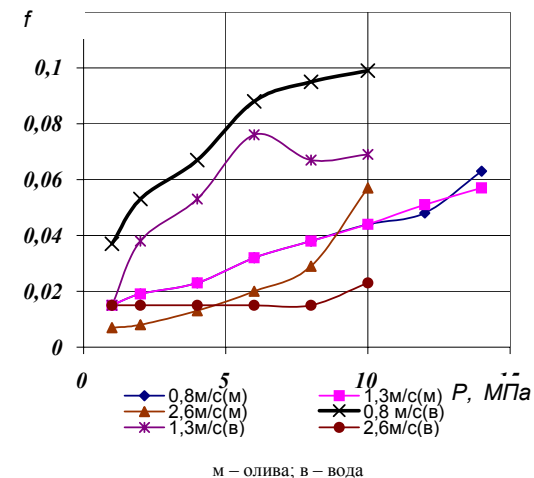


Рисунок 1 – Вплив тиску P, швидкості ковзання V та змащувального середовища на коефіцієнт тертя вуглепластика УПА-6-30

В процесі випробувань фіксувався також знос зразків, але чіткої закономірності зміни маси зразків від навантаження не виявлено. Це можна пояснити тим, що вуглепластики на основі термопластів мають відкриту пористість до 3% і тому в процесі тертя, при прикладенні навантаження зразок поглинає змащувальну композицію, від чого їх вага періодично змінюється.



Рисунок 2 – Експериментальний підшипник променя мотвила комбайна КЗС-11 “Дніпро-350”

Позитивні результати лабораторних досліджень дозволили перейти до виробничих. Так, за допомогою спеціально розробленої прес-форми на ливарній машині ПЛ-32 методом лиття під тиском за розробленою технологією [10] були виготовлені експериментальні деталі – підшипники променя мотвила зернозбирального (рис.2) комбайна КЗС-11 “Дніпро-350”. Польові випробовування розроблених деталей проводили згідно ГОСТ 27.502-83 за планом [NRR] в приватному підприємстві «Мир» Магдалинівського району Дніпропетровської

області. За період досліджень комбайн зібрав 722 га ранніх зернових колосових культур, крім того 315 га соняшника. Намолот склав 2375 га. За час випробувань експериментальні деталі забезпечували нормальну працездатність мотовила, виходів з ладу зафіксовано не було, в систему технічного сервісу змін не вносили. Встановлено, що в перший сезон експлуатації виключені операції з усунення зазорів, як це було при використанні серійних деталей, що зменшило трудомісткість обслуговування комбайна. Після закінчення збиральних робіт візуальний огляд деталей показав, що вони знаходяться на стадії після припрацювання в працездатному стані.

За результатами технічної експертизи спеціалістів приватного підприємства «Мир» та Дніпропетровського державного аграрного університету рекомендовано продовжити виробничі випробування.

Список літератури

1. Бура А.И., Деркач А.Д., Корбут П.Ф. Применение углепластиков в узлах трения зарубежных зерноуборочных комбайнов. / Материалы 21-ой международной ежегодной научно-практической конференции “Композиционные материалы в промышленности” (СЛАВПОЛИКОМ)
2. Бура А.И., Деркач А.Д. Применение углепластиков в узлах трения зарубежных зерноуборочных комбайнов и машинах для хранения зерна. Научно-практический журнал “Хранение и переработка зерна”, №10, 2001г.
3. Бура А.И., Пелешенко Б.И., Деркач А.Д., Шемавнев В.И. Расчет нагрузок в соединении «глазок-палец» пальчикового механизма с учетом веса хлебной массы / Наука, техника и высшее образование: проблемы и тенденции развития / Материалы научно-практической конференции 21-28 февраля 2004 г. – Ростов-на-Дону, издательство Ростовского университета, 2004г.
4. Бура А.И., Деркач А.Д., Яковлев В.М., Бондарь А.М. Использование углепластиков в конструкции зерноуборочного комбайна «Славутич». Вісник ДДАУ №1, 2002 р.
5. Бура О.І., Науменко М.М., Деркач О.Д., Недовесов В.І. Розрахунок підшипника ковзання клявішного соломотряса, виготовленого із вуглепластика / Хранение и переработка зерна. Ежемесячный научно-практический журнал, №8(50), август, 2003 г.
6. Бура О.І., Ніколасенко А.І., Деркач О.Д., Проценко О.М. Вічко шнека жатки. Деклараційний патент на винахід № 54077А, 17.02.2003, Бюл.№2.
7. Бура О.І., Деркач О.Д., Ніколасенко А.І. Клявішний соломотряс. Деклараційний патент на винахід № 44164 А, 15.01.2002.
8. Бура О.І., Деркач О.Д., Яковлев В.М., Бедін А.С. Клявішний соломотряс. Деклараційний патент на винахід №48570А, 15.08.2002.
9. Бура О.І., Деркач О.Д., Недовесов В.І. Клявішний соломотряс. Деклараційний патент на винахід №47930 А від 15. 07. 2002р.
10. Деркач О.Д. Обґрунтування параметрів обертових елементів робочих органів зернозбиральних комбайнів: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.05.11 / Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя – Тернопіль, 2006. – 20с.

АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАВАНТАЖЕННЯ ГВИНТОВИХ КОНВЕЄРІВ

П.А. Гринчук, магістр. гр. М-12-м(МР),

В.Л. Куликівський, ст. викл., канд. техн. наук,

С.М. Хоменко, доц., канд. техн. наук

Житомирський національний агроекологічний університет

Гвинтові конвеєри широко використовуються в різних галузях промисловості і сільському господарстві для переміщення сипких, шматкових, в'язко-пластичних і інших матеріалів та різних сумішей. Вони характеризуються простотою конструкції, зручністю у використанні [1-3]. Важливим є можливість поєднання функції транспортування із рядом технологічних процесів у відповідних транспортно-технологічних системах.

Суттєвим недоліком швидкохідних гвинтових конвеєрів є зниження їх продуктивності при збільшенні частоти обертання гвинта, внаслідок збільшення відцентрових сил в зоні завантаження, що призводить до збільшення енергоємності процесу. Крім цього забезпечення належного заповнення є необхідною умовою постановки та реалізації самої задачі оптимізації режимів транспортування вантажу, тому що при вільному гравітаційному завантаженні швидкохідні конвеєри, особливо вертикальні, не досягають теоретично можливих параметрів енергоємності. Вивчення закономірностей коефіцієнта заповнення гвинтових конвеєрів є одним із складних для аналітичного дослідження питань. Дослідженням коефіцієнта заповнення гвинтових конвеєрів із жорстким валом займалися вчені: Василенко П.М., Григор'єв А.М., Пономар'єв В.І., Омельченко О.О., Ярошенко В.Ф.

У роботах Янчина С.К. відзначається, що підбором діаметру, кроку та кутової швидкості можна одержати конвеєр будь-якої продуктивності за умови забезпечення завантажувальним пристроєм необхідної подачі вантажу [4].

Федюкова К.В. та Іванов В.Г. [5, 6] показали, що коефіцієнт Φ фактично виражає коефіцієнт подачі, що складається із двох частин:

$$\Phi = \Phi_n \Phi_c, \quad (1)$$

де Φ_n – коефіцієнт наповнення кожуха матеріалом;

Φ_c – коефіцієнт швидкості (або ступінь відставання в русі вздовж осі шнека).

Коефіцієнт заповнення за даними А.М. Григор'єва коливається від 0,25 до 0,75 і залежить від фізико-механічних властивостей матеріалу, що транспортується й параметрів гвинтового конвеєра. Федюкова К.В. і Хозіна П.І. запропонували визначати чисельне значення коефіцієнта заповнення шнека для висіву добрив за залежністю [6, 7]:

$$\Phi = \frac{g}{\gamma \left[\frac{\pi(D^2 - d^2)}{\psi} L - V \right]}, \quad (2)$$

де D – зовнішній діаметр конвеєра, м;

d – внутрішній діаметр гвинта, м;

L – довжина висівної щілини, м;

V – швидкість витікання вантажу, м/с;

ψ – кут внутрішнього тертя, град;

γ – об'ємна вага переміщення добрив, кг/м³;

g – прискорення вільного падіння, m/c^2 .

Заїка П.М. [8] прийшов до висновку, що для тихохідних гвинтових конвеєрів заповнення більше 0,48 є недоцільним внаслідок посиленого обертowego руху матеріалу навколо гвинта, а при $\Phi=1$ осьове відставання матеріалу досягає максимуму.

Для швидкохідних конвеєрів Іванов В.Г. у роботі [5] рекомендує приймати коефіцієнт заповнення:

$$\Phi = 1 - A \frac{n}{1000}, \quad (3)$$

де A – коефіцієнт, що залежить від діаметру гвинта.

Для похилих гвинтових конвеєрів Хозіна П.І. рекомендує [7] приймати:

$$\Phi = \frac{A}{\sqrt{n}} (1 - 0,4 \sin \beta) m, \quad (4)$$

де m – коефіцієнт, що залежить від довжини завантажувального вікна.

Для вертикальних шнеків у роботі Соколова А.Я. [9]:

$$\Phi = 1 - R_{кр}^2 / R_{жс}^2, \quad (5)$$

де $R_{жс}$ – радіус кожуха, м;

$R_{кр}$ – критичний радіус, м.

Проте, як вважають ряд дослідників, максимальне значення коефіцієнта заповнення можна визначати тільки експериментальним шляхом.

Для забезпечення заданого рівня заповнення швидкохідних, зокрема вертикальних конвеєрів відомі багато технічних рішень. Найбільш поширеним є використання додаткових живильників, які проте ускладнюють конструкцію, вимагають додаткового приводу, ускладнюють забір вантажу у важкодоступних місцях.

Список літератури

1. Акимов Л.В. Математическая модель электромеханической системы дозатора со спирально-винтовым транспортером и нелинейной нагрузкой / Л.В. Акимов, А.В. Пирожок // Вестник Национального технического университета «Харьковский политехнический институт». – Харьков: НТУ «ХПИ», 2001. – Вып. 10. – С. 43-45.
2. Александров М.П. Подъемно-транспортные машины / М.П. Александров. – М.: Машиностроение, 1974. – 503 с.
3. Алимов О.Д. Теория вертикальных шнековых механизмов / О.Д. Алимов, В.К. Манжосов, М.Т. Мамасаидов. – Фрунзе: Илим, 1978. – 186 с.
4. Янчин С.К. Коэффициент заполнения винтовых транспортеров / С.К. Янчин, А.И. Обертышев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1970. – №3. – С. 40-41.
5. Иванов В.Г. Изучение с помощью скоростной киносъемки процесса перемещения зерна скоростным шнеком / В.Г. Иванов // Тр. ВИМ. – М., 1963. – Т. 32. – С. 86-87.
6. Федюкова К.В. К вопросу определения коэффициента наполнения винтового транспортера / К.В. Федюкова // Тр. ВИМ. – М., 1963. – Т. 32. – С. 90-10.
7. Хозина П.И. О коэффициенте наполнения винтовых транспортеров / П.И. Хозина // Саратовский институт механизации сельского хозяйства. – Саратов, 1965. – Вып. 31. – С. 60-67.
8. Заика П.М. О выборе параметров винтовых транспортеров зерновых комбайнов / П.М. Заика // Сельхозмашины. – М., 1958. – №2. – С. 22-24.
9. Соколов А.Я. Транспортирующие и перегрузочные машины для комплексной механизации пищевых производств / А.Я. Соколов. – М.: Пищевая промышленность, 1964. – 214 с.

ОСОБЛИВОСТІ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ШНЕКОВИХ ЖИВИЛЬНИКІВ ЗЕРНООЧИСНИХ МАШИН

М.А. Татуревич, магістр. гр. М-12-м(МР),

В.Л. Куликівський, ст. викл., канд. техн. наук,

С.М. Хоменко, доц., канд. техн. наук

Житомирський національний агроєкологічний університет

Зерноочисні машини, як стаціонарні так і пересувні (самопересувні), знайшли широке використання в сільському господарстві. Досвід їх експлуатації вказує на низьку довговічність гвинтових робочих органів. Це викликає необхідність у подальших дослідженнях пов'язаних із забезпеченням необхідної працездатності зерноочисних машин, зменшенні енергетичних витрат та трудомісткості виконуваних робіт з технічного обслуговування машин.

Конструкції гвинтових живильників (шнеків) повинні забезпечувати виконання запроєктованих функцій протягом заданого терміну служби без поломок та позапланових ремонтів. Середній наробіток на відмову шнекових живильників зерноочисних машин становить 1500 годин роботи [1, 2].

Негативний вплив пошкоджень (знос, деформація, руйнування) являється причиною виникнення відмов шнеків машин для очищення зерна.

Дослідження сепараторів СВС-25 (рис. 1), ОВС-25 показали низьку довговічність шнеків. Головною причиною відмов є зношування, в результаті якого змінюються геометричні параметри робочих поверхонь гвинтів.



1 – шнековий живильник; 2 – відкидний шнек; 3 – шнек чистого зерна;
4 – шнек для видалення відходів (домішок)

Рисунок 1 – Розташування шнеків на сепараторі СВС-25

Одним з основних конструктивних параметрів, який значно впливає на продуктивність транспортера є діаметр гвинта. Зменшення діаметру гвинта в процесі експлуатації призводить до збільшення зазорів між торцем пера та стінкою жолоба, що різко зменшує продуктивність процесу транспортування.

Дослідження умов роботи шнеків показали, що при транспортуванні зерна під кутом 50...60° до горизонту і через підвищений вміст абразиву він сепарується та накопичується в нижній частині живильника. Це призводить до інтенсивного зношування гвинтової поверхні шнека в нижній частині.

З метою розробки рекомендацій із вибору способів підвищення довговічності гвинтових живильників були проведені дослідження характеру і механізму їх зношування.

Заміри зовнішніх діаметрів витків зношених нижніх вертикальних зернових шнеків по довжині показали, що зношування змінюється за лінійним законом.

Згідно даних [3], при транспортуванні насіннєвого зерна внаслідок інтенсивного зношування робочих поверхонь транспортера, особливо зовнішнього краю спіралі, та відхилень геометрії, не менше 2 % насіння механічно пошкоджується, в той час як, згідно даних [4] лише 1 % пошкодженого насіння є причиною зменшення врожайності на 15...20 кг/га. Форма зносу витка гвинтового робочого органу є нерівномірною. Частина витка, яка знаходиться в постійному контакті з матеріалом, що транспортується, зношується інтенсивніше.

Потрапляння сторонніх предметів до живильників викликає деформації, руйнування витків гвинта і є однією з основних причин аварійних зупинок ворохоочисних машин.

Закономірність зміни розміру товщини і діаметру витків шнека при транспортуванні зерна (зернового вороху) дозволяє вести цілеспрямовані роботи із підвищення довговічності шляхом надання додаткової зносостійкості в місцях, що піддаються інтенсивному зношуванню. Ця задача може бути вирішена при створенні запасу на зношування, а також шляхом підвищення зносостійкості витків шнеків.

На травмування, як результат процесу взаємодії зернини з гвинтовими робочими поверхнями (поверхнями тертя) шнеків машин (зовнішні фактори), морфолого-анатомічні і фізико-механічні властивості зернини (внутрішні фактори) здійснює вплив велика кількість параметрів, незалежних та взаємопов'язаних, що змінюються в широких межах. Для оцінки травмування зернини при транспортуванні необхідно вивчити структурну модель цього процесу (рис. 2). У вказану модель входять морфолого-анатомічні і фізико-механічні властивості зернини, параметри силового впливу і характеристика контакту зернини і гвинтової поверхні.

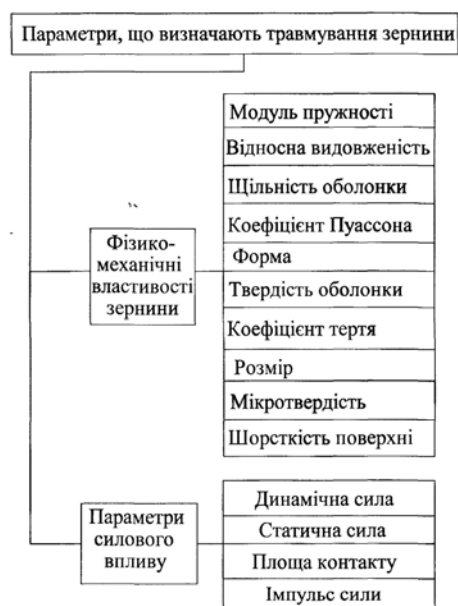


Рисунок 2 – Структурна модель травмування зернини

Як відомо, під дією механічних факторів зерно може отримати макро- і мікропошкодження.

До макропошкоджень у вказаній класифікації належать три типи пошкоджень, які можна візуально визначити: дроблення, роздавлювання, обрушування (втрата оболонки) зерна. Макропошкодженими вважаються зерна з такими травмами, які призводять до зміни їх фізико-механічних показників. Ці зерна після транспортування гвинтовими робочими органами відділяються сепаруючими пристроями. Мікропошкодження не призводять до таких змін параметрів зернини, які б дозволили відокремити її від вороху.

Умови виникнення зовнішнього тертя дуже різноманітні. Тертя і зношування – складні процеси, що розвиваються у часі і залежать від багатьох груп параметрів, які неоднозначно впливають на зношування.

Тертя зернових потоків проявляється при післязбиральній обробці зерна у вигляді зношування гвинтових робочих поверхонь машин і травмування зерна.

З представленого аналізу видно, що зношування шнеків зерноочисних машин пов'язане з фізико-хімічними процесами, які протікають на площині взаємодії гвинтових робочих органів з матеріалами переважно біологічного походження при прикладених навантаженнях.

Список літератури

1. ГОСТ 2705-73. Шнеки для сельскохозяйственных машин. – М.: Изд-во стандартов, 1973. – 16 с.
2. ДСТУ 2672-94. Конвеєри гвинтові. Загальні технічні вимоги. – К.: Держстандарт України, 1994. – 10 с.
3. Гошко З.О. Розширення функціональних можливостей шнекових протруювачів насіння / З.О. Гошко, О.М. Крупич, М.О. Гошко // Сільськогосподарські машини: 36. наук. ст. – Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛДТУ, 2000. – Вип. 7. – С. 36-45.
4. Пугачев А.Н. Повреждение зерна машинами / А.Н. Пугачев. – М.: Машиностроение, 1976. – 320 с.

УМОВИ САМОЗАГОСТРЮВАННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ДИСКОВИХ ҐРУНТООБРОБНИХ ЗНАРЯДЬ

О.М. Ушко, *ст. гр. М-12-3,*

М.М. Кривобочек, *ст. гр. М-12-1, К.В. Борак, аснт.*

Житомирський національний агроекологічний університет

В дослідженнях В.Н. Ткачова [4, 5] встановлено 4 умови самозагострювання РО ґрунтообробних машин. В подальших дослідженнях [2] висловлювалися сумніви, щодо коректності 4 умови самозагострювання. Встановлені 4 умови розглядають не всі фактори, які впливають на виникнення ефекту самозагострювання і потребують уточнень і доповнень для робочих органів (РО) дискових ґрунтообробних знарядь (ДГЗ) по наступним причинам:

– дані дослідження проводилися на РО, де швидкість переміщення в абразивній масі змінюється мало і дорівнює швидкості руху знаряддя, з якою вона співпадає за напрямком, (леміш, лапа культиватора) і протягом всього періоду зношування розподіл навантаження носить стаціонарний характер;

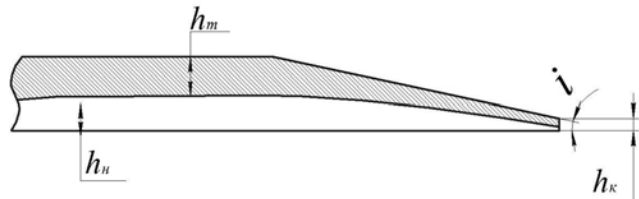
– не врахована можливість зміни виду зношування (з абразивного на ударно-абразивне та ударно-втомлювальне);

- інтенсивність зношування РО ДГЗ на порядок менша за інтенсивність зношування лемішно-лапових РО;
- кут кришіння в РО ДГЗ в декілька раз більше в порівнянні з лемішно-лаповими РО;
- не враховується вплив сторони і кута загострення РО ДГЗ на інтенсивність зношування.

Отже 4 умови самозагострювання, запропоновані В.М. Ткачевим [5] не повністю розкривають природу формування лез РО ДГЗ. Проведений аналіз умов самозагострення свідчить, що 2 і 3 умова не викликають сумнівів, а 1 і 4 потребують уточнень і доповнень.

Так 1 умова самозагострювання стверджує, що радіус заокруглення R_k ріжучої крайки в процесі роботи леза не повинен перевищувати допустимого значення $R_{k,0}$, обумовленого нормальним протіканням технологічного процесу обробітку ґрунту. При цьому гранична товщина затупленого леза становить $h \leq R_{k,0}$. Ткачов В.М. стверджує, що товщина твердого шару біметалевого РО для задоволення 1 умови повинна відповідати $h_m \leq 2R_{k,0}$ [5]. Але дане твердження, на нашу думку, справедливе тільки при виконанні 4 умови самозагострювання, тобто коли зміцненню підлягає та грань леза яка піддається найменшому впливу. Для РО ДГЗ виконання 4 умови взагалі неможливо. Зміцнення грані леза, яка піддається найменшому впливу, призведе до виступу твердого шару над в'язким, а так як в РО ДГЗ доволі висока ймовірність виникнення динамічних навантажень, що неминуче приведе до обломлювання зміцненої поверхні.

В попередніх дослідженнях використовувався зміцнений шар однорідний за товщиною на всій поверхні, а загострення проводили зі сторони більш м'якого і менш зносостійкого матеріалу. Для досягнення ефекту самозагострювання у РО ДГЗ необхідно зміцнювати і одночасно загострювати кромку леза зі сторони більш інтенсивного зношування, тобто з зовнішньої поверхні (рис 1).



h_m – товщина зміцненого шару, h_n – товщина несучого шару, h_k – товщина ріжучої кромки, i – кут загострення

Рисунок 1 – Зміна товщини несучого і зміцненого шару

Товщина зміцненого шару повинна змінюватись від крайки леза в сторону його збільшення.

Товщина несучого шару повинна унеможлилювати виступання зміцненого і відповідно його обломлювання.

Співвідношення товщини зміцненого і несучого шару визначається з наступних умов:

- співвідношення твердості зміцненого і несучого шару;
- співвідношення інтенсивності зношування сторін РО ДГЗ.

При рівності співвідношення товщини несучого і зміцненого шару повинно дорівнювати 1:

$$\frac{H_m}{H_n} = \frac{I_{Vm}}{I_{Vn}} = 1, \quad (1)$$

де H_m та H_n – відповідно твердість зміцненого та несучого шару;

I_{Vm} , I_{Vn} – відповідно інтенсивність зношування зміцненого та несучого шару.

В реальних умовах досягти даного співвідношення доволі складно тому для визначення співвідношення товщини зміцненого і несучого шарів розглянемо інтенсивність зношування внутрішньої і зовнішньої поверхні.

В роботах М.М. Хрушова та М.А. Бабічева [6] отримана прямо пропорційна залежність між інтенсивністю об'ємного зносу і нормальним навантаженням:

$$I_v = cN, \quad (2)$$

де c – коефіцієнт пропорційності, який залежить від властивостей матеріалу і стираючої властивості абразивної поверхні.

Тому для виявлення співвідношення інтенсивності зношування внутрішньої і зовнішньої сторони РО ДГЗ розглянемо силову взаємодію робочого органу ДГЗ в процесі експлуатації з ґрунтом, прийнявши при цьому, що:

$$\frac{H_{\Sigma m}}{P_{\Sigma}} = \frac{I_{Vm}}{I_{Vn}}, \quad (3)$$

де P_{Σ} – сумарне навантаження на внутрішню поверхню диска;

$H_{\Sigma m}$ – сумарне навантаження на зовнішню поверхню диска яку необхідно зміцнювати.

Як показують експериментальні дослідження співвідношення $H_{\Sigma m}/P_{\Sigma}$ не носить чітко характеру і змінюється в широкому діапазоні в залежності від умов експлуатації (твердості ґрунту, швидкості руху, радіусу кривини, діаметру диску та ін.). Тому при проектуванні самозагострюючих РО ДГЗ необхідно визначити початкові параметри РО і умови роботи в яких буде відбуватися їх експлуатація.

Як уже зазначалося важливим для визначення співвідношення товщини зміцненого і несучого шару є співвідношення їх твердості. Враховуючи різноманіття способів зміцнення і різне співвідношення твердості несучого і зміцненого шару необхідно намагатися зменшувати товщину несучого шару.

Для досягнення ефекту самозагострення необхідно врахувати початковий кут загострення РО ДГЗ. В роботах [2, 3] відзначалося, що для двошарового леза при куті загострення 17° (кут загострення однорідних серійних РО) спостерігалось обломлювання кромки леза через виступання твердого зміцненого шару над несучим. Для збереження початкового кута загострення необхідно загострювати зовнішню сторону РО ДГЗ під кутом $28 \dots 30^\circ$ [2].

Таким чином, уточнені умови самозагострення для РО ДГЗ зводяться до наступного:

- співвідношення товщини зміцненого і несучого шару протягом всього терміну експлуатації повинно забезпечувати таку умову: радіус затуплення повинен бути меншим допустимого радіусу, який обумовлений нормальним протіканням технологічного процесу ($R_k < R_{k,0}$). Для ДГЗ дану умову можна реалізувати за рахунок зміни товщини зміцненого шару від крайки до основи диска, щоб урівняти знос зміцненого шару з несучим для збереження початкової форми;

- товщина несучого шару повинна бути мінімально можливою, забезпечуючи при цьому необхідне підвищення міцності зміцненого шару;

- твердість зміцненого шару повинна бути у відповідному співвідношенні $((1,4 \dots 1,8):1)$ з твердістю несучого шару в залежності від абразивних властивостей ґрунту;

- зміцненню і загостренню повинна підлягати робоча поверхня леза, яка більш інтенсивно зношується;

- кут загострення леза повинен складати $i = 28^\circ \dots 30^\circ$.

Як бачимо для РО ДГЗ необхідно виконання 5 умов, причому друга і третя умова запропонована В.М. Ткачевим для лемешів повністю справедлива і для РО ДГЗ, перша умова дещо уточнена, а 4 умова обернено протилежна.

Список літератури

1. Бобрицький В.М. Підвищення зносостійкості різальних елементів робочих органів ґрунтообробних машин: дис. канд. тех. наук: 05.02.04 / Бобрицький Віталій Миколайович. – Кіровоград, 2007. – 182 с.
2. Стрельбицкий В.Ф. Дисковые почвообрабатывающие машины / В.Ф. Стрельбицкий. – М.: Машиностроение, 1978. – 135 с.
3. Стрельбицкий В.Ф. Силовые характеристики рабочих органов дисковых лущильников и борон / В.Ф. Стрельбицкий // Тракторы и сельхозмашины. – М., 1968. – № 1. – С. 30-33.
4. Ткачев В.Н. Износ и повышение долговечности деталей сельскохозяйственных машин / В.Н. Ткачев. – М.: Машиностроение, 1971. – 264 с.
5. Ткачев В.Н. Работоспособность деталей в условиях абразивного изнашивания / В.Н. Ткачев – М.: Машиностроение, 1995. – 336 с.
6. Хрущов М.М. Абразивное изнашивание / М.М. Хрущов, М.А. Бабичев. – М.: Наука, 1970. – 252 с.

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ НАСІННЯ ПО КРИВОЛІНІЙНІЙ ПОВЕРХНІ РОЗПОДІЛЬНИКА СОШНИКА ДЛЯ РОЗКИДНОГО СПОСОБУ СІВБИ

М.Л. Засць, ст. викл., канд. техн. наук, В.О. Івашко, магістр.
Житомирський національний агроекологічний університет

Згідно загальноприйнятої методики для визначення величини швидкості руху насіння використовували швидкісну фотозйомку. Згаданий спосіб вимагає значних затрат часу і матеріальних ресурсів, а головне – отримані при цьому результати мають значну розбіжність.

Дослідження проводилися на лабораторній установці, що складається із сошника з комбінованим розподільником насіння у вигляді криволінійної призми, направляча насіння, висівної системи, рухомої нескінченної стрічки та її приводу, цифрової відеокамери “Genius e-Messendger 112”, ПЕОМ “Asus M 51 Se”. Ширина похилої ділянки розподільника сошника становила 95 мм, а довжина змінювалася в діапазоні 30...100 мм з кроком 10 мм з можливістю переміщенням направляча насіння по вертикалі відносно осі насіннепроводу. Розподільник, з діаметром твірного кола рівним 20 мм встановлювався без ексцентриситету [2]. Кут встановлення похилої ділянки до горизонталі складав 22°. Повторність дослідів триразова. Для експериментів використовувалося насіння пшениці.

Одним з основних факторів, що впливають на дальність польоту насіння, а отже, і на ширину захвату сошника, є швидкість руху насіння по криволінійній поверхні розподільника [1]. В роботі [3] для визначення величини швидкості руху насіння використовували швидкісну фотозйомку. Цей спосіб вимагає значних витрат часу і матеріальних ресурсів, а головне – отримані при цьому результати мають значну розбіжність.

Тому була розроблена нова методика і підібране необхідне устаткування для визначення величини швидкості руху насіння по криволінійній поверхні розподільника.

Лабораторна установка складається з висівної системи і спеціального пристосування для кріплення досліджуваного сошника з різними поверхнями розподільників. Пристосування являє собою кронштейн, установлений на стійку сошника, в якому закріплювався розподільник і направляч насіння з вихідним вікном у вигляді витягнутого

прямокутника, що служить для подачі насіння на вершину розподільника по всій його ширині. Конструкція направляча дозволяє йому переміщуватись по вертикалі. Досліджувані розподільники являють собою тіло обертання, твірна яких є брахистохрона, з діаметром твірного кола 10, 15, 20, 25, 30 мм. На поверхню розподільника нанесена розмітка з інтервалом через 5 мм. На нескінченну стрічку, яку приводить в рух електродвигун, вкладається насіння після сходу з розподільника. Швидкісна відеокамера проводить зйомку насіння, яке рухається по розподільнику (швидкість зйомки повинна бути не меншою чим 30 кадрів за секунду).

Дані, які фіксувала швидкісна відеокамера, одразу поступали на ПЕОМ «Asus M 51 Se», де після завершення зйомки оброблялися за допомогою спеціальної програми для покадрової розбивки “Windows Movie Maker” [4]. Дана програма дозволяє виконати розбивку однієї секунди запису на 30 кадрів та визначити шлях, який пройде насіння за цей проміжок часу, що дасть змогу встановити швидкість руху насіння з похибкою 1/30 секунди.

Як відомо швидкість руху можна визначити за формулою:

$$v = \frac{\Delta l}{t} \quad (1)$$

де Δl – шлях пройдений насінною за час Δt , м;

t – час за пройде насіння відстань Δl , с;

Враховуючи, що для визначення швидкості була використана швидкісна відеокамера, що має можливість знімати 30 кадрів за секунду, то можна визначити час Δt між двома сусідніми:

$$\Delta t = \frac{1}{30} = 0,033 \text{ с.}$$

Врахувавши, що між кадром 5 та кадром 8 насіння пройшла відстань $\Delta l = 22$ мм за час що рівний $t = 3 \cdot \Delta t = 3 \cdot 0,033 = 0,1$ с.

Одним з перспективних напрямків визначення швидкості сходу насіння з поверхні розподільників є швидкісна відео зйомка його руху, яка дозволяє визначити її величину з високою точністю

Розроблена методика визначення швидкості руху насіння по криволінійній поверхні розподільника сошника для розкидного способу сівби дозволяє з достатньою точністю визначити значення швидкості її руху.

Список літератури

1. Засць М.Л. Обґрунтування швидкості надходження насіння на похилу ділянку розподільника сошника для підґрунтового-розкидного способу посіву /М.Л. Засць // Вісник Харківського Національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Харків., 2007 р. – Вип. 59. – Т. 1. – С. 238-245.
2. Засць М.Л. Обґрунтування швидкості надходження насіння на комбінований розподільник насіння сошника для підґрунтового-розкидного способу сівби /М.Л. Засць // Інноваційні технології в АПК Міжнародна конференція: Збірник наукових праць ЛДТУ.- Луцьк, 2007. – С. 158-161.
3. Малев М.К. Обоснование параметров рабочих органов сеялок -культиваторов для посева на почвах, подверженных ветровой эрозии М.К. Малев // Механизация возделывания зерновых культур на почвах, подверженных ветровой эрозии. - Алма-Ата: Кайнар, 1971. – С.95-117.
4. Windows Movie Maker (дистрибутив «Windows XP. Professional edition»).

НАРИСИ З ІСТОРІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ЧАВУННИХ ДЕТАЛЕЙ

С.М. Герук, доц., канд. техн. наук,

О.М. Сукманюк, здоб.

Національний науковий центр "Інститут механізації та електрифікації
сільського господарства" НААН України

Одним із найбільш розповсюджених матеріалів, який широко застосовується в сільському машинобудуванні, є чавун [1]. Базисні деталі практично всі виготовляються із чавуну.

Зварювання сірого чавуну становить значні труднощі, які визначаються самою природою чавуна і його основними властивостями – наявністю графітових включень, значний вміст вуглецю і кремнію, низькою міцністю, неоднорідністю складу і структури, високою чутливістю до нагрівання, необоротним змінням об'єму при нагріванні і низькою пластичністю.

В 1957 році Н.С. Елистратовим проведені дослідження та розроблено електроди для зварювання чавуну типу СЧС з отриманням наплавленого металу у вигляді м'якої сталі. Виготовлені на дроті Св-08 з покриттям, в склад якого входять компоненти, які легко дисоціюються в зоні дуги з виділенням кисню, який окислював графіт чавуну [2]. Коефіцієнт покриття вказаних електродів складав 40%, склад обмазки: 50% гематиту, 50% мармуру [3].

В 1989 р. у Благовіщенському сільськогосподарському інституті (БСХІ) на кафедрі Технологія металів розроблена технологія відновлення чавунних колінчатих валів. У табл.1 наведений хімічний склад, структура наплавленого металу, зносостійкість поверхневого шару при різних технологічних варіантах відновлення [3].

Для відновлення чавунних деталей в даний час застосовуються електроди МНЧ-2, напівавтоматичним зварюванням дротом ПАНЧ-11 [4]. Холодне дугове зварювання наскрізних дефектів переважно на необроблювальних поверхнях або нанесення підшару при комбінуванні багат шарового наплавлення здійснюється електродами мідно-стальними марки ОЗЧ-2. для зварювання різних дефектів застосовуються залізно-нікелеві електроди марки ОЗЖН-1 [3].

Таблиця 1– Вплив різних способів відновлення на хімічний склад і зносостійкість чавунних колінчатих валів.

Спосіб відновлення	Хімічний склад металопокриття на шийках валів, %				Структура металопокриття	Твердість HRC	Коефіцієнт зносостійкості $K = \frac{U_{\text{д}}}{U_{\text{ном}}}$
	C	Cr	Si	Mn			
Вібродугове наплавлення дротом ПК-2 (ТІИМСХ)	0,74...1,05	-	0,23...0,56	0,2...0,47	троостом аргенсит	46...50	0,8
Електродугове 2-х шарове наплавлення дротом Св-08А під легуючим флюсом (НІІАТ)	0,8...0,85	1,7...1,9	1,5...1,7	0,7...0,9	мартенсит	55...60	1,0
Електродугове наплавлення дротом Св-08А по оболонці під легуючим флюсом (НІІАТ)	0,83	1,8	1,79	0,65	мартенсит	55...60	1,0

Електродугове наплавлення дротом Св-08А під сумішшю флюсів АНК-18 і АН-60 з подачею у зварювальну ванну додаткового присадкового дроту (ЧИМЭСХ)	0,7...0,8	1,8...1,9	0,28...0,32	1,92...2,0	мартенсит	56...60	1,5...1,8
Електродугове наплавлення самозахисним дротом ЗП-439 у потоці повітря (НІІАТ)	0,76...0,86	-	0,63...0,78	0,75...0,87	троостом аргенсит	54...59	1,5...2,0
Електродугове наплавлення дротом 1,6Нп-80 під флюсом ФО-28 (а.с. 353804) (БСХІ)	1,40	-	0,33	3,36	аустеніт+троостит	23...31	2,8...3,0

Список літератури

1. Справочник металлста / В.А. Брострема [и др.] – М.: Машино-строение, 1976. – Т.2. – 369 с.
2. Елистратов Н.С. Металлургические основы сварки чугуна / Н.С. Елистратов. – М.: Машгиз, 1957. – 65 с.
3. Сварка и резка чугуна / В.Г. Иванов [и др.]. – М.: Машгиз, 1977. – 65 с.
4. Воловик Е.Л. Справочник по восстановлению деталей / Е.Л. Воловик. – М.: Колос, 1981. – С. 176-178.

ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ДИСКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ

В.А. Вольський, наук. співроб.

Національний науковий центр
"Інститут механізації та електрифікації
сільського господарства" НААН України

З проведеного огляду та аналізу розвитку типів робочих органів ґрунтообробних і посівних машин з'ясовано, що найбільш застосованими в конструкціях ґрунтообробних і посівних машин є дискові робочі органи і, зокрема, сферично-дискові. Відзначена тенденція створення машин, в яких сферичні диски встановлюються з кутом атаки α до напрямку переміщення в ґрунті і з кутом нахилу β його вісі обертання до горизонту. Теорія і практичні аспекти взаємодії з ґрунтом таких робочих органів недостатньо вивчені, що є стримуючим фактором при їх застосуванні при проектуванні ґрунтообробних і посівних машин.

Основним параметром сферично-дискового робочого органу є кут різання γ , який прямопропорційно впливає на кришення ґрунту і затратені зусилля. На рисунку він показаний на поперечному розрізі диску при максимальному куті атаки $\alpha = 90^\circ$. При зменшенні кута атаки α кут різання γ зменшується, а при зменшенні кута нахилу β – зростає.

Теоретично встановлена залежність кута різання γ від зазначених кутів та інших основних параметрів сферично-дискового робочого органу, яка має вигляд:

$$\gamma = \arctg \left[\sin \alpha \cdot \tg \left(\frac{\pi}{2} - \beta - \arcsin \frac{D}{2R} \right) \right],$$

де: D – діаметр диска;
 R – радіус сфери диска.

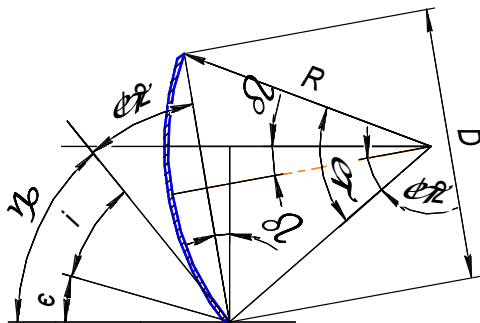


Рисунок – Поперечний переріз розрізу диска

Знайшла подальший розвиток теорія процесу обробітку ґрунту дисковими робочими органами. Одержана аналітична модель, яка пов'язує кут різання з іншими параметрами сферичного диска з нахилоною віссю обертання і дозволяє розраховувати цей кут (при значеннях діаметра диска $D = 600$ мм, радіуса сфери $R = 600$ мм, кута атаки $\alpha = 30^\circ$ і кута нахилу $\beta = 20^\circ$ величина кута різання становить $\gamma = 23^\circ$).

СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ГВИНТОВИХ КОНВЕЄРІВ З ОБЕРТОВИМ КОЖУХОМ

С.М. Герук, доц., канд. техн. наук
 Національний науковий центр
 "Інститут механізації та електрифікації
 сільського господарства" НААН України
 Р.С. Грудовий, здоб.

Житомирський національний агроекологічний університет

З метою проведення експериментальних досліджень і визначення мінімальних енерговитрат електроенергії при пуску завантаженого гвинтового конвеєра, такі випадки мають місце при раптовій відсутності електроенергії, поломці окремих елементів гвинтового

конвеєра, в разі попадання у гвинтовий конвеєр випадкових кускових матеріалів був спроектований стенд для дослідження гвинтових конвеєрів з обертним кожухом. Стенд зображено на рис. 1. який виконано у вигляді рами 1, на якій жорстко встановлено механізм регулювання кута нахилу 2, який є у взаємодії з корпусом 3, до якого зверху жорстко закріплена підставка у вигляді циліндричної труби 4. В середині циліндричної труби 4 на підшипниках з двох кінців встановлено прозорий циліндричний кожух 5 з можливістю обертального руху, який дає змогу досліджувати процеси, які відбуваються в ньому при провертанні гвинтового робочого органу 6 з сипким матеріалом 7. По середині довжини циліндричного кожуха 5 жорстко встановлена шестерня 8, яка у взаємодії з приводною шестернею 9 кожуха 5, яка жорстко встановлена на приводному валу електродвигуна 10 приводу циліндричного кожуха 5. Зверху циліндричної труби виконано оглядове вікно 11 по її довжині. Привід гвинтового робочого органу 6 здійснюється від електродвигуна 12, через запобіжну муфту 13. Електродвигуни 10 і 12 під'єднанні через перетворювач частоти 14 з персональним комп'ютером 15. Керування роботою стенда здійснюється з пульта управління 16. Для завантаження конвеєра використовують бункер 17 з заслінкою, а вивантаження здійснюється патрубком 18 у ємність 19. Зовнішні обертові деталі стенда закриті кожухом 20 відомої конструкції.

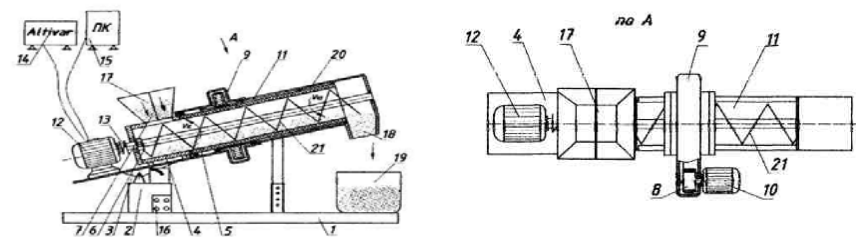


Рисунок 1 – Стенд для дослідження гвинтових транспортерів з обертним кожухом

Робота стенда здійснюється наступним чином. Дослідний елемент гвинтового конвеєра з обертним кожухом встановлюють в циліндричну трубу 4 і під'єднують до приводів 10 і 12, перетворювача частоти 14 і персонального комп'ютера 15. Запускають програмне забезпечення в персональному комп'ютері для управління процесом і подають сигнали на приводи і завантаження конвеєра з бункера 17 сипким матеріалом в певних дозах. В процесі транспортування, або змішування дані про величину навантаження, продуктивність, швидкість обертання робочого органу і обертального кожуха та інші фіксуються у персональному комп'ютері.

До переваг стенда відноситься розширення технологічних можливостей і зменшення зусилля транспортування сипких матеріалів при пуску завантаженого конвеєра, а також можливість проведення досліджень в автоматизованому режимі.

СТРАТЕГІЇ КОНТРОЛЮ ПРОЦЕСАМИ МІКРОКЛІМАТУ В ІНДУСТРІАЛЬНИХ ТЕПЛИЦЯХ

В.М. Савченко, доц., канд. техн. наук,
С.В. Міненко, доц., канд. техн. наук, О.А. Махов, магістр.
Житомирський національний агроекологічний університет

Пошук раціональних схем керування мікрокліматом має великий науковий і практичний інтерес, що полягає у створенні оптимальних параметрів мікроклімату спрямованих на підвищення якості рослин, які вирощуються в умовах захищеного ґрунту. В кінці 20 століття почались проводитись досліді з частковими біологічно – математичними моделями, за допомогою яких оптимізується комплекс умов або окремих процесів спрямованих на підвищення урожайності та отримання більш високої якості продукції захищеного ґрунту. Успіхи в даному напрямку були пов'язані з роботою радянських вчених – Полуєктова та Кісельовой. Основоположниками в Німеччині були Хейснер та Унгер. Позитивні результати в США були отримані Аустином та Гадакацу в Японії. Деякі питання регулювання середовища в тепличних господарства були відображені в роботах М. Гончарука та Д. Любла. Великий вклад в питання умов освітленості, як складових мікроклімату в скляних теплицях, був зроблений болгарськими вченими В. Желевим та В. Ілієвою. Питання створення оптимального мікроклімату на сучасних тепличних комплексах відображені в роботах вчених Г. Спаномітсіуа, С. Золнера та Р. Гейтса. Питання керування технологічними процесами, що спрямовані на підвищення урожайності продукції тепличних комплексів знайшли відображення в роботах О. Кернера та Х. Чала. Вагомих результатів з питань стратегій охолодження внутрішнього середовища тепличних комплексів в жарку пору року досягли іспанські науковці А. Пердігонес та Х. Гарсія [1].

Проблеми енергозбереження та керування параметрами вологості в скляних теплицях висвітлені в роботах європейських вчених Де Халлеука та Л. Гаут'єра, а імітаційні моделі з отримання очікуваних даних з енергозбереження в тепличних комплексах знайшли в роботах Де Зварта [1].

Автоматизація та створення промислових технологій в тепличному виробництві потребують нового підходу при вирішенні багатьох проблем. Одне з таких завдань сьогодення – створення та використання моделей та систем у тепличному виробництві, спрямованих на створення оптимального мікроклімату для вирощування рослин в захищеному ґрунті.

Дослідженнями, що були проведені в тепличних господарствах України, було встановлено, що використання змонтованих штормних екранів, систем охолодження та підвищення вологості, які управляються автоматизованих системами керування мікрокліматом, призводить до наступних загальних ефектів [1]:

1. Покращується колір квіткової продукції;
2. Зменшується кількість опіків листя рослини;
3. Спостерігається покращення росту рослин та більш швидке утворення нових стебел рослин.

Три незалежні досліді (нагрівання, вентиляція та охолодження) були проведені в одній і тій самій теплиці з використанням однієї і тієї ж формальної кліматичної моделі [2]. Дана робота пов'язана із порівнянням представлення кліматичної моделі в трьох дослідженнях. В усіх випадках тести були проведені в опалювальний сезон 2011/12 рр для перевірки формальної моделі керування мікрокліматом в теплиці (Таблиця 1).

Таблиця 1 – Результати моделювання у трьох незалежних дослідіх (нагрівання, вентиляція та охолодження), проведені в одній і тій же теплиці. Середні абсолютні похибки моделі.

Експеримент	№ днів (співвідношення) 2011/12	№ днів (перевірка) 2011/12	Похибка в моделі (Співвідношення: T, °C / RH, %)	Похибка в моделі (Перевірка: T, °C / RH, %)
Нагрівання	46	32	1.12 / 5.62	1.8 / 8.6
Вентиляція	113	48	1.8 / -	2.1 / -
Охолодження	78	64	1.05 / -	1.05 / -

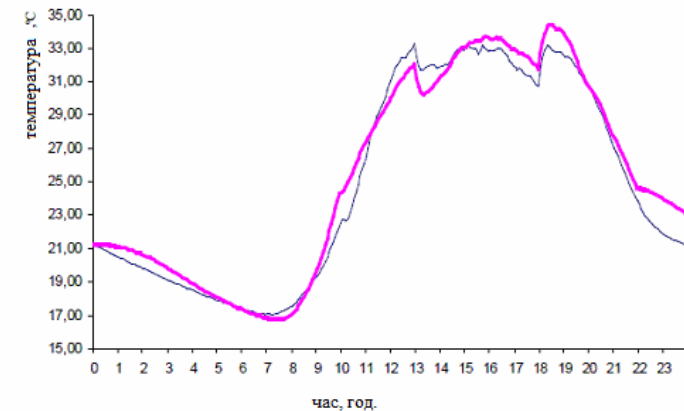


Рисунок 2 – Виміряні (—) та змодельовані (—) показники температури, впродовж 24 годин у досліді, присвяченому охолодженню теплиці. Експериментальні тести із вентиляцією, тінювим і тепловим екраном та випаровуванням

Список літератури

1. В. Савченко. Вплив штормних екранів на внутрішню температуру в теплицях. / В. Савченко, С. Міненко // Збірник наукових праць УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого. – 2012. – Вип. 16 (30), кн.2. – 270-275 с.
2. В.М. Савченко. Формальні моделі для регулювання мікроклімату в теплицях. / В.М. Савченко, С.В.Міненко, О.А.Махов // матеріали міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф. 16 Березня 2013 р. Ч.2. – Тернопіль : Крок, 2013.

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗМІЦНЕННЯ ГАЗОТЕРМІЧНИХ ПОКРИТТІВ КОНЦЕНТРОВАНИМИ ПОТОКАМИ ЕНЕРГІЇ

О.В. Дмитренко, *ст. гр. АТ-10*,
С.І. Маркович, *доц., канд. техн. наук*
Кіровоградський національний технічний університет

Найбільш розповсюджений спосіб відновлення та зміцнення деталей нанесенням газотермічних покриттів має ряд суттєвих недоліків: значну поруватість від 7 до 18%, наявність мікротріщин, як наслідок високих напружень в покриттях, низьку пластичність складових елементів покриття, низьку міцність зчеплення з основою [1,2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій з цієї проблеми показав, що для усунення цих недоліків доцільно було б піддати композиційне покриття впливу концентрованих потоків енергії, що надає можливість здійснювати термічну підготовку матеріалу основи, регулювати умови кристалізації оброблюваного матеріалу, позитивно впливаючи на його структуру і фізико-механічні властивості. При цьому доцільно провести дослідження впливу попередньої обробки основи, пошарової обробки покриття при його нанесенні, локального впливу в вигляді спіральних доріжок [3,4]. Проте опалення висококонцентрованими джерелами нагріву шарів завтовшки більше 0,3-0,4 мм викликає або несплав їх з матеріалом основи, або перегрів поверхневої зони. Це приводить до неоднорідності структури і властивостей по товщині напиленого шару.

В зв'язку з цим необхідно розробити такі технологічні прийоми обробки напилюваного покриття та обладнання для їх здійснення, які дозволяють зберегти його високі трибологічні характеристики, забезпечивши при цьому отримання високих однорідних властивостей шару, що наноситься та підвищення його адгезійної і когезійної міцності. При цьому необхідно здійснити проплавлення до температури плавлення легкоплавкої складової композиційного покриття. Важливо також забезпечити низький термічний вплив на деталь.

Для вирішення поставленого завдання було сконструйоване обладнання, що складалось з обертача для нанесення покриттів на циліндричні деталі. Для нанесення електродугових покриттів сконструйовано електродуговий розпилювач КНТУ-4М. В якості приводу слугують 2 електродвигуни постійного струму з черв'ячними редукторами, що мають індивідуальний тиристорний привід управління. Для ідентифікації числа обертів застосовувались датчики Холла з прорізними дисками, котрі кріпились на валові редуктора. Електродуговий розпилювач має наступні переваги перед аналогами: можливість точного безступінчастого регулювання швидкості подачі кожного з дрітків; значне зменшення металоемкості виробу (3,8 кг проти 11 кг.); вивід контролюємих параметрів на дисплей; можливість автоматичного регулювання стабільності дугового процесу шляхом зміни подачі при замиканні або збільшенні довжини дуги; можливість отримання покриттів з дрітків, температура плавлення яких значно відрізняється; малі габаритні розміри; зменшене споживання електроенергії (160 Вт проти 350 Вт)

Для здійснення зміцнення покриття концентрованими потоками енергії застосовувалась установка МПУ-4 з мікроплазмовим пальником УС.ДСР – 45 - 002. Пальник установки кріпився з протилежної сторони відносно електродугового розпилювача на кронштейні. Кронштейн кінематично пов'язаний з ходовим гвинтом, який має привід від двигуна постійного струму. Переміщення пальника регулюється тиристорним приводом

ходового вала, що надає можливість безступінчастого регулювання швидкості переміщення мікроплазмового пальника відносно електродугового розпилювача.

Застосування сконструйованого обладнання надає можливість здійснювати попередній підігрів оброблюваної деталі для підвищення адгезії покриттів та зниження напружень. Супутня пошарова мікроплазмова обробка надасть можливість підвищити фізико-механічні характеристики покриттів. Нанесення спіралеподібних мікроплазмових доріжок термічного впливу дасть змогу здійснювати управління процесом формування покриттів з наперед заданими властивостями.

Список літератури

1. Хасуи А., Мориґаки О. Наплавка и напыление. - М.: Машиностроение, 1985. 240 с.
2. Кречмер З. Напыление металлов, керамики и пластмасс. - М.: Машиностроение. 1966. - 432 с.
3. Ивашко В.С., Куприянов И.Л., Шевцов А.И. Электротермическая технология нанесения защитных покрытий. Минск.: Наука и техника. 1996. – 375.
4. Чачин А. Н., Кардаполова М. А., Спиридонов И. В. Использование лазерного нагрева для управления триботехническими свойствами газотермических покрытий // Технологическое управление триботехническими характеристиками узлов машин: Сборник. Кишинев, 1985. С. 18—19.

ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ СІДЕЛ КЛАПАНІВ ДВИГУНІВ В УМОВАХ ЗАСТОСУВАННЯ ГАЗОВОГО ПАЛИВА

М.Р. Дяченко, *ст. гр. АТ-12МБ*,
С.І. Маркович, *доц., канд. техн. наук*
Кіровоградський національний технічний університет

Широке застосування газового палива, як альтернативи бензину, обумовлене меншою ціною, вищим октановим числом, зниженням шкідливих викидів в атмосферу та кращими експлуатаційними характеристиками [1,2]. Разом з тим нерідко виникають явища підвищеного спрацювання елементів газорозподільного механізму.

Для аналізу цих явищ були проведені дослідження зносів та дефектів двигунів, що працювали на суміші бензин-повітря та газ-повітря в ДП «Кіровоградтепло» та ПАТ Кіровоградське АТП «Агробудавтосервіс» згідно ГОСТ 27.502-83 [3].

Визначено позитивний вплив експлуатаційних властивостей газового палива на довговічність циліндро поршневої групи та кривошипно-шатунного механізму, але разом з тим визначено збільшення зносу направляючих втулок, стрижнів та сідел клапана та короблення головок блоку.

Очевидно причиною такого явища є відсутність змащуючого середовища, котре забезпечує бензино-повітряна суміш.

Для експериментальної перевірки використано установку на основі машини тертя СМЦ-2. Робочий процес двигуна імітовано за допомогою вакуумного насоса і систем паливоподачі.

Дослідження загартованих сталених зразків проводили в середовищі бензино-

повітряної суміші, пропан-бутано-повітряної суміші та пропан-бутано-повітряної суміші з лубрикатором «Flashlube». Лубрикатор подавався іжекційним методом у співвідношення 1:1000.

Для забезпечення пожежної безпеки установка монтувалась на спеціальній відкритій площадці з виведенням продуктів в атмосферу через вивідну трубу для зтавлення газів.

Результати дослідження показав 20% зменшення зносу дослідних зразків.

Слідуючою причиною є більш повільне згорання пропан-бутано-повітряної суміші в порівнянні з бензино-повітряною. Для усунення цих недоліків на двигунах газобалонних автомобілів проведено встановлення кута випередження запалення раніше на 5-7°, збільшено зазори в клапанному механізмі на 1,5 – 2 мм та проведено регулювання паливної системи з застосуванням ширококутового лямбда-зонду. Проведені заходи дозволили покращити експлуатаційні характеристики та надійність газорозподільного механізму.

Для підвищення зносостійкості сидел клапанів в складних температурних та експлуатаційних умовах розроблена технологія зміцнення сидел клапанів електроконтактним припіканням порошкових матеріалів з застосуванням порошку хрому плакованого нікелем, що є композиційним матеріалом, який складається з твердої частинки хрому, покритого по всій поверхні щільною плівкою нікелю. У покритті частинки хрому грають роль зносостійкої основи, а нікель є пластичною матрицею, що забезпечує міцність зчеплення частинок між собою і покриття з основою. Крім того, наявність хрому в покритті підвищує жароміцність матеріалу.

Розроблено установку для зміцнення сидел клапанів на основі черв'ячного редуктора з пристосуванням для кріплення сидла. Електрод підводиться за допомогою пневмоциліндра.

Управління процесом здійснюється регулятором контактного зварювання РК-801М.

Випробування сидел, що зміцнені згідно запропонованої технології показало підвищення зносостійкості в 1,8-2,2 рази в порівнянні з стандартними сидлами

Висновки:

Проведені дослідження визначають значний вплив змащуючого середовища на зносостійкість елементів газорозподільного механізму.

Визначено позитивний вплив лубрикатора «Flashlube» на зносостійкість спряжень.

Разом з тим нижча погіршення умов мащення є лише однією з причин підвищеного зносу. Порівняно менша швидкість згорання газового палива приводить до перегрівання двигуна і спрацювання спряжень елементів механізму газорозподілення, що вимагає його належного регулювання.

Застосування для зміцнення сидел клапанів електроконтактного припікання з застосування порошку хрому плакованого нікелем підвищує їх зносостійкість в 1,8-2,2 рази, але вимагає затрат на порошкові матеріали та часту заміну електродних роликів

Список літератури

1. Газобалонные автомобили/ Григорьев Е.Г., Колубаев Б.Д., Ерохов В.И. и др.-М.: Машиностроение, 1989.-216 с.
2. Золотницкий В.А. Новые газотопливные системы автомобилей.-М.: Издательский Дом Третий Рим. 2005. 64 с.
3. ГОСТ 27.502-83. Система сбора и обработки информации. Планирование наблюдений. -23с.

ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ РОЗПОДІЛЬЧИХ ВАЛІВ ДВИГУНІВ АВТОМОБІЛІВ ЕЛЕКТРОКОНТАКТНИМ ПРИПІКАННЯМ КОМПАКТНИХ ТА ПОРОШКОВИХ МАТЕРІАЛІВ

О.М. Смага, ст. гр. АТ-12МБ,

С.І. Маркович, доц., канд. техн. наук

Кіровоградський національний технічний університет

Передова практика і прогресивні наукові розробки авторемонтного виробництва підтверджують, що економічно доцільно відновлювати до 40% деталей, 30% деталей використовувати повторно без ремонтних дій і 30% деталей необхідно замінювати новими. Фактично в даний час відновлюється від 12 до 15% деталей, а використовуються повторно без ремонтних дій більше 50% деталей [1,2].

Ця проблема може бути вирішена, з одного боку, шляхом конструктивно-технологічних заходів, направлених на підвищення надійності механізмів, з іншого боку, розробкою і застосуванням прогресивних методів і способів технічного обслуговування і ремонту.

Останнім часом особливого значення набувають ресурсозберігаючі технології, що реалізуються без істотного збільшення матеріальних витрат. Однією з перспективних і ефективних технологій відновлення деталей є електроконтактне приварювання (ЕКП) металевих шару (стрічки, дроту, порошкових матеріалів) [3,4,5].

Позитивними властивостями ЕКП є: малий нагрів деталі, відсутність вигорання легуючих елементів, мінімальний припуск на подальшу механічну обробку наплавленого металу, можливість наплавлення сталевих стрічки, дроту і металевих порошків, зменшення витрати металу (в порівнянні з вібродуговим наплавленням) в 2,4 рази, сприятливі санітарні умови роботи оператора [4,5,6].

Застосування цієї технології для відновлення розподільчих валів затруднене через високі вимоги до механічних характеристик контактних поверхонь кулачків.

Для вирішення цієї проблеми розроблена технологія відновлення та зміцнення розподільчих валів з застосуванням ЕКП компактних та порошкових матеріалів, при цьому, в зв'язку з різним характером навантажень, для відновлення опорних шийок застосовувалась ЕКП дроту 30ХГСА діаметром 2 мм., а для відновлення кулачків – ЕКП порошку ФБХ-6-2.

Для розрахунку технологічних режимів ЕКП (величина струму, тривалість його протікання (тривалість імпульсу) і тиск електроду) визначали геометричні розміри одиничного майданчика наплавленого металу залежно від діаметру деталі і властивостей присадного матеріалу. На основі моделі нагріву одиничного майданчика металу з урахуванням об'єму присадного і основного металів, що нагріваються до температури плавлення T_n одиничним імпульсом струму наплавлення з урахуванням теплопровідності основного металу визначали кількість тепла Q , необхідного для нагріву об'єму металу V_n до температури T_n з урахуванням його теплоємності, теплопровідності і теплообміну з середовищем за час нагріву та значення струму I для конкретного випадку ЕКП, що характеризується конкретними значеннями діаметрів, теплоємностей, питомих вагів, коефіцієнтів температуропровідності та ін. [7,8,9].

Зусилля притиснення електроду (ролика) визначали як добуток величини тиску на величину одиничного контактного майданчика:

$$P_p = 0,55 p d^2 (D \arccos [1 - (d - g) D] / g,$$

де: p – тиск, рівний 8-9 кгс/мм², d – товщина присадного шару, D – діаметр деталі, g – товщина наплавленого шару.

Швидкість наплавлення визначали по довжині одиничного майданчика металу, що наплавляється, з урахуванням перекриття, тривалості імпульсів струму і пауз між ними по формулі

$$V_n = \{ 0,55 D \arccos [1 - (d - g) / D] \} / (2 t_i + t_n)$$

де: t_i – довжина імпульсу струму, t_n – довжина пауз

Продольний крок наплавлення визначали залежно від товщини шару і його осідання за умови перекриття сусідніх витків спірального валика металу, що наплавляється, на 25—30% по формулі

$$S_n = (0,25 \div 0,3) d^2 / g.$$

Отримані значення корегували емпіричним шляхом.

Для здійснення процесу ЕКП застосовувалась одно точкова технологічна схема, при цьому для забезпечення руху ролика по профілю кулачка було сконструйовано копірувальне пристосування для установки ЕКП 011-1-02Н-Ремдеталь. Пристосування затискалось в трикулачковий патрон установки з фіксацією обертотворним центром. Розподільчий вал базувався в пристосуванні в центрових отворах і обертався з швидкістю від 16 до 32 об/хв. При цьому вал здійснював зворотньо-поступальні рухи що до електрода, копіюючи необхідний профіль кулачків. На шпінделі пристосування за допомогою шпонки закріплені два копіра, впускний і випускний. На кінці шпінделя закріплена шестерня, що повинна знаходитись в зачіпленні з блоком шестерень. Блок шестерень в свою чергу повинен знаходитись в зачіпленні з шестернею, що закріплена на хвостовику котрий затискався трикулачковим патроном установки ЕКП. Копіри знаходилися в зіткненні з упором, прикріпленим до передньої стійки. В задню щок впресована втулка, яка має нарізку для заднього центру установки. Положення центру при роботі фіксується гвинтом.

Подача порошку здійснювалась з живильника бункерного типу оснащеного зубчастим механізмом подачі з приводом від двигуна постійного струму.

Дослідженнями встановлено, що зносостійкість опорних шийок в 1,4-1,5 рази (твердість 48-50 HRC), а кулачків в 1,8-2,2 рази (твердість 54-60 HRC) вище зносостійкості контрольних зразків з натурального вала двигуна КамАЗ-740.

Список літератури

1. Румянцев С.И. и др. Критерии оценки и управления качеством автотранспортных средств на стадии проектирования, производства и эксплуатации. М.: МАДИ, 1981. - 95 с.
2. Опыт ВНИГО «Ремдеталь» по восстановлению деталей машин // Сварочное производство, 1990, №5. С. 2-3.
3. Бабаев И.А., Хаппалаев А.Ю., Мамед-заде Д. М. Электроконтактная приварка металлического порошка // Тракторы и сельхозмашины. 1987. № 8. -С. 10.
4. Логинов Г.П., Дубровский В.А. Электроконтактная наплавка проволокой — эффективный способ восстановления изношенных деталей машин // Автоматизация и современные технологии, 1998, №7. С. 10-12.
5. Каракозов Э.С., Латыпов Р.А., Молчанов Б.А. Состояние и перспективы восстановления деталей электроконтактной приваркой материалов М.: Информагротех, 1991. 85 с.
6. Ибрагимов В.С., Исламгулов А.К. К вопросу о применении электроконтактной наплавки для восстановления деталей // Сб. науч. тр. Башкирского сельскохозяйственного института. Уфа: БСХИ, 1969, т.ХУ, ч.3. С. 60.64.
7. Клименко Ю.В. Электроконтактная наплавка. — М.: Металлургия, 1978.-128 с.
8. Бродинский Л. Б. Валков В. Г. и др. Восстановление электроконтактной наваркой поверхностей тел вращения с большим износом. Ремонт, восстановление, модернизация № 10. — 2003. - С. 20 - 9. 9. Каракозов Э.С., Клименко Ю.В., Ушицкий М.У., Латыпов Р.А. Режимы электроконтактной наплавки // Сварочное производство, 1977, №8. С. 23.24.

АНАЛІЗ СПРАЦЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ СТРУМОПРИЙМАЧА ТРОЛЕЙБУСА ТА МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЙОГО НАДІЙНОСТІ

І.О. Плохов, асп., В.В. Аулін, проф., канд. фіз.-мат. наук
Кіровоградський національний технічний університет

Проведений аналіз умов експлуатації тролейбусу, а саме системи струмоприймача та ковзних контактів показав, що в умовах підвищених навантажувально-швидкісних режимах їх надійність та довговічність можна забезпечити на належному рівні, якщо врахувати специфіку та особливості умов роботи з використанням головок струмоприймачів, які б мали підвищені фізико-механічні, електро- та триботехнічні властивості.

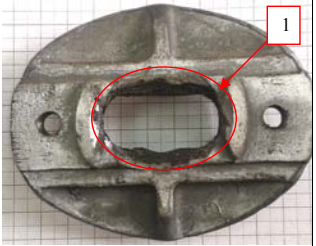
Загальновідомою проблемою системи струмознімання є швидке спрацювання вугільно-графітової вставки, що в процесі експлуатації призводить до зменшення електричного контакту та виникнення електричної дуги. Це обумовлює інтенсивний знос проводу контактної мережі міського електротранспорту.

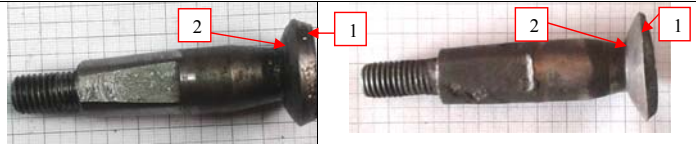
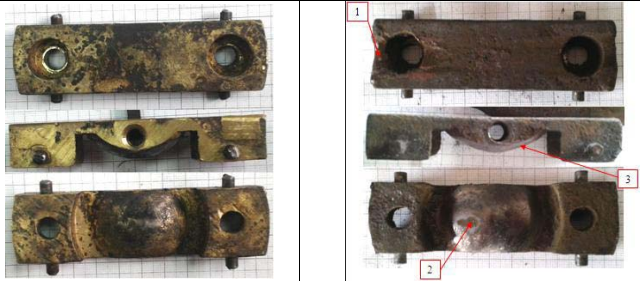
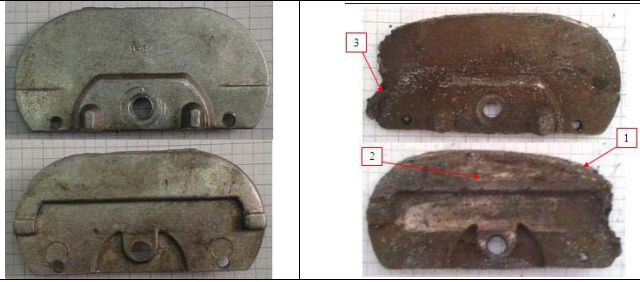
Надійність взаємодії головки струмоприймача з контактною мережею, включаючи її спеціальні частини, є для тролейбуса питанням виняткової важливості. Рух тролейбусів супроводжується сходами струмоприймачів з контактних проводів. Це викликає обрив розтяжок, зрив головок струмоприймачів зі штанг та інші пошкодження, що порушують нормальний рух. Щоб уникнути сходу струмоприймачів з проводів, їх заїдання і виникнення пошкоджень в мережі і на рухомому складі швидкість руху тролейбусів під перетинами та іншими спеціальними частинами контактної мережі різко обмежується.

Недоліком конструкції головки струмоприймача тролейбуса є її недовговічність, яка зумовлена тим, що при взаємодії п'яти та металевго вкладиша відбувається заклинювання та швидкий механічний знос самої п'яти за рахунок її розбивання о металевий вкладиш при навантаженні.

Проведено аналіз спрацювання деталей головки струмоприймача.

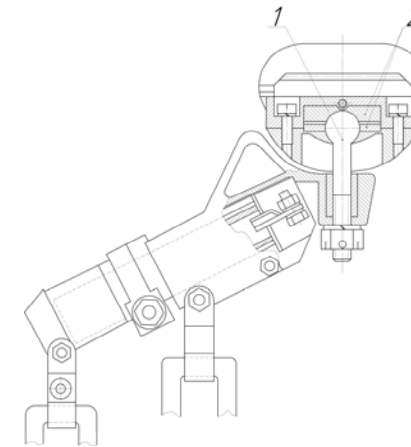
Таблиця 1 – Порівняльний аналіз спрацювання деталей головки струмоприймача ГТ-14А.

Найменування деталі	Нові деталі	Спрацьовані деталі
1	2	3
Корпус		
	Робоча поверхня 1 корпусу головки струмоприймача зношується при взаємодії з зовнішньою сферичною частиною пальця-п'яти. Динамічне навантаження обумовлює деформацію та зношування робочих поверхонь контактуючих деталей. Динамічне навантаження, що сприймається головкою струмоприймача, викликає руйнування різьби кріпильних елементів 2 її корпусу та металевго вкладиша.	

Палець-п'ята	
	Сполучення головки струмоприймача з утримувачем відбувається саме за рахунок пальця-п'яти. Ця деталь забезпечує необхідний ступінь вільності головки струмоприймача тролейбуса. Характер зносу пальця-п'яти: при динамічному навантаженні деформуються її робочі поверхні (1, 2), що призводить до зменшення товщини її робочої частини та спостерігається абразивний знос спряжених деталей.
Металевий вкладиш	
	Опір обертанню головки струмоприймача у вертикальній і горизонтальній площинах збільшується із-за вигорання мастила, задири контактуючих поверхонь 1, механічних ушкоджень 2, зростання зазорів 3 в сполученнях.
Щока	
	Щічки головок струмоприймачів зношуються по висоті 1 через ковзання по спеціальних частинах стрілок контактної мережі, а їх бічний знос 2 відбувається в моменти проходження головою кривих ділянок мережі і при відхиленні тролейбуса від осі мережі. Крім того, виникає оплавлення щічок 3 при короткочасній втраті контакту на спеціальних частинах за рахунок виникнення електричної дуги.

З отриманих даних можна зробити висновок, що модернізація конструкції головки струмоприймача підвищить експлуатаційну надійність окремих елементів «контактна мережа – контактна вставка – головка струмоприймача», так і системи в цілому.

Для підвищення експлуатаційної надійності головки струмоприймача тролейбуса пропонується модернізувати її конструкцію (рис. 1).



1 – шарнірний палець; 2 – вкладиші

Рисунок 1 – Модернізована головка струмоприймача ГТ-14А

Метою модернізації конструкції є підвищення довговічності головки струмоприймача тролейбуса за рахунок зменшення люфту у вузлі та забезпечення необхідного ступеню вільності самої головки струмоприймача.

Поставлена мета досягається за рахунок того, що утримувач з корпусом з'єднані за допомогою шарнірного пальця з вкладишами.

Зображена головка струмоприймача тролейбуса працює наступним чином. При русі тролейбуса головка струмоприймача з легкістю рухається по своїй траєкторії, що описує контактний провід. Це забезпечує шарнірний палець 1, а саме надає необхідну ступінь вільності самій головці струмоприймача тролейбуса.

Таким чином, за рахунок цього можна максимально зменшити люфт у вузлі, що зменшить механічний знос та розбивання шарнірного пальця. Крім цього шарнірний палець 1 у зборі з вкладишами 2 більш захищений від несприятливих умов експлуатації.

Список літератури

1. Вишник Г.В. Троллейбус пассажирский ЗиУ-682Б / Г. В. Вишник, В. И. Шабалин. - М.: Транспорт, 1977. - С. 116.
2. Пат. 49287 Україна, МПК (2009) B60L 1/00. Головка струмоприймача тролейбуса/ Аулін В.В., Плохов І.О., Голуб Д.В.; заявник та патентовласник Кіровоградський національний технічний університет. - №200911125; заявл. 02.11.2009; опубл. 26.04.2010; Бюл.№ 8, 2010 р.
3. Аулін В.В. Теоретичні передумови підвищення надійності системи "контактна підвіска – струмоприймач" зменшенням інтенсивності зношування її елементів/ В.В. Аулін, М.І. Чорновол//Вісник інженерної академії України. – 2007. – №2. – С. 56-65.

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЗЕМЛЕРИЙНИХ МАШИН ЗМІЦНЕННЯМ ЇХ РІЗАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

О.О. Філіпов, *маг., гр. ДМ-12МБ,*
В.В. Аулін, *проф., канд. фіз.-мат. наук,*
А.А. Тихий, *асист., канд. техн. наук*

Кіровоградський національний технічний університет

Одним з напрямків підвищення міцності та надійності різальних елементів робочих органів землерийних машин (РЕ РОЗРМ) є створення багатошарових матеріалів, які володіють цілим рядом переваг в порівнянні з лезами однорідними чи двошаровими.

При наплавленні різними сплавами спостерігається різна інтенсивність зношування та відносна зносостійкість робочих поверхонь. Результати вимірювання поля напружень і величини зношування в характерних точках дають можливість побудувати епюри напружень і зносу РЕ, з яких видно, що вихідний стан зразків РЕ однаковий для всіх варіантів зміцнення. З напрацюванням, тобто збільшенням шляху тертя, спостерігаються різні закономірності зміни епюри напруження і зносу.

Максимальний рівень напружень зосереджується у вузькій області різальної крайки і по мірі віддалення від цієї області величина напружень спадає. Характерним є те, що при мінімальному радіусі заокруглення різальної крайки область напруженого матеріалу достатньо невелика. По мірі затуплення різальної крайки, напружено-деформований стан (НДС) змінюється. При цьому радіус заокруглення різальної крайки збільшується, що обумовлює збільшення і області максимальних напружень.

Отримані розподіли залишкових напружень по глибині зміцненого шару показують, що зона напружень стиску поширюється на глибину до 200 мкм і більше. Це залежить від способу зміцнення та товщини зміцненого шару. Величина напружень при цьому складає - 200...-400 МПа, що свідчить про сприятливий характер в експлуатації цих шарів в умовах абразивного зношування.

Варіант зміцнення сприяє перерозподілу напруженої зони РЕ при взаємодії його з ґрунтом: при зміцненні верхньої робочої поверхні картина НДС матеріалу швидше стає усталеною, ніж при зміцненні нижньої робочої поверхні; якщо зміцнити обидві робочі поверхні однаковими способами і в однакових технологічних режимах, то картина НДС зі збільшенням шляху тертя подібна до незміцненого РЕ, але інтенсивність її зміни набагато менша і характер перерозподілу поля напружень і деформації інший; у випадках, коли робочі поверхні зміцненні різними способами або в різних технологічних режимах, картина НДС подібна до варіантів зміцнення однієї з робочих поверхонь РЕ, але зі збільшенням шляху тертя інтенсивність зміни картини НДС є меншою і дещо інший характер перерозподілу полів напруження і деформації.

Не менш важливим є локальний (дискретний) характер зміцнення у зазначених варіантах. При навантаженні тертям таких РЕ спостерігається суперпозиція НДС локальних ділянок робочої поверхні, суттєво відрізняється як сама картина НДС РЕ, так і характер її зміни зі збільшенням шляху тертя. Ці варіанти ще потребують ретельних досліджень.

Дослідження профілю зразків РЕ й епюри зносу показують, що незміцнені зразки після певного напрацювання інтенсивно затуплюються. Подальше збільшення напрацювання приводить до збільшення радіусу заокруглення різальної крайки. Застосування різних варіантів зміцнення при реалізації умов самоорганізації сприяє стабілізації геометрії профілю РЕ, тобто спостерігається ефект самогострювання. Це дає можливість підвищити ресурс РЕ до вибракування і дозволяє спостерігати допустимі параметри РЕ при

напрацюванні 70...90 годин. При цьому не спостерігали відшарування наплавленого твердого сплаву, через високу його міцність зчеплення з основою.

Інтенсивність зносу зразків РЕ як незміцнених, так і зміцнених за різними варіантами, в початковий період напрацювання (до 15 год) більша ніж у наступні періоди. Виявлено, що при певному напрацюванні спостерігається стабілізація інтенсивності зносу. Поява цього моменту залежить від способу зміцнення, його технологічних параметрів і варіантів зміцнення. Спостереження за динамікою зміни різальної крайки показали зміну її радіусу зі збільшенням шляху тертя. При оцінці радіусу різальної крайки на ПЕОМ виявлено, що найбільший радіус різальної крайки спостерігався у незміцнених зразках та при їх об'ємному гартуванні. Виявлено, що оптимальним при різних варіантах зміцнення є зміцнений шар товщиною 0,75...1,00 мм. Формування радіусу різальної крайки залежить від величини лінійного зносу в характерних точках профілю РЕ. Ефект самогострювання визначається стабілізацією лінійного зносу в усіх характерних точках профілю РЕ.

Порівняльний аналіз полів напружень і епюри зносу РЕ від варіантів зміцнення показує узгодженість закономірностей їх зміни. Виявлено, що при формуванні вузької області максимальних напружень епюра зносу практично не змінюється, що свідчить про наявність стабілізації геометричних параметрів РЕ, тобто реалізацію ефекту самогострювання.

ВЕЛИЧИНА ТА ХАРАКТЕР ЗНОШУВАННЯ ЗУБІВ КОВШІВ ЕКСКАВАТОРА В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

К.С. Ткаченко, *маг. гр. МБ-12М,*
В.В. Аулін, *проф., канд. фіз.-мат. наук,*
А.А. Тихий, *асист., канд. техн. наук*

Кіровоградський національний технічний університет

Під час взаємодії з ґрунтом зуби ковшів екскаваторів зношуються, зменшуючись у розмірах і змінюючись за формою. Найбільший знос спостерігається по задній грані зуба і в меншій мірі - по передній грані і в бічних його частинах. Придатність зуба для подальшої роботи визначається його ступенем зносу по задній грані, в результаті чого зменшується його довжина, а отже, і виліт. Вибраковування зуба відбувається, якщо його виліт стає менше подачі на зуб.

Інтенсивність зношування залежить від зношувальної здатності ґрунту, його гранулометричного складу, напружено-деформованого стану (НДС), матеріалу самого різального елемента (РЕ) робочого органу. Це безумовно дає можливість обрати такі технології зміцнення, які враховуючи локальний характер зносу (рис.1), а також форму деталей РЕ робочих органів землерийних машин (РОЗРМ), дозволять проводити процес відділення стружки від ґрунтового масиву при мінімально-можливих значеннях опору на протязі більш тривалого проміжку часу.

Для знаходження режимів ефективної експлуатації РОЗРМ важливо врахувати зношування клиноподібного РЕ в математичному описі процесів взаємодії з ґрунтом, вплив параметрів площинки зношування на процес розробки ґрунту, зокрема на зміну НДС ґрунту.



Рисунок 1 – Локальне зношування ріжучих крайок робочого органу однокішшового екскаватора ЭО-2621.
(Виробничий експеримент з використанням машинного парку Кіровоградська ДЕС ДП Кіровоградський облавтодор)

Виробництво самогострюваних РОГЗМ з РЕ обумовлює більш високі вимоги до підвищення їх надійності. Практика показує, що перевага надається самогострюванню 1-го роду, коли рекомендують зміцнювати РЕ РОГЗМ тільки з нижньої (тильної) сторони. Це пояснюють тим, що по мірі зношуваності клиноподібного РЕ при верхньому зміцненні, самогострювання 2-го роду, основний шар поблизу різальної крайки потовщується і умови самогострювання погіршуються, через утворення на цьому шарі додаткової затилкової фаски, хоча в ряді випадків ця фаска не заважає роботі РЕ.

З досліджених РЕ РОГЗМ з верхнім зміцненням твердим сплавом сормайт, видно, що найкраща геометрія РЕ з верхнім наплавленням отримується при дуже малих товщинах основного шару. Такі РЕ недостатньо міцні, тому доцільно наплавляти нижню поверхню для підвищення працездатності і міцності. З цих причин верхнє зміцнення практично не проводиться, хоча достатньо не дано обґрунтування параметрів, що забезпечують самогострювання, у даному випадку.

Перспективним в напрямку підвищення міцності та надійності РЕ РОГЗМ є створення багатшарових матеріалів, які володіють цілим рядом переваг в порівнянні з РЕ однорідними чи двошаровими. РЕ у цьому випадку отримуються міцнішими, оскільки багатшарові матеріали здатні до пластичної деформації, підвищується ударна в'язкість і конструкційна міцність. Окрім того, разом з самогострюванням РЕ, виключається викришування твердого, різального шару, оскільки він затиснутий між двома пластичними зовнішніми шарами.

ЗМЕНШЕННЯ ЕНЕРГОЗАТРАТ В ПРОЦЕСІ ОБРОБІТКУ ГРУНТІВ РОГМ РЕАЛІЗАЦІЄЮ ЕФЕКТУ САМООРГАНІЗАЦІЇ

А.О. Тезін, *маг. гр. МБ-12М*
В.В. Аулін, *проф., канд. фіз.-мат. наук,*
А.А. Тихий, *асист., канд. техн. наук*
Кіровоградський національний технічний університет

Внаслідок затуплення різальних елементів (РЕ) робочих органів ґрунтообробних машин (РОГМ) збільшується величина їх тягового опору, що негативно впливає на енергоємність процесів обробітку ґрунту, збільшення витрат паливно-мастильних матеріалів й виникає потреба в додатковому заточуванні або заміні зношених деталей. Опір деформації, кришненню і енергоємність процесу обробітку ґрунту РОГМ в значній мірі визначаються явищами, що протікають при русі вирізаного з масиву ґрунту пласта по поверхні робочого органу. Одним з складних питань при цьому є достовірність опису напружено-деформованого стану НДС ґрунту.

Різні види обробітку ґрунту навіть одним і тим РОГМ будуть сприяти різному характеру зношування РЕ і мати відповідно різний тяговий опір.

Технологічний напрям підвищення довговічності РОГМ та зменшення величини тягового опору може бути реалізований наступними заходами: зміна матеріалу деталі; суцільне або локальне поверхнєве термозміцнення; нанесення зміцнювальних покриттів, що забезпечують коефіцієнт зовнішнього тертя рівний або дещо перевищує коефіцієнт тертя ґрунту об ґрунт (внутрішнього тертя); модифікування та зміцнення робочих поверхонь деталей різними способами, що призводять до самогострювання.

Вибір раціональних способів зміцнення повинен базуватися на основі критеріїв, що враховують наступні фактори: тип обробки ґрунту, його властивості та стан; фактори, що впливають на довговічність деталей РОГМ; матеріал деталі; тип виробництва; вартість технології.

Для деталей РОГМ в якості технологічних методів зміцнення найчастіше використовують наплавлення наступних видів: ручне газове твердими сплавами; дугове порошковою стрічкою; багатоелектродне електрошлакове; плазмове; індукційне, лазерне та інші.

Технологія наплавлення повинна забезпечувати рівномірність шару твердого сплаву по товщині і властивостям (зносостійкість, міцність), рівномірність розподілення пор і тріщин, що переходять із твердого сплаву в основний метал та виникнення ефекту самогострювання. При виробництві РОГМ більше 90% усіх наплавочних робіт виконуються методом індукційного нагрівання. Це пояснюється тим, що наплавлення твердих сплавів на робочі поверхні РОГМ струмами високої частоти має ряд переваг перед іншими методами: висока продуктивність процесу; достатня якість наплавленого шару по хімічному складі, щільності, структурній однорідності і шорсткості поверхні; можливість одержання тонких шарів наплавленого металу (до 0,3 мм).

Більш ефективними в реалізації самогострювання РЕ РОГМ є застосування технологічних процесів зміцнення та модифікування, що базуються на використанні концентрованих потоків енергії (КПЕ).

До них можна віднести: лазерну, плазмово-дугову, електронно-променеву, електроімпульсну, іонно-вакуумну види обробки, плазмове і детонаційне наплення, іонна імплантація. Ці методи пов'язані безпосередньо з використанням спрямованих потоків енергії і фізичних полів для зміни властивостей матеріалу деталей. Вони дозволяють повному розв'язувати задачі підвищення експлуатаційних характеристик поверхневих шарів

деталей, рівня автоматизації й управління виробництва і продуктивності праці, зниження енерго- та металоємності, витрат дефіцитних матеріалів.

Що стосується експлуатаційного напрямку керування зносостійкості і довговічності РОГМ, то враховується швидкість їх руху, навантаження на робочі поверхні, глибина, характер та енергоємність обробки ґрунту. Для РОГМ, що мають різальні частини, доцільно створити умови для реалізації самозагострювання.

Основними напрямками забезпечення довговічності РОГМ є: трибоматеріалознавчий - за рахунок застосування більш зносостійких і міцних матеріалів при виготовленні і зміцненні; конструкційний - за рахунок створення таких конструкційних форм, при яких значний знос не викличе зміни службових характеристик; технологічний - за рахунок створення на ділянках, що найбільш зношуються, умов тертя «ґрунт - ґрунт» та «ґрунт - метал» та експлуатаційний - створення умов реалізації ефекту самоорганізації (самозагострювання різальної частини РОГМ).

Характер зміни тягового зусилля стандартних РОГМ схожі між собою і відрізняються за величиною. Випробування показують, що криві зміни тягового опору РОГМ, зміцнених електродуговим наплавленням електродами Т-590, за характером суттєво відрізняються від стандартних. Це можна пояснити тим, що в процесі припрацювання на робочих поверхнях РОГМ спостерігається налипання ґрунту.

При збільшенні напрацювання тяговий опір зменшується і оптимальні його значення відповідають напрацюванню 5...15 га для всіх способів зміцнення, а для стандартної об'ємної термообробки - 5...10 га. Це пояснюється тим, що в цей період йде формування та стабілізація форми різальної кромки. Подальше зростання напрацювання для РОГМ, зміцнених за стандартною технологією (об'ємною термообробкою) приводить до збільшення радіусу заокруглення різальної крайки і, як наслідок, підвищення тягового опору на 15% (до 6,5 кН) у порівнянні з початковими значеннями. Для РОГМ, зміцнених запропонованими технологіями, характерне деяке зниження тягового опору в момент припрацювання і стабільність його значень до напрацювання 20...25 га і більше. Цей стан характеризується появою ефекту самоорганізації - самозагострюванням РЕ.

ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ РОБОЧИХ ОРГАНІВ РОЗПУШУВАЧА ЗА РАХУНОК ЗМЕНШЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ЙОГО ВПЛИВУ НА ҐРУНТ

Т.К. Марченко, асп.

Кіровоградський національний технічний університет

Однією з проблем використання ґрунтообробних машин є зношування їх робочих органів під час обробітку ґрунту.

Всі відомі способи збереження працездатності робочих органів спрямовані на зменшення швидкості зношування шляхом застосування більш зносостійких матеріалів або створення лез, що самозаточуються.

Одним з шляхів вирішення даної проблеми є підвищення довговічності робочих органів за рахунок зменшення інтенсивності впливу розпушувача на ґрунт, що одночасно вирішує і задачу збереження структурно-агрегатного стану ґрунту.

Інтенсивність абразивного зношування залежить крім фізико-механічних

властивостей ґрунту та матеріалу робочих органів від сил тертя, що діють у зоні контакту робочих органів із ґрунтом. Сили тертя, у свою чергу, залежать від способу прикладення навантажень та співвідношення напруг різних видів.

Вплив знаряддя на масив ґрунту з точки зору інтенсивності можна охарактеризувати питомою дією u_{σ} , кПа, яка є відношенням суми впливів I_{σ} , Н, заглиблених у ґрунт частин знаряддя до площі S_n , м², поперечного перерізу оброблюваної смуги

$$u_{\sigma} = \frac{I_{\sigma}}{S_n}.$$

Очевидно, що умовою зниження ушкодження ґрунту знаряддям та в одночас підвищення довговічності робочих органів є $u_{\sigma} \rightarrow \min$.

Взаємодію елементів робочого органу з ґрунтом можна розглядати як вплив на ґрунт його окремих поверхонь з певною інтенсивністю

$$I_{\sigma} = \sum_{i=1}^n s_i \cdot e_i,$$

де i – порядковий номер поверхні контакту;

n – кількість утворюючих робочий орган поверхонь;

s_i – площа поверхні контакту, м²;

e_i – інтенсивність впливу i -поверхні на ґрунт, кПа.

Перевагою методу є наочність і можливість включення в модель оптимізації практично всіх конструктивних параметрів ґрунтообробного знаряддя, безпосереднє управління цільовою функцією.

У таблиці 1 представлені основні чинники взаємного впливу ґрунто-обробних робочих органів та ґрунту.

Розглянемо метод мінімальних питомих впливів на прикладі робочого органу розпушувача, що складається із стійки, долота і підрізаючих ножів (рис. 1).

Для того, щоб врахувати всі площі контакту робочих органів з ґрунтом, розглянемо роботу розпушувача у трьох площинах: фронтальній, горизонтальній і профільній.

Таблиця 1 – Ефекти взаємодії робочих органів з ґрунтом.

№ пп.	Ефект впливу робочого органу на ґрунт	Форми зносу робочих органів	Види пошкоджень агрегатів і структури ґрунту	Вимірювані величини, розмірність	Позначення	Середнє значення
1	Стиснення масиву ґрунту	Деформація, втома, стирання	Розчавлювання, зминання, ущільнення	Тимчасовий опір стисненню, кПа	$\sigma_{\text{стм}}$	78,9
2	Зсув	Стирання	Зріз	Тимчасовий опір зсуву, кПа	τ	27,3
3	Розрив	Затуплення	Відрив	Тимчасовий опір розриву, кПа	σ_p	13,6
4	Стиснення розпушеного ґрунту	Деформація, втома	Розчавлювання, зминання, ущільнення	Тимчасовий опір стисненню, кПа	$\sigma_{\text{стр}}$	4
5	Тертя ґрунту о сталь	Стирання	Стирання	Коефіцієнт тертя ґрунту об сталь, кут тертя, град	μ_2, φ_2	24,5

Коефіцієнт розстановки робочих органів по ширині $k_{pi} = s_i/b_i$, де s_i – крок робочих органів по ширині захвату, м; b_i – ширина робочого органу, м.

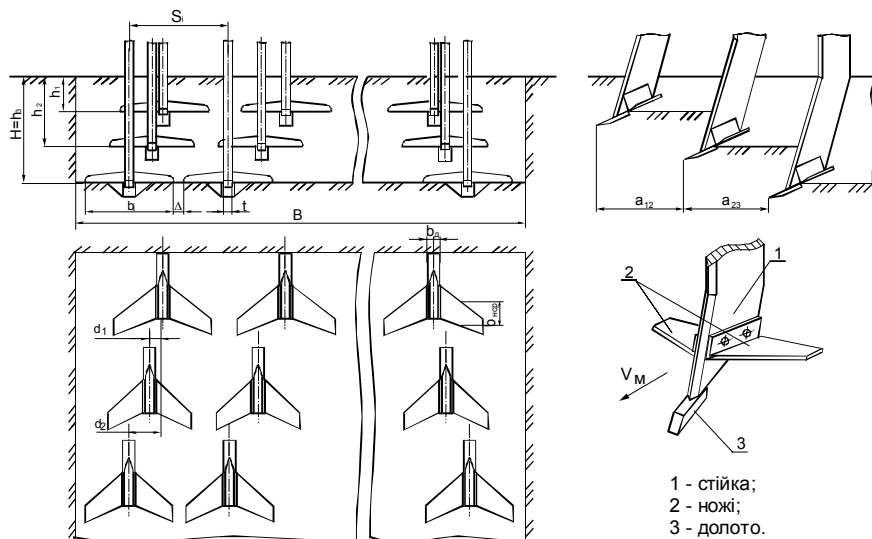


Рисунок 1 – Схема розпушувача

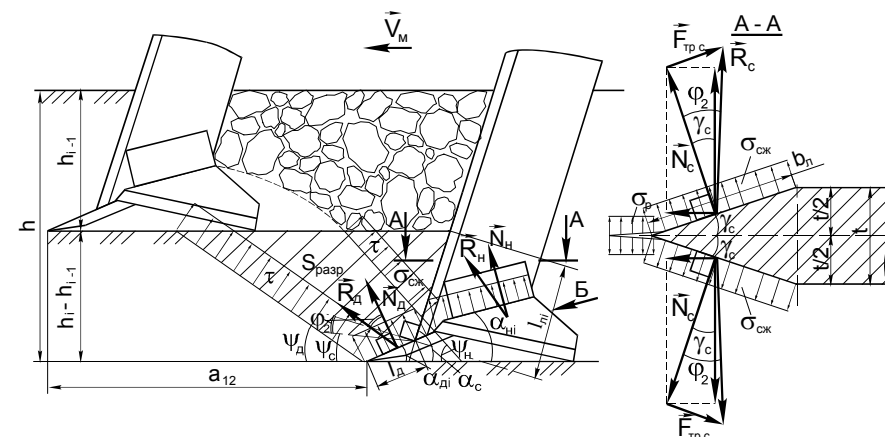
Кількість ярусів робочих органів приймаємо m (звичайно $m = 1 \dots 3$). Кількість робочих органів в i -ярусі

$$n_i = \frac{B}{b_i \cdot k_{pi}}.$$

Розглянемо метод на прикладі стійки робочого органу.

У фронтальній площині стійка чинить на масив ґрунту наступні дії: стиснення масиву ґрунту; стиск ґрунту, розпушеного попередніми робочими органами; розрізання ґрунту лезом стійки; тертя ґрунту об стійку; тертя ґрунту об ґрунт.

Стійки робочих органів i -ярусу контактують як з масивом ґрунту на глибині $h_i - h_{i-1}$, так і з розпушеним ґрунтом на глибині h_{i-1} ($h_0=0$) (рис. 2).



N_c, N_d, N_n – сили, еквівалентні напруженням стиснення; R_c, R_n, R_n – результуючі сили

Рисунок 2 – Схема навантажень на робочий орган

Сили, еквівалентні напругам, вказують на напрям дії цих напруг. Нормальні сили N еквівалентні напруженням стиснення σ , результуючі сили R відхиляються від нормальних сил на кут тертя φ_2 ґрунту о сталь, $R = N + F_{тр} \cdot \sin \varphi_2$, де $F_{тр}$ з - сила тертя ґрунту о сталь. Зсув ґрунту відбувається в напрямку результуючої сили R з подоланням дотичного напруження τ .

Площа контакту лобової поверхні стійок з масивом ґрунту залежить від схеми розстановки робочих органів. При $d_1 = d_2 = 0$, тобто робочі органи ярусів розміщені послідовно,

$$S_{ct1}^{\Phi} = t \cdot \sin \gamma_c \cdot \sum_{i=1}^m n_i \cdot (h_i - h_{i-1} - l_d \cdot \sin \alpha_{di}),$$

где t – товщина стійки, м;

γ_c – кут різання леза стійки, град;

l_d – довжина робочої частини долота, м;

α_{di} – кут різання долота, м.

Площа контакту лобової поверхні стійок з розпушеним ґрунтом

$$S_{ct2}^{\Phi} = t \cdot \sin \gamma_c \cdot \sum_{i=1}^m h_{i-1} \cdot n_i.$$

По цим площинам відбувається стиснення ґрунту з напруженнями стиску $\sigma_{сж1}$ та $\sigma_{сж2}$, Па відповідно. У разі установки робочих органів ярусів зі зміщенням ($d1 \neq 0, d2 \neq 0$) замість $h_i - h_{i-1}$ слід брати h_i , $S_{ct2}^{\Phi} = 0$.

Сили тертя ґрунту об стійку пропорційні нормальним силам стискуван-ня, $H, F_{тр} = N \cdot \tan \varphi_2$, де φ_2 – кут тертя ґрунту о сталь, град. Тоді сила впливу стійок на ґрунт з урахуванням тертя в загальному вигляді запишеться

$$I_{\text{ст1}}^{\Phi} = S_{\text{ст}}^{\Phi} \cdot \sigma_{\text{сж}i} \cdot (1 + \operatorname{tg} \varphi_{2i}) .$$

Сили тиску стійок на масив ґрунту у фронтальній площині з урахуванням тертя, Н

$$I_{\text{ст1}}^{\Phi} = t \cdot \sin \gamma_c \sum_{i=1}^m n_i \cdot \sigma_{\text{сж}1i} (h_i - h_{i-1} - l_{\text{д}} \cdot \sin \alpha_{\text{д}i}) \cdot (1 + \operatorname{tg} \varphi_{2i}) .$$

Сили тиску стійок на розпушений ґрунт у фронтальній площині з урахуванням тертя,

Н

$$I_{\text{ст2}}^{\Phi} = t \cdot \sin \gamma_c \cdot \sigma_{\text{сж}2i} \cdot \sum_{i=1}^m n_i \cdot h_{i-1} \cdot (1 + \operatorname{tg} \varphi_{2i}) .$$

Сили впливу стійок на ґрунт у фронтальній площині, Н:

$$I_{\text{ст}}^{\Phi} = I_{\text{ст1}}^{\Phi} + I_{\text{ст2}}^{\Phi} .$$

Аналогічні розрахунки виконуються в інших площинах для стійок та інших елементів робочих органів.

Подальша оптимізація параметрів розпушувача дозволяє установити їх значення, при яких інтенсивність взаємодії робочих органів з ґрунтом та їх зношування мають мінімальні значення.

Список літератури

1. Бахтин П.У. Физико-механические и технологические свойства почв. - М.: Знание, 1971. - 69 с.
2. Короткевич П.С. Сопротивление почв резанию в зависимости от скорости движения и геометрии режущих рабочих органов: дис. канд. техн. наук. Киев, 1966. - 162 с.

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПАРИ ТЕРТЯ “ГАЛЬМІВНА КОЛОДКА – КОЛЕСО”

О.В. Просвірова, асп.,

Є.С. Шестаков, ст. гр. РТ–201,

К.О. Кравченко, доц., канд. техн. наук

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Дала, м. Луганськ

При гальмуванні, внаслідок сил тертя, місце контакту колеса з гальмівними колодками нагрівається. Збільшення температури в контакті призводить до зміни фізико-механічних властивостей фрикційної пари «гальмівна колодка – колесо». При цьому відбувається деформація металу або його швидкий знос. Внаслідок малої площі фактичного

контакту, недостатнього тепловідведення із зони тертя і температурних спалахів відбувається виникнення на поверхні тертя гальмівних колодок підвищених середніх температур, ніж на колесі, при яких додатково знижується міцність матеріалу колодки, і метал піддається інтенсивним пластичним деформаціям. У таких умовах тертя відбувається швидкий тепловий знос поверхонь колеса і гальмівної колодки [1]. Підвищений знос зменшує надійність та безпеку експлуатації вузла тертя, що значно впливає на безпеку руху залізничного транспорту та знижує можливість підвищення швидкості його експлуатації.

Крім того при взаємодії колеса з гальмівною колодкою утворюються продукти зносу - чавунні мікрочастки, які є відносно великими, та підвищують інтенсивність зносу трибопари, а їх переміщення в зоні тертя в процесі руху знижує коефіцієнт тертя гальмової колодки об поверхню катання колеса. Це впливає на зменшення ефективності механічного гальмування і збільшення гальмівного шляху, що знижує безпеку руху.

Охолодження та усунення твердих мікрочасток в контакті, підвищення надійності та ресурсозбереження при використанні гальмової системи пропонується введенням в її конструкцію нових елементів, які забезпечують акумулювання стисненого повітря, охолодження та очищення ним контакту.

Стиснене повітря, яке стравлюється з гальмівних циліндрів та гальмівної магістралі пропонується акумулювати в спеціально встановлених сильфонах і при наступному гальмуванні подавати його в контакт гальмівна колодка – колесо. При цьому для більш ефективного охолодження пропонується конструкцію гальмівної колодки 1 (рис. 1) забезпечити отворами 3 для проходження повітря безпосередньо в зону тертя. Віднесення продуктів зносу виконується по виконаним канавкам 2.

При гальмуванні температура гальмівної колодки 1 змінюється від T_1 до T_2 в залежності від часу t (рис. 2). Результати експериментів показали, що при відсутності охолодження контакту залежність температури T від часу t має лінійний зростаючий характер. При подачі в отвори 3 гальмівної колодки 1 стисненого повітря змінюється крива залежності температури T гальмівної колодки 1 від часу t натиснення гальмівних колодок 1 (рис. 2). Збільшення діаметрів d отворів 3 до деякої величини призводить до зменшення температури T в контакті. Доцільно отвори виконувати від 2 мм до 8 мм, подальше підвищення діаметру отворів 3 не впливатиме на температурні характеристики гальмівної колодки 1.

При подачі стисненого повітря між гальмівною колодкою та колесом виникає сила протитиску Q . Необхідно, щоб сила протитиску Q не погіршувала гальмівні характеристики рухомого складу. Для цього необхідно регулювати діаметри d та глибину h отворів 3 (рис. 3). Проведені дослідження (рис. 3) показують, що при глибині $h > 0,5$ мм отворів 3 не залежно від діаметру d величина Q набагато менша сили натиснення колодок та, відповідно, не впливає на гальмівні характеристики рухомого складу.

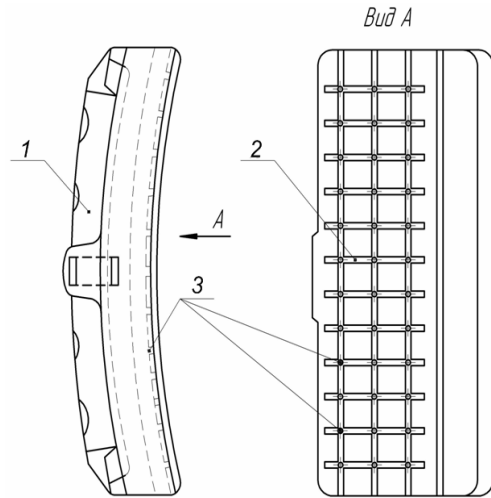


Рисунок 1 – Гальмівна колодка з отворами для охолодження

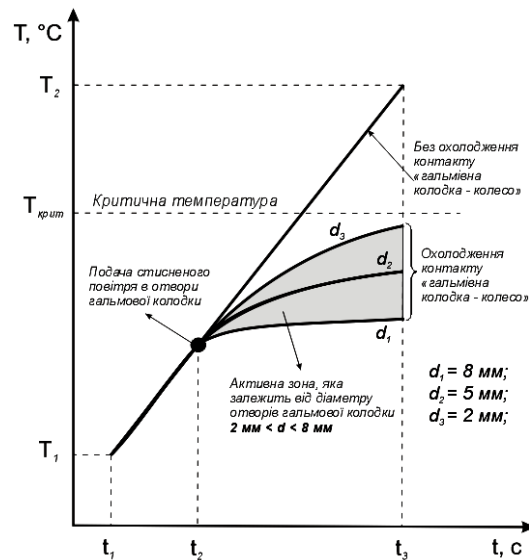


Рисунок 2 – Графік залежності температури гальмівної колодки від часу натиснення колодок

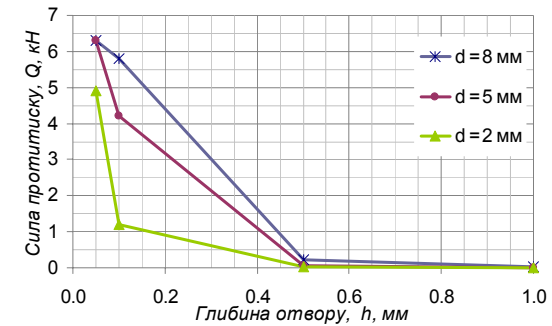


Рисунок 3 – Графік залежності сили протитиску Q від глибини h отворів гальмівної колодки

Вираз величини зносу Δh гальмівної колодки по товщині для випадку екстреного гальмування за час t_z до повної зупинки, визначається по формулі [1, 2]:

$$\Delta h = \frac{4}{3} \frac{a_k^2 B_z^2 \Delta h v_o^2 t_z}{A^2 (\chi F_k)^2 (\Delta \tau_{\max} - \Delta \tau_{\text{ср}})^3 \pi \lambda \gamma c}, \quad (1)$$

де a_k – коефіцієнт розподілу теплового потоку, показує яка частина тепла, що виникає при терті, поступила в колодку; B_z – гальмівна сила; Δh – середня руйнована висота виступів фактичного контакту; v_o – початкова швидкість гальмування; A – механічний еквівалент теплової роботи; χ – коефіцієнт фактичної площі контакту; F_k – геометрична площа контакту колодки і колеса; $\Delta \tau_{\max}$ – підвищення температури та значення, при якому відбувається руйнування виступів шорсткості (залежить від матеріалу колодки і є константою); $\Delta \tau_{\text{ср}}$ – середня температура підвищення робочої поверхні тертя колодки; γ – питома вага колеса, що нагрівається; c – питома теплоємність.

З формули (1) видно, наявність отворів 3 та каналів 2 сприяє ефективному видаленню третього тіла (чавунних мікрочасток зносу) із зони тертя, що дозволяє зменшити середню руйновану висоту виступів фактичного контакту Δh в процесі гальмування, тим самим зменшується інтенсивність зносу колодки і збільшується її коефіцієнт тертя, що підвищує ефективність гальмування.

Застосування запропонованого вдосконалення дозволяє підвищити надійність експлуатації пари тертя «гальмівна колодка – колесо», тим самим підвищити безпеку руху та можливість підвищення швидкості залізничних перевезень.

Список літератури

1. Казаринов В.М. Теоретические основы проектирования и эксплуатации автотормозов / В.М. Казаринов, В.Г. Иноземцев, В.Ф. Ясенцев – Москва: Транспорт, 1968 – 400 с.
2. Патент на полезную модель №95620, кл. В61Н7/02. Износоустойчивая тормозная колодка с повышенным коэффициентом трения для скоростного движения // О.В. Мельниченко, Е.В. Чупраков, С.А. Горбаток/ опубл. 10.07.2010.

ПРОГНОЗУВАННЯ ПОТРЕБИ В ЗАПАСНИХ ЧАСТИНАХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Є.А. Верітельник, асп.,

В.В. Вітюгін, ст. гр. НТ-481,

О.П. Кравченко, проф., д-р техн. наук

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Луганськ

Кількість в потребі запасних частин нерозривно пов'язана з кількістю відмов деталей на автомобілі, тому всі існуючі методи прогнозування потреби в запасних частинах, ґрунтуються на визначенні параметрів потоку відмов деталей.

Методи, побудовані на нормуванні застарілі та неефективні в умовах ринкової економіки. Прогнозування потреби визначенням параметрів потоку відмов для розрахунку потреб в запасних частинах, будується на знаходженні вірогідності появи відмов на певному пробігу. І це можливо у разі виявлення підпорядкування потоку відмов деталі або вузла якому-небудь з відомих законів розподілу (нормальний, логарифмічно-нормальний, Пуассона, Вейбулла, експоненціальний). Проблема полягає в тому, що не завжди є можливим виявити закон розподілу зважаючи на обмеженість вибірки. Проведені дослідження показали, що існуючі методи дозволяють розрахувати необхідну кількість запасних частин, кожен з методів має свої переваги, але є й недоліки. Деякі методи не враховують впливаючі фактори, інші застосовуються тільки для окремих систем автомобіля. Тому доцільна розробка універсального метода, який би дозволив врахувати переваги існуючих методів, виключав би недоліки, та був би легким в використанні на підприємствах.

Нині широко розвиваються обчислювальні технології, що об'єднуються назвою Computational Intelligence, які дозволяють отримувати безперервні або дискретні рішення в результаті навчання за доступними (не завжди повними) наявними даними [1]. Тісний взаємозв'язок трьох методів - побудова нейронних мереж, використання моделей нечітких кількостей і побудова генетичних алгоритмів дозволяє вирішувати дослідницькі завдання з великою зашумленістю і неповнотою даних. Безумовно, таким і є завдання побудови прогнозу потреби в запасних частинах автомобіля.

Проектування прогнозової системи нейро-нечіткого виводу, як і будь-якої нейронної мережі, складається з побудови системи і її навчання. Побудова складається з проектування бази знань, яка складається з бази даних, функції приналежності, що зберігає параметри, у вигляді системи нечіткого виводу і бази правил генерованих на основі бази даних. Один з важливих етапів - навчання мережі. Прийнятніший варіант навчання - поширення сигналів помилки від виходів НС до її входів, в напрямі, зворотному прямому поширенню сигналів в звичайному режимі роботи. Цей алгоритм навчання НС дістав назву процедури зворотного поширення. Розглянемо цей метод стосовно нейронних мереж [2]. Згідно з методом найменших квадратів, цільовою функцією помилки НС, що мінімізується, є величина:

$$E(w) = \frac{1}{2} \sum_{j,p} (y_{j,p}^{(N)} - d_{j,p})^2, \quad (1)$$

де $y_{j,p}^{(N)}$ - реальний вихідний стан нейрона;

$d_{j,p}$ - ідеальний (бажаний) вихідний стан цього нейрона.

Алгоритм навчання складається з визначення правил, що впливають на результат при цих значеннях входів мережі, визначення необхідного приросту укладення правил, налаштування висновків правил, визначення значення виходу мережі при налагоджених

параметрах, визначення залишкової помилки шляхом знаходження різниці між виходом мережі і необхідним значенням мережі, визначення приросту передумов правил і налаштування передумов правил.

Алгоритми побудови та функціонування мереж дозволяють використовувати їх для вирішення задач визначення необхідної кількості запасних частин автомобілів. Але для навчання мережі потрібен статистичний аналіз конкретних відмов автомобілів для побудови навчальної вибірки системи.

Для цього було зібрано дані з оцінки надійності 160 вантажних автомобілів Mercedes-Benz 1844 Actros LS з пробігом до 900 тис. км. Категорія експлуатації автомобілів - I - III, сумарний пробіг усіх автомобілів склав 113358 тис. км (в середньому на один автомобіль - 704087 км) [3].

За весь період експлуатації виявлені 3486 порушень працездатності, в середньому 21,8 відмови на один автомобіль. В результаті аналізу був визначений характер розподілу відмов по агрегатах і системах автомобілів (таблиця 1 і рис. 1, 2).

Таблиця 1 – Розподіл відмов автомобілів-тягачів Mercedes - Benz 1844 ACTROS LS.

Група агрегатів	Кількість відмов і несправностей
ДВЗ	353
Трансмісія	439
Рульове управління	215
Ходова частина	823
Електричне і електронне обладнання	958
Гальмівна система	29
Інше	669

Найбільше кількісне значення відмов (958) спостерігається в системі електричного і електронного устаткування, з якого більшість, - 178 доводиться на заміну ролика натягувача ремня генератора, 124 - на заміну підшипника генератора, 119 - на заміну ремня генератора. За весь час експлуатації автомобілів було замінено 58 генераторів - це фактично на кожному 3-му автомобілі. Також було зафіксовано 115 ремонтів тахографів, з них 10 - заміна тахографів у зборі (багато що з перерахованого було виконано в перший рік експлуатації).

Більшість несправностей ходової частини досліджуваних автомобілів (рис. 2) відносяться до заміни пневморесор - 321 (39% від загального числа відмов елементів ходової частини), на другому місці - 279 (34%) складає заміна втулок торсіона. Серед інших несправностей ходової частини відмічені втулки стабілізатора (11%), амортизатори задньої осі (2%).

Несправності трансмісії представлені замінами підшипника вичавного (41,5% від усіх відмов трансмісії) і диска зчеплення (24,1%). Вихід з ладу джойстика КПП складає 9,1% до загального числа несправностей трансмісії. Також за весь час експлуатації було виконано дві заміни редукторів заднього моста і одна коробка перемикання передач у зборі. Серед інших несправностей трансмісії - відмови пневмо-гідропідсилювача зчеплення - 10,5%. Такі несправності як корзина зчеплення і механізм перемикання передач складають не більше 4%.

Рульове управління займає п'яте місце в загальному рейтингу несправностей. На частку гідропідсилювача керма і його частин припадає 32% усіх несправностей рульового управління (були замінені шланги і сальники ГПР). Один раз замінений насос ГПР. До інших несправностей рульового управління відносяться заміни рульової тяги (14 од.) і рульового валу шліцьового (12 од.).

Несправності двигуна серед загального потоку відмов займають 10%. З них, 38,8% складають несправності інтеркулера - 137 дій, меншу долю - 32,6% із загального числа несправностей двигуна, займають розпилювачі форсунки - 115 дій. Проблеми з системою пуску, що привели до заміни стартера у зборі, виникали 9 разів, випадків прогорання прокладень голівки блоку циліндрів - 11 разів, виходів з ладу термостатів - 15 разів.

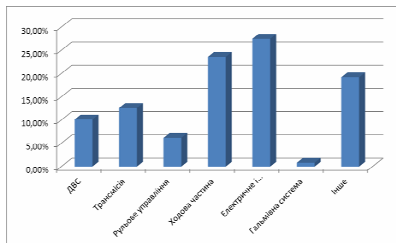


Рисунок 1 – Загальний розподіл відмов

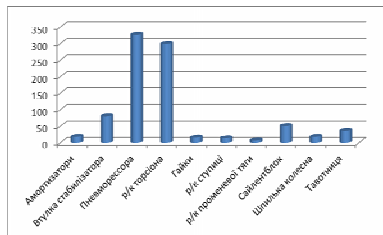


Рисунок 2 – Розподіл несправностей ходової частини

Однією з надійніших систем автомобіля виявилася гальмівна система, її доля в загальній кількості несправностей складає не більше 1%. 41,3% від загальної кількості несправностей гальмівної системи доводиться на модулятор гальм, стільки ж на енергоаккумулятор. Також було виконано дві заміни гальмівних шлангів і встановлено три ремонтні комплекти супортів гальм.

Несправності систем, віднесених в групу «Інше», складають 19% від загальної кількості відмов. Тут найбільшу частину займають відмови амортизаторів кабіни - 13,9% від загального числа. Загалом же несправності елементів підвіски кабіни - таких як подушка кабіни і водійського сидіння, торсіон і стабілізатор кабіни, і інші елементи підвіски кабіни складають 50,5% від усіх відмов цієї групи. Відмови системи опалювання кабіни водія і її елементів склали 179 разів (26,8%).

Для побудови нейро-нечіткої системи прогнозування потреби в запасних частинах, представимо систему у вигляді об'єкту з двома входами X_1 , X_2 , і одним виходом Y , де X_1 - пробіг автомобіля; X_2 - кількість відмов досліджуваної деталі (вузла), Y - прогнозована кількість відмов деталі.

Нехай $\mu^{d_j}(u)$ - функція приналежності змінної u до терма j . Були створені наступні нечіткі логічні рівняння на основі складених правил бази знань, що встановлюють зв'язок між функціями приналежності змінних:

$$\mu^{p_1}(y) = \mu^{L_1}(x_1) \cdot \mu^{S_{12}}(x_2) \vee \mu^{L_1}(x_1) \cdot \mu^{S_{13}}(x_2); \quad (2)$$

$$\mu^{p_2}(y) = \mu^{L_1}(x_1) \cdot \mu^{S_{12}}(x_2) \vee \mu^{L_2}(x_1) \cdot \mu^{S_{12}}(x_2) \vee \mu^{L_2}(x_1) \cdot \mu^{S_{13}}(x_2) \vee \mu^{L_3}(x_1) \cdot \mu^{S_{12}}(x_2); \quad (3)$$

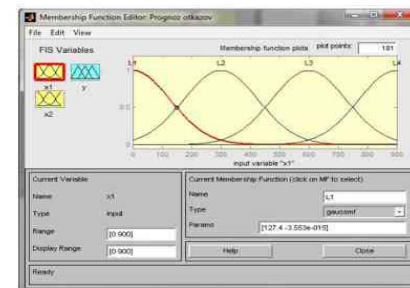
$$\mu^{p_3}(y) = \mu^{L_1}(x_1) \cdot \mu^{S_{12}}(x_2) \vee \mu^{L_1}(x_1) \cdot \mu^{S_{13}}(x_2) \vee \mu^{L_2}(x_1) \cdot \mu^{S_{12}}(x_2) \vee \mu^{L_2}(x_1) \cdot \mu^{S_{13}}(x_2) \vee \mu^{L_3}(x_1) \cdot \mu^{S_{12}}(x_2); \quad (4)$$

$$\mu^{p_4}(y) = \mu^{L_3}(x_1) \cdot \mu^{S_{12}}(x_2) \vee \mu^{L_3}(x_1) \cdot \mu^{S_{13}}(x_2) \vee \mu^{L_4}(x_1) \cdot \mu^{S_{12}}(x_2). \quad (5)$$

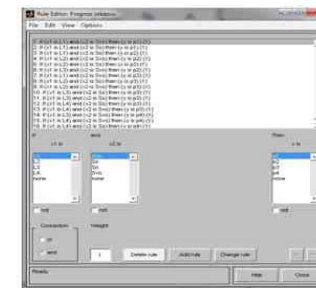
Тут точками позначена операція $\cap$ ($\min$), а знаком $\vee$ - операція АБО ($\max$). Тоді лінгвістичний опис формули (2) виглядатиме так:

Якщо пробіг автомобіля до 100 тис.км і статистика відмов - дуже рідко АБО ЯКЩО пробіг автомобіля до 100 тис.км і статистика відмов - рідко, ТО прогноз відмов - дуже мало.

У програмному середовищі Fuzzy Logic Toolbox задані функції приналежності змінної X і її термів (рис. 3, а). Методика включала створення бази знань у вигляді формування правил (рис. 3, б) [4].



а

а – визначення змінної X_1 , б – створення бази знань

б

Рисунок 3 – Створення нечіткої моделі в програмному середовищі

Суть налаштування моделі полягає в підборі таких параметрів функцій приналежності і вагів нечітких правил, які забезпечують мінімум розбіжності між модельними і експериментальними даними.

Розглянутий метод нечіткого багатокритерійного аналізу, побудований на основі нейронних мереж, заснований на нечіткому логічному висновку, який використовує базу лінгвістичних правил, дозволяє проводити прогнозування відмов елементів автомобіля.

Список літератури

1. Круглов В.В., Дли М.И., Голунов Р.Ю. Нечеткая логика и нейронные сети: Пер. с польск. И.Д. Рудинского – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 224 с.
2. Рутковская Д., Пилинский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер. с польск. И.Д. Рудинского – М.: Горячая Линия-Телеком, 2006. - 452 с.
3. Кравченко А.П., Верительник Е.А. Статистический анализ надежности автомобилей-тягачей MERCEDES-BENZ 1844 ACTROS LS / Материалы VII международной научно-технической конференции «Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств». – Пенза: ПГУАС, 2012. - С. 188 – 192.
4. Кравченко А.П., Верительник Е.А. Оптимізація моделі по прогнозуванню потреби в запасних частинах / Логістика промислових регіонів: збірник наукових праць за матеріалами V Міжнародної науково-технічної конференції, 3 – 4 квітня 2013 року. - Донецьк: ЛАНДОН-XXI, 2013. - С. 163 – 165.

ПОЛІПШЕННЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ВІДМОВ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБІЛІВ УРАХУВАННЯМ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ЧИННИКІВ

Є.А. Верітельник, асп.,

Я.О. Михайлова, ст. гр. НТ-481,

О.П. Кравченко, проф., д-р техн. наук

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Луганськ

Для визначенні надійності вантажних автомобілів і підвищення точності прогнозування кількості відмов деталей, важливу роль грають такі чинники як пробіг, середня швидкість руху та середня витрата палива. Але, для урахування усіх особливостей експлуатації вантажних автомобілів, при побудові прогнозової моделі, окрім пробігу, необхідно ввести додаткові вхідні змінні.

Проектування адаптивної моделі нейро- нечіткого виводу, складається з двох етапів: побудови і навчання. Побудова - це проектування бази знань, яка складається з бази даних, функції приналежності, що зберігає параметри, у вигляді системи нечіткого виводу і бази правил, генерованих на основі бази даних. Проектована система матиме три входи: пробіг (X_1), середня швидкість (X_2) і середня витрата палива (X_3). Виходом мережі буде прогнозована кількість відмов досліджуваної деталі (Y). База правил міститиме в собі зв'язки з чотирьох даних (пробіг, швидкість, витрата палива, відмова).

Використання нечітких логічних рівнянь передбачає наявність функцій приналежності нечітких термів, які входять у базу знань. За визначенням функція приналежності $\mu_T(u)$ характеризує суб'єктивну міру (u у діапазоні $[0;1]$) упевненості експерта в тому, що чітке значення u відповідає нечіткому терму T .

Всі параметри стану системи X_1, X_2, X_3 , і управлінську дію Y вважатимемо лінгвістичними змінними, які оцінюються за допомогою словесних термів (таблиця 1).

Таблиця 1 – Параметри змінних.

Змінна	Терм-множини	Значення	Позначення
Пробіг автомобіля, X_1	До 100 тис. км	$[0;100000]$	L_1
	До 300 тис. км	$[200000; 300000]$	L_2
	До 500 тис. км	$[400000; 500000]$	L_3
	До 900 тис. км	$[500000; 900000]$	L_4
Середня швидкість, X_2	мала	$[0;50]$	V_1
	середня	$[30;70]$	V_2
	велика	$[50;110]$	V_3
	норма	$[1;1,2]$	Kq_1
Коефіцієнт середньої витрати пального, X_3	прийнятний	$[1;1,35]$	Kq_2
	завищений	$[1,3;1,4]$	Kq_3
	великий	$[1,4;2]$	Kq_4
	норма	$[1;1,2]$	Kq_1
Прогноз відмов Y	Дуже мало	$[0;15]$	p_1
	Мало	$[15;30]$	p_2
	Середньо	$[30;60]$	p_3
	Багато	$[60;100]$	p_4

Таким чином, алгоритм рішення розробленої системи можна представити у вигляді блок-схеми (рисунок 1).

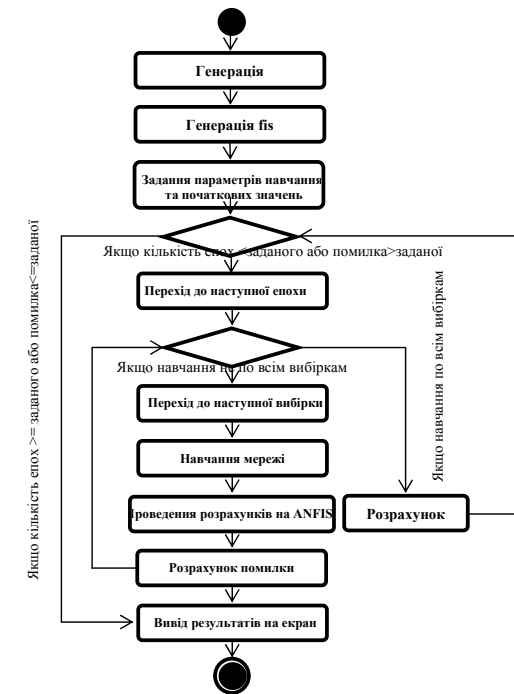


Рисунок 1 – Алгоритм функціонування мережі

Для набуття кількісного значення Y необхідно виконати операцію дефазифікації, тобто переходу від нечіткого терма до чіткого числа. Чітке значення прогнозу відмов визначається за формулою:

$$y = \frac{y_1 \mu^{P_1}(y) + y_2 \mu^{P_2}(y) + y_3 \mu^{P_3}(y) + y_4 \mu^{P_4}(y)}{\mu^{P_1}(y) + \mu^{P_2}(y) + \mu^{P_3}(y) + \mu^{P_4}(y)}. \quad (2)$$

Модель прогнозування відмов - деталей ходової частини автомобілів-тягачів MERCEDES - BENZ ACTROS 1844 LS - була реалізована в програмному середовищі MathLab 7.12, використані два інструментальні засоби цієї системи: пакети Neural Networks Toolbox (нейронні мережі) і Fuzzy Logic Toolbox (пакет нечіткої логіки) [2].

Нечітка модель гібридної мережі містила в собі три вхідні змінні - X_1 (пробіг), X_2 (середня швидкість), X_3 (коефіцієнт зміни витрати пального) і одну вихідну змінну - Y (кількість відмов на наступний пробіг).

В результаті виконаної роботи була отримана гібридна мережа, яка дозволила поліпшити прогноз кількості відмов елементів ходової частини на заданому пробігу з урахуванням таких експлуатаційних факторів, як пробіг, середня швидкість та витрати пального.

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕВОЗКИ

Т.И. Глушенкова, ст. гр. НТ – 401, Е.П. Медведев, асп.,

И.А. Стрельникова, доц., канд. экон. наук

Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля, г. Луганск

Темпы развития и расширения сферы информации в настоящее время весьма высоки. Характерной чертой большинства процессов, в том числе и транспортных, является постоянное расширение и создание новых информационных связей, которые совершенствуются и приобретают новые функции благодаря применению современной техники и технологии. Качество функционирования системы зависит от эффективности управления технологическими, организационными и другими процессами. Поэтому, наиболее важным становится обеспечение непрерывности управляемых процессов в узловых точках, где осуществляется прохождение грузов между сетями различных транспортных агентов. Это касается, например, перевалочных пунктов (портов, железнодорожных станций, аэровокзалов и т.д.), а также организации бесперебойных смешанных перевозок (железнодорожный/речной транспорт, железнодорожный/автомобильный транспорт и др.).

Традиционно эффективность информационного обеспечения процессов в логистических системах связывалась с применением информационно-поисковых систем (ИПС). Однако практика эксплуатации таких систем показала их недостаточную эффективность. Это обусловлено тем, что функции ИПС ограничены, как следует из их названия, поиском информации, тогда как суть деятельности в рыночных условиях составляет выбор и принятие решений с учетом интересов всех участников доставки. Действительно, ИПС не информирует потребителя о предмете запроса, а лишь о наличии (или отсутствии) документов, имеющих отношение к его запросу, и о том, где эти документы можно найти.

Современные информационные технологии, такие, например, как системы поддержки принятия решений, экспертные системы и другие, обеспечивают возможность для эффективного анализа технико-экономических проектов, моделирования процессов, подготовки и представления результатов для последующего принятия решений. Применение современных информационных технологий позволяет повысить эффективность доставки грузов за счет возможности быстрого доступа к информации о субъектах (покупатель, перевозчик, терминал) и объектах (товары, услуги) доставки.

Одной из задач информационной системы Gop-rand является сбор информации о наличии груза. Перевозчик дает заявку о свободных провозных возможностях и направлении перевозки. Информация о грузах поступает в систему непрерывно и заносится в базу данных. Система позволяет группировать грузы по отправителям, получателям, количеству мест и выдает информацию об отправлении, наименовании грузополучателя, номере автомобиля, заказчике, коде департамента и сумме отправлений по департаментам.

Система Videotrans предназначена для информационного обслуживания предприятий транспорта, которые могут получать справки и вводить информацию о наличии в их распоряжении транспортных средств или товара для доставки.

Система CTC предоставляет для экспедиторов информацию о наличии грузов, типах подвижного состава, маршрутах наиболее рационального движения, адреса транспортных фирм, имеющих в наличии свободный подвижной состав, и т.п. Для перевозчиков система предоставляет следующую информацию: возможность загрузки грузом, адрес отправителя, место и время загрузки, время прибытия с грузом, адрес получателя и т.п.

Система BRS функционирует аналогично системе CTC. Грузоотправитель контактирует не с перевозчиком, а с информационной системой. Фирма гарантирует оплату перевозчикам выполненной перевозки, если заказчик не произвел своевременно оплату, что повышает привлекательность обслуживания, расширяя тем самым охват рынка потребителей. Система Espace Cat сообщает пользователю параметры перевозимых грузов и схемы их размещения в кузове транспортного средства, представляя эти данные в виде трехмерных графиков. Система вычисляет параметры оптимальной упаковки. Обладая модульной структурой, она достаточно легко приспосабливается к требованиям пользователей.

Создание интегрированных систем для поддержки принятия решений при управлении распределением товаров является актуальным в современных условиях. Такие интегрированные системы включают базы и банки данных, банки моделей, систему информационной поддержки и позволяют проводить экспертные и аналитические оценки при принятии решений.

Система ISCIS является интегрированной информационной системой, обслуживающей логистические каналы. Время доставки сообщений в любую точку земного шара ограничивается только продолжительностью процесса переформатирования данных, временем ожидания начала обслуживания, а обработка сообщений производится в режиме реального времени, что существенно важно для поставщиков и потребителей, работающих по системе Kanban, "точно в срок" и др.

Система GPS - автоматизированная глобальная спутниковая система, предназначенная для определения широты и долготы местонахождения транспортного средства (судна, самолета, грузового автомобиля и т.п.). Система связана с искусственными спутниками Земли. Каждый спутник непрерывно передает в эфир сигналы времени и координаты своего местонахождения. Транспортное средство должно быть оснащено специальным приемным устройством, которое принимает сигналы с трех спутников одновременно, обрабатывает их и выводит координаты точки местонахождения на дисплей (погрешность результатов составляет не более 3-15 м).

Информация совершенно необходима для правильной обработки товаров и контроля эффективности деятельности. Чтобы информацию можно было использовать для получения каких-либо выводов, она должна быть получена на основе произведенного анализа и представлена в удобном для понимания виде. Такая информация находится в отчетах, поступающих из информационной системы управления компанией, в той форме, которая была ранее разработана ее руководством. Таким образом, основываясь на отчетах, можно сделать определенные выводы, а затем и принять правильные решения.

Информационные системы получили широкое распространение в системе перевозок. Чем сложнее становится хозяйственная деятельность, тем возрастает роль каналов сбыта и яснее становится необходимость совершенствования методов перевозки и обработки товаров. Информирование всех участников логистического процесса точно и в срок, является наиважнейшей задачей информационных систем.

Список литературы

1. Николаев А.Б. Автоматизированные системы обработки информации и управления на транспорте. –М.: «Академия», 2003. С.105
2. Николашин В.М. Логистические транспортно-грузовые системы. – М.: «Академия», 2003. С.89
3. Постолит А.В., Власов В.М., Ефименко Д.Б. Информационное обеспечение автотранспортных систем. Уч. Пос. МАДИ(ГТУ). Под ред. В.М. Власова – М.: 2004. С. 68

РОБОТА СИСТЕМИ СУПУТНИКОВОЇ НАВІГАЦІЇ ТА МОНІТОРИНГУ ТРАНСПОРТУ GPS І ГЛОНАСС

А.І. Сидорук, ст. гр. НТ-481,

Б.З. Рябенко, доц., канд. техн. наук

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Супутниковий моніторинг транспорту – система моніторингу рухомих об'єктів, побудована на основі систем супутникової навігації, обладнання та технологій стільникового та/або радіозв'язку, обчислювальної техніки та цифрових карт.

На транспортному засобі встановлюється мобільний модуль, що складається з наступних частин: приймач супутникових сигналів, модуль зберігання та передачі координатних даних. Програмне забезпечення мобільного модуля отримує координатні дані від приймача сигналів, записує їх у модуль зберігання і передає за допомогою модуля передачі. Модуль передачі дозволяє передавати дані, використовуючи бездротові мережі операторів мобільного зв'язку різних протоколів. Отримані дані аналізуються і видаються диспетчеру в текстовому вигляді або з використанням картографічної інформації. Мобільний модуль може бути побудований на основі приймачів супутникового сигналу, що працюють в стандартах NAVSTAR GPS або ГЛОНАСС. Роботу системи супутникового моніторингу транспорту на прикладі бази апаратно-програмного комплексу АвтоГРАФ-GSM (Рис. 1.):

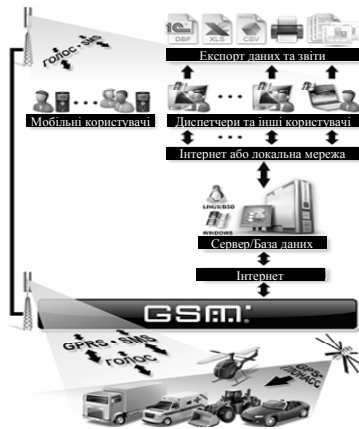


Рисунок 1 – Схема роботи системи супутникового моніторингу і контролю

1. Контролери АвтоГРАФ-GSM, встановлені на ТЗ, постійно отримують кодові сигнали з супутників системи GPS (NAVSTAR), на підставі яких обчислюються координати точного місцеположення ТЗ в просторі.

2. Із заданою періодичністю, або адоптивно, координати записуються в незалежну пам'ять контролера АвтоГРАФ-GSM. Крім того, в пам'ять записується стан різних датчиків, підключених до контролера і інші параметри, передбачені програмою.

3. Далі, із заданою періодичністю, або при запрограмованій події, накопичені дані передаються за допомогою послуги GPRS мережі мобільного зв'язку GSM через мережу Інтернет на спеціальний сервер АвтоГРАФ-GSM.

4. Сервер знаходиться під управлінням ОС MS Windows Server або Linux/FreeBSD, постійно підключений до мережі Інтернет по виділеному каналу з постійною IP-адресою, що володіє надійним пристроєм зберігання даних. У завдання сервера входить прийом даних з контролерів АвтоГРАФ-GSM, їх зберігання і передача за запитом на диспетчерські місця. Розмежування доступу до інформації на сервері проводиться за допомогою ключових файлів.

5. Диспетчерські робочі місця являють собою персональні комп'ютери або ноутбуки зі встановленою програмою АвтоГРАФ (і ключовими файлами на ТЗ), що мають доступ до мережі Інтернет або підключені до сервера по локальній мережі. За наявності мережі Інтернет за допомогою диспетчерської програми можна отримати дані з будь-якої точки земної кулі. Простота розгортання диспетчерського ПЗ і відсутність необхідності установки підтримки баз даних від сторонніх виробників дозволяє миттєво створювати нові диспетчерські місця на базі ПЕОМ з ОС MS Windows 2000/XP/Vista. Кількість диспетчерських місць не обмежується.

6. По запиту користувача або із заданою періодичністю, диспетчерське робоче місце з'єднується з сервером і отримує ті дані, яких не достатньо на даний момент по ТЗ. Отримані дані зберігаються в локальній мережі диспетчерського робочого місця, що дозволяє проводити їх обробку навіть за відсутності підключення до сервера. Крім того, для мінімізації Інтернет-трафіку, можлива така побудова диспетчерської мережі, що дані, яких не вистачає, через Інтернет отримує тільки одне робоче місце, а інші користувачі, через локальну мережу, використовують вже закачані дані з дата-папки цього робочого місця.

7. Користувачі, на підставі отриманих даних, можуть бачити місцеположення ТЗ на карті, проглядати різні параметри і події, а також показники різних датчиків. Крім того, передбачена генерація різних видів звітів і графіків, як по кожному ТЗ, так і по їх групах в цілому. Для взаємодії з різними зовнішніми програмами і обробниками (в т.ч. і 1С) передбачено вивантаження даних трека і звітності у файли формату MS Excel, DBF і CSV.

8. Диспетчерські робочі місця, крім того, можуть за допомогою підключених ПК GSM-терміналів або GSM-телефонів змінювати ряд параметрів контролерів АвтоГРАФ-GSM за допомогою управляючих SMS-команд, що дозволяє опитувати і гнучко конфігурувати систему без необхідності зняття контролерів з ТЗ.

9. Управляючі SMS-команди, а також запрограмовані події дозволяють отримувати координати ТЗ і різні повідомлення на звичайний мобільний телефон стандарту GSM через SMS-повідомлення. Крім того, через SMS-команди можлива конфігурація контролерів АвтоГРАФ-GSM з стільникового телефону або комунікатору.

10. Голосовий зв'язок, вбудований в контролери АвтоГРАФ-GSM дозволяє зв'язуватися з водієм за допомогою дзвінка на номер телефону, записаний в SIM-карті, встановленій в контролері. Для зворотного зв'язку водія з диспетчером передбачено програмування в контролер 2-х телефонних номерів, дзвінок на яких проводиться при півтора секундному натисненні на кнопку гарнітури або кнопку на пристрої гучного зв'язку. При цьому дзвінок на другий номер проводиться при неможливості встановити з'єднання з першим телефонним номером.

Список літератури

1. Конин В.В. Спутниковые системы и технологии. Киев: Изд-во при Нац-ном авиац. ун-те, 2008. – 245 с.

ВДОСКОНАЛЕНА СИСТЕМИ СУПУТНИКОВОГО СТЕЖЕННЯ ЗА ТРАНСПОРТОМ

О.О. Тимошенко, ст. гр. НТ-481,

Б.З. Рябенко, доц., канд. техн. наук

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

В основі вдосконаленої транспортно-інформаційної системи полягають типові технічні рішення системи "Teletrack" у області супутникового моніторингу автомобільного транспорту виробництва ЗАТ «РКС».

Компанія РКС з 1994 займається розробкою і виробництвом в області радіотелефонії та телекомунікаційного обладнання. Компанія має власне конструкторське бюро і сучасну виробничу базу.

Основними напрямками розробок є радіотелефонія, системи бездротової передачі даних, супутникові навігаційні системи для транспорту, абонентське обладнання стандартів GSM і CDMA. Ряд виробів сертифікований в Росії та Україні. Продукція компанії користується постійним попитом у споживачів як на внутрішньому так і на зовнішньому ринках.

Компанія РКС є постійним учасником великих міжнародних спеціалізованих виставок, таких як "Связь-Експокомм" (м. Москва) "Інформатика і зв'язок" (м. Київ) та інших. Основними ринками збуту є Україна, Росія, Казахстан. Продукція представлена також на ринках США, Європи та Близького Сходу. З використанням обладнання, яке вироблено в 2004-2005 рр., реалізовані державні програми телефонізації сіл і забезпечення доступу до мережі Інтернет в сільських школах в республіці Казахстан.

Інтелектуальний потенціал компанії, сучасне обладнання, власна виробнича база дозволяють здійснювати весь цикл від розробки і виготовлення експериментальних зразків до випуску серійних партій виробів з урахуванням індивідуальних вимог замовника. Програмне забезпечення, що розробляється компанією, дозволяє запропонувати комплексне вирішення поставленого завдання, максимально ефективно і націлене на отримання кінцевого результату.

Супутникова система стеження дозволяє підвищити ефективність управління парком транспортних засобів, понизити витрату паливно-мастильних матеріалів і інші експлуатаційні витрати, підвищити безпеку перевезень і виключити нецільове використання транспорту.

За допомогою системи GPS контролю транспорту можна повністю контролювати роботу автопарку і раціональніше, спираючись на об'єктивну інформацію, організувати роботу персоналу. Система може вести контроль транспорту у будь-якій країні, для якої є електронні карти.

Спочатку GPS система Teletrack розроблялася для організацій, що спеціалізуються на вантажоперевезеннях. Потім компанія РКС розробила апаратно-програмний комплекс AGRO, орієнтований на користувачів галузі сільського господарства. GPS моніторинг транспорту застосовують в роботі диспетчерських служб, бухгалтерія, а також підрозділи, обов'язки яких включають внутрішній аудит. Технологія дозволяє відстежувати рух транспорту, що доставляє вантажі, в режимі online.

Список літератури

1. Конин В.В. Спутниковые системы и технологии. Киев: Изд-во при Нац-ном авиац. ун-те, 2008. – 245 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ АВТОПОТЯГІВ MERCEDES-BENZ НА ГАРАНТІЙНОМУ ТА ПІСЛЯГАРАНТІЙНОМУ ПЕРІОДАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Є.А. Верітельник, асп.,

В.С. Тенішев, ст. гр. НТ-491,

О.П. Кравченко, проф., д-р техн. наук

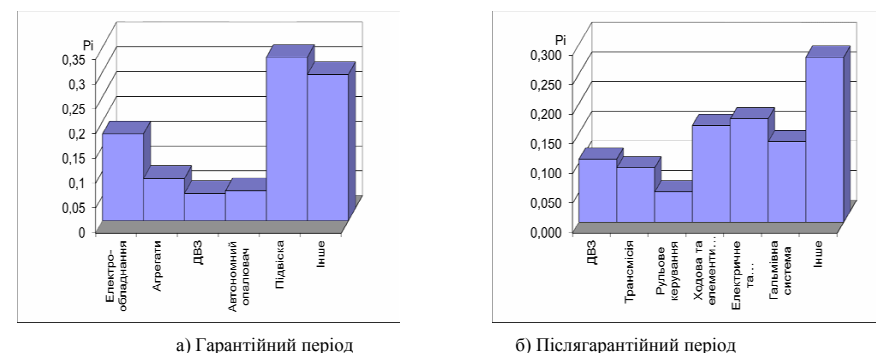
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Луганськ

Якість роботи автомобільного транспорту визначає технічний стан рухомого складу, а це великою мірою залежить від надійності агрегатів і вузлів. При дослідженні надійності різних вузлів і систем автомобіля математичним описом тривалості їх безвідмовної роботи широко використовуються статистичний аналіз у вигляді розподілу вірогідності [1]. Відмови можуть виникати з самих різних причин, не рідкість виникнення у одного і того ж вузла декількох типів різних відмов. Причиною відмов може бути дія зовнішнього навантаження, корозія, втомні зміни. Ранні відмови виникають, як правило, внаслідок недоліків і помилок проектування, використання поганих матеріалів, а також порушення правил експлуатації [2].

Основні завдання дослідження експлуатаційної надійності автопотягів: виявити основні стани автопотягів в процесі гарантійного і післягарантійного періодів експлуатації і встановити причини їх простоїв; визначити в експлуатаційних умовах найменш надійні агрегати, вузли і деталі автопотягів.

Впродовж гарантійного періоду експлуатації основними несправностями були: низька якість функціонування підвіски, підвищені димність і витрата палива, передчасний знос наконечників рульових тяг, порушення герметичності паливних баків і сальників провідної шестерні головної передачі, знос деталей підвіски кабіни, низька надійність автономного опалювача та ін. (рис. 1, а).

У післягарантійний період були виконані заміни генераторів і роликів натягувача, виникали поломки пневморесор підвіски, гідропідсилювача рульового управління, виникав передчасний знос наконечників подовжньої тяги, також виникали проблеми з автономним опалювачем салону (рис. 1, б).



а) Гарантійний період

б) Післягарантійний період

Рисунок 1 – Розподіл несправностей і відмов механізмів і систем

На перших 10-ти тис. км пробігу двадцяти п'яти автомобілям був виконаний гарантійний ремонт (заміна коробки передач, паливного бака, турбокомпресора, сальника

провідної шестерні головної передачі, рульової тяги, блоку управління двигуном). Середнє напруження до першого порушення працездатності склало 31 тис. км.

Впродовж гарантійного пробігу розподіл несправностей і відмов по механізмах і системах автомобілів близькі до нормального, експоненціального і закону розподілу Вейбулла. В умовах післягарантійного пробігу картина дещо міняється, тільки елементи підвіски в обох випадках підпорядковані нормальному закону розподілу (таблиця 1).

Таблиця 1 – Статистична характеристика відмов і несправностей.

Елементи автомобіля	Гарантійний період		Післягарантійний період	
	σ	Закони розподілу	σ	Закони розподілу
Двигун	0,8	Експоненціальний	-	Відсутній
Агрегати	1,356	Вейбулла	-	Відсутній
Електроустаткування	2,786	Вейбулла	2,70	Нормальний
Підвіска	7,305	Нормальний	1,81	Нормальний
Гальмівна система	-	Відсутній	2,46	Нормальний
Інше	0,748	Вейбулла	2,28	Логнормальний

Класифікуючи порушення технічного стану автомобілів в гарантійний період за зовнішніми ознаками, слід зазначити, що велика їх частина відноситься до поломки, послаблення затягування кріплення, перетирання, передчасного зносу. Питома вага відмов зносу складає близько 20%, а послаблення затягування кріплення - більше 60%. Характерно, що число останніх з пробігом зменшується і в період післягарантійного пробігу вже не перевищує 15%. Дослідження законів розподілу відповідних напрацювань на відмову впродовж експлуатації показує, що мають місце симетричні, але у більшій кількості - асиметричні розподіли [3, 4]. Вивчення цих законів дозволяє глибше пізнати природу відмов і виробити стратегію їх попередження, моделювати і прогнозувати порушення технічного стану автомобілів.

Виявлені порушення технічного стану автомобілів в гарантійний і післягарантійний періоди за своїм видом, характером, причинами виникнення і часу усунення значно різняться між собою. Їх аналіз, вивчення їх фізичної суті і частоти повторюваності дозволить кваліфіковано впливати на експлуатаційну надійність автомобіля.

Список літератури

1. Высоцкий М.С. Обеспечение надежности автомобилей МАЗ в эксплуатации / М.С. Высоцкий, А.Е. Гальбурт, Л.Х. Гилелес, Е.С. Кузнецов; под ред. Е.С. Кузнецова. - : Транспорт, 1977. - 183 с.
2. Елизаветин М.А. Повышение надежности машин / М.А. Елизаветин. - 2-е изд. переработ. и доп. - М.: Машиностроение, 1973. - 430 с.
3. Бажинов О.В. Надійність автомобільних поїздів: монографія / О.В. Бажинов, О.П. Кравченко. - Луганск: Ноулідж, 2009. - 412 с.
4. Кравченко А.П., Верительник Е.А. Статистический анализ надежности автомобилей-тягачей MERCEDES-BENZ 1844 ACTROS LS / Материалы VII международной научно-технической конференции «Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств». - Пенза: ПГУАС, 2012. - С. 188 – 192.

ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ЛИСТОПРОТЯЖНОЇ СИСТЕМИ ПОЛІГРАФІЧНИХ МАШИН МЕТОДОМ ЕЛЕКТРОДУГОВОГО НАПИЛЕННЯ ЗНОСОСТІЙКИХ ПОКРИТТІВ

Ю.М. Мазур, ст., В.М. Гвоздецький, ас.
Національний університет "Львівська політехніка"

І.Я. Сірак, інж.
Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, м. Львів

Розроблено порошкові дроти для відновлення поверхонь зношування деталей, напиленням покриттів методом електродугової металізації. Порошкові дроти виготовляли із шихтових матеріалів на основі калібру бору з додаванням легувальних елементів. В процесі напилення електродугових покриттів із ПД між їх торцями виникає електрична дуга, яка оплавляє електродні матеріали. Стисненим повітрям розплав диспергується на краплини, які ним же транспортуються та із швидкістю 100-150 м/с вдаряються об підготовлену поверхню, деформуються, кристалізуються на поверхні, формуючи пошарово покриття. Таке покриття складається із закристалізованих та деформованих краплин – ламелей, міжламелярних оксидних плівок та крупних оксидів.

Ситовий аналіз вловлених краплин показав, що їх розмір під час процесу напилення суттєво залежить від тиску повітряного струменя. Із збільшенням розміру краплин вміст хрому в них зростає, а концентрація вуглецю, внаслідок його вигорання, мало залежить від розміру крапель в інтервалі 40...150 мкм. Менша концентрація хрому у краплинах розміром 8...25 мкм зумовлена його переходом в оксиди.

Шорсткість покриттів в найбільшій мірі залежить від тиску повітряного струменя. Із збільшенням тиску повітряного струменя шорсткість зменшується практично прямо пропорційно. Це дає можливість легко регулювати шорсткість в достатньо великих межах. В поліграфічній промисловості для деталей листовидної системи необхідна різна шорсткість поверхні. Так для картону вона повинна становити 90-100 мкм, в той же час для тонкого паперу шорсткість поверхні не повинна перевищувати 50-60 мкм.

На поверхні напиленого покриття формуються горбки із розпилюваних та закристалізованих краплин, які забезпечують ефективне зчеплення паперу та деталей листовидної системи.

Шорсткість шліфованої поверхні напиленого покриття із порошкового дроту є суттєво більшою ніж шорсткість шліфованої поверхні гартованої сталі. Це зумовлено наявністю пор у структурі покриття.

Для збільшення твердості електродугових покриттів до складу шихти ПД (60 % ФХБ + 40 % АІ) додавали карбід бору (В4С) в кількості 8 або 10%.

Випробування покриття на зносостійкість закріпленим абразивом показали, що, не дивлячись на суттєве підвищення твердості, його зносостійкість зросла лише на 20 %.

Для з'ясування впливу на абразивну зносостійкість покриття вмісту алюмінію у шихті ПД (50 % ФХБ + 8 % В4С + 42 % Сг), хром поступово замінювали на алюміній. Виявилося, що хоч твердість покриття зі збільшенням вмісту алюмінію в шихті ПД не змінюється, зате зносостійкість після заміни хрому на алюміній зростає.

Абразивну зносостійкість покриття з ПД системи Fe–Cr–B–Al порівняли із зносостійкістю загартованої сталі У8 (HRC 60) за аналогічних умов випробувань. З'ясувалося, що знос покриття за умов тертя закріпленим і незакріпленим абразивом відповідно на 38 і 43 % менший ніж загартованої сталі. При цьому за випробувань

закріпленням абразивом сліди зношування на поверхні тертя сталі системніші і одно рідніші, ніж незакріпленням.

Із збільшенням твердості покриттів з ПД Х6Р(2...4)Ю6 до HV0,3 800 (за рахунок збільшення в них вмісту В) їх абразивна зносостійкість зростає за випробувань закріпленням і не закріпленням абразивом. Подальше підвищення твердості покриттів різко зменшує їх зносостійкість.

Такий характер зміни зносостійкості зумовлений тим, що за зростання твердості покриттів понад HV0,3 800, у їх структурі виникають мікротріщини, що викликає стрімке зниження зносостійкості. У цьому випадку зношування покриттів відбувається шляхом росту вже готових тріщин, що виникли вздовж меж розділу і по тілу ламелей та викишування ламелей. За використання двох різнорідних дротів (ПД Х6Р2...4Ю6 + ПД 50Х10Г2Т2М2) забезпечується синергійне зростання когезивної міцності, зменшення залишкових напружень розтягу у покритті, що спричиняє суттєве підвищення зносостійкості покриттів за абразивного зношування закріпленням абразивом.

Залежно від режимів напилювання у покритті формуються ламелі різної товщини. В міру збільшення товщини ламелей зносостійкість покриттів знижується за випробувань закріпленням абразивом та зростає за випробувань незакріпленням абразивом. Чим менша товщина ламелей, тим більше міжламелярних меж, які є слабким місцем за випробувань незакріпленням абразивом. У цьому випадку зношування інтенсифікується саме вздовж меж ламелей.

Порівнюючи топографію поверхні з плями тертя, утвореної за випробувань незакріпленням та закріпленням абразивом, слід відзначити, що на поверхні сталі є характерні однаково орієнтовані подряпини від абразиву та рівномірне зношування. Водночас всім покриттям (гетерогенним в більшій мірі) властива наявність виступів та заглибин на поверхні тертя та нерівномірне зношування. Визначальними для рельєфу зони зношування покриттів є величина ламелей, їх хімічна неоднорідність, яка спричиняє неоднорідність за твердістю, та кількість міжламелярних меж.

ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ІЗ АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ НАПИЛЕННЯМ ЕЛЕКТРОДУГОВИХ ПОКРИТТІВ З НАСТУПНОЮ ПЛАЗМОЕЛЕКТРОЛІТНОЮ ОБРОБКОЮ

К.О. Корнєєв, ст.,

Національний університет "Львівська політехніка"

В.В. Шмирко, аспір., І.Я. Сірак, інж.

Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, м. Львів

Алюмінієві сплави за масштабами використання у промисловості займають провідне місце після сталі. Проте, ці сплави поки що мають дещо обмежене застосування у рухомих контактних парах, через відносно низьку їх поверхневу твердість і зносостійкість. Для забезпечення надійної та довготривалої експлуатації конструкцій і виробів із легких сплавів в багатьох випадках необхідно застосовувати модифікування поверхневих шарів або наносити на них покриття. Перспективними є металооксидокерамічні покриття, які застосовуються зараз для захисту суцільних алюмінієвих сплавів. Що стосується вже

зношених деталей то для відновлення їх геометричної форми нами було запропоновано використовувати електродугове напилення на зношені поверхні на основі алюмінію з наступним окисдуванням напиленого шару.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводилися на зразках алюмінієвого сплаву марки Д16 (хімічний склад сплаву подано в табл. 1), на який електродуговим методом було напилене покриття з суцільних дротів св-Д16. Для проведення порівняльних досліджень використовували оксидне керамічне покриття на суцільному сплаві Д16 та сталі ШХ-15 (HRC-62).

Таблиця 1 – Хімічний склад сплавів для проведення досліджень (% мас).

Сплав	Cu	Mg	Zn	Si	Mn	Fe	Al
Д16	3,8–3,9	1,2–1,8	0,8	0,4–0,5	0,3–0,9	0,4–0,5	Осн.

Методика електродугового напилення покриттів. Покриття одержували шляхом розпилення суцільного дротів за допомогою електродугового металізатора з модифікованою розпилювальною системою (рис 1), де електрична дуга горить в каналі розпилювальної головки, що дозволяє одержувати дрібнодисперсні покриття.

Для живлення металізатора постійним струмом використовували випрямляч зварювальний типу ВДУ – 505.

Для очищення стисненого повітря від твердих частин, води і мінерального мастила застосовано фільтр-вогловідділювач 23–25–4–4ХЛ4.

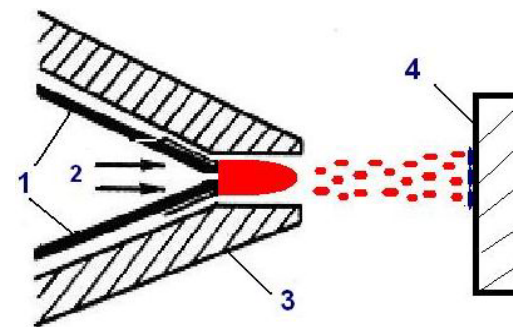
Процес нанесення покриття на зразок включає такі операції: знежирення зразка; дробоструменеву обробку; напилення зразків; контроль якості напилення; шліфування зразків.

Режим дробоструменевої обробки:

- тиск стисненого повітря, МПа 0,5 – 0,6
- віддаль між соплом і відновлюваною поверхнею, мм 80 – 120

Після дробоструменевої обробки зразок напиляли за наступними режимами:

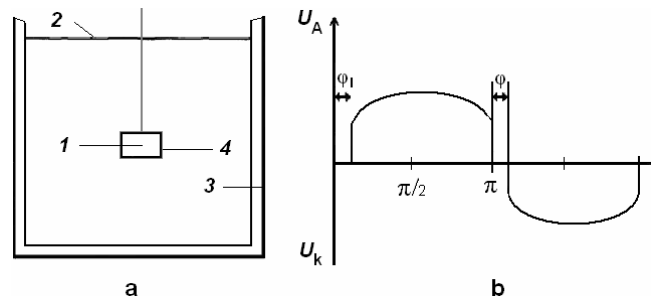
- сила струму, А 100
- напруга, В 32
- віддаль від сопла до напилюваної поверхні, мм 100–110
- тиск стисненого повітря, МПа 0,6



1 – дріт; 2 – повітряний струмінь;
3 – корпус розпилювальної головки; 4 – підклад

Рисунок 1 – Процес електродугового напилення

Методика плазмоелектролітного оксидування. Оксидокерамічні покриття синтезували на легких сплавах Al, Mg, Ti і на алюмінієвих покриттях одержаних методом електродугового напilenня. Покриття формували в катодно-анодному режимі за співвідношення (I_k/I_a) 1 і 1,5 імпульсним струмом густиною 20 А/дм² у електроліті складу 3 грами КОН плюс 2 грами рідкого скла на літр дистильованої води за раніше розробленою методикою по наступній схемі розташування зразків і подачі електричних імпульсів (рис. 2).



(а) електролітна чарунка; б) функція напруги;
1-робочий електрод; 2-електроліт; 3-ванна; 4-контур локалізації іскрових розрядів
Рисунок 2 – Принципова схема процесу плазмоелектролітного оксидування

Електронно-мікроскопічні дослідження. Дослідження мікроструктури оксидних керамічних покриттів виконували за допомогою електронного мікроскопу EVO 1455 VP, який обладнаний EDX аналізатором, що дає змогу робити хімічний атомний аналіз. Приготування зразків для електронної мікроскопії та хімічного аналізу елементів на їх поверхні готували, роблячи поперечні перерізи пластинок із синтезованим на них оксидним керамічним покриттям, які потім шліфували й полірували за допомогою алмазних абразивних паст; перед проведенням досліджень зразки промивали в етиловому спирті при використанні рідинного ультразвукового промиваючого пристрою.

Експериментальні результати. Мікроструктура покриттів на алюмінієвих сплавах, одержаних електродуговою металізацією

При нанесенні покриттів із дрітків зв. Д16 застосовували модифіковану систему металізатора, завдяки чому досягли зменшення розміру частинок розпилюваного металу та збільшення швидкості їх руху, що дало змогу отримати щільні й гомогенні покриття (рис 3).

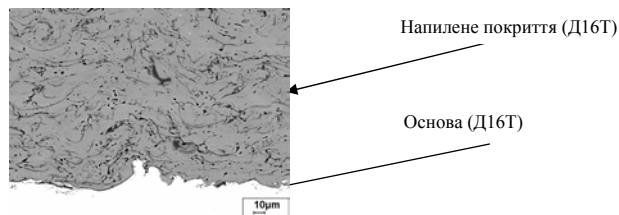
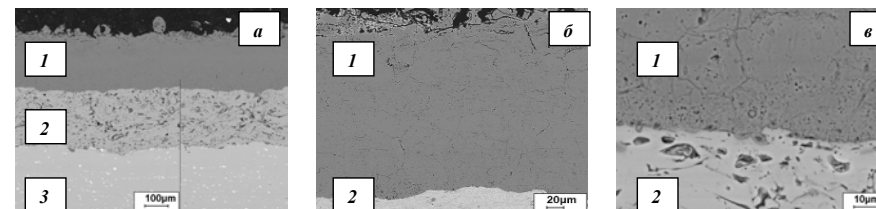


Рисунок 3 – Електродугове покриття із дроту зв. Д16 на сплаві Д16Т

Адгезія між напиленим покриттям та Д16Т становила 15-20 МПа. Покриття має типову ламелярну будову (рис. 3). У структурі покриття присутні тонкі оксидні плівки Al_2O_3 , які розташовані на границях між ламелями (тонкі чорні волосяні проміжки) та пори

округлої форми, пористість покриття не перевищує 3-4 %. Товщину напилених покриттів змінювали в межах від 150 мкм до 500 мкм. Мікротвердість їх становила 90-95 HV0.1.

Мікроструктура електродугових оксидокерамічних покриттів на Д16Т. Електродугові керамічні покриття характеризуються типовою мікроструктурою з трьома чітко вираженими областями (рис. 4): верхній пористий шар, щільна та широка область практично безпористого покриття та тонкий проміжний шар на межі контакту з алюмінієвою основою або з алюмінієвим напиленим покриттям. Відносні товщини цих шарів, їх структура та склад у значній мірі залежать від параметрів попередньої обробки матеріалу, складу електроліту та способу нанесення покриттів.



1 – оксидокерамічний шар; 2 – напилене електродугове покриття (Д16); 3 – основа Д16

Рисунок 4 – Мікроструктура покриття

Випробування на абразивну зносостійкість показали, що зносостійкість оксидних шарів в 90 раз вища ніж гартованої сталі ШХ15 (HRC62) та 600 раз ніж алюмінієвого сплаву Д16

Таблиця 2 – Відносна абразивна зносостійкість оксидокерамічних шарів на різних напилених ЕДМ покриттях.

№	Матеріал	Випробування закріпленим абразивом	Випробування не закріпленим абразивом
1	Основа Д16	1	1
2	Основа Д16+ПЕО	600	15
3	Сталь ШХ15(HRC-62)	90	10

Висновок: електродугове напilenня на зношені поверхні деталей на основі алюмінію з наступним оксидуванням напilenого шару дозволяє суттєво підвищити їх зносостійкість та ресурс роботи.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПРОЦЕССА ЛЕГИРОВАНИЯ НАПЛАВЛЕННОГО ВАЛИКА ПЕРЕМЕННОГО ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА

М.Е. Зинченко, ст. гр. ТиОН-08-М,

С.В. Гулаков, проф., д-р техн. наук

Государственное высшее учебное заведение

“Приазовский государственный технический университет”, г. Мариуполь

В современных инверторных источниках питания обычно используется двойное преобразование энергии: переменное напряжение трехфазной питающей сети выпрямляется и сглаживается, после чего поступает на DC/DC преобразователь, обеспечивающий заданные выходные параметры электрической энергии и трансформаторную развязку от сети. Задача преобразования трехфазного напряжения питания в постоянное зачастую решается с помощью трехфазного 6-пульсного диодного моста, к выходу которого подключен фильтрующий конденсатор большой емкости. Недостатками такого способа преобразования является низкий входной коэффициент мощности (КМ) (в пределах 0,5 ... 0,7), большие искажения формы кривой тока потребления и невозможность стабилизации выходного напряжения. Для обеспечения стабилизации выходного напряжения, а также для устранения габаритных низкочастотных индуктивных компонентов может применяться выпрямитель, состоящий из 6-пульсного диодного моста BR1, к выходу которого подключен повышающий DC/DC преобразователь LIS1VD1C1.

Схема позволяет стабилизировать выходное напряжение на уровне не ниже амплитуды линейного напряжения сети, обеспечить входной КМ на уровне порядка 0,95. Данная работа решает проблему повышения КМ трехфазного выпрямителя, заключающееся в замене низкочастотного сглаживающего дросселя двухквадрантным инвертором напряжения, причем этот инвертор напряжения работает с нулевой средней активной мощностью и имитирует индуктивность (т.н. «электронный дроссель»). Схема позволяет обеспечить входной КМ не ниже 0,95. Преимуществом является то, что инвертор напряжения «электронного дросселя» рассчитан только на часть (около 10 %) выходной мощности выпрямителя, что дает возможность снизить потери мощности в системе и повысить удельную мощность выпрямителя. Так, экспериментальный образец имеет следующие параметры: КПД 98,3 %, КМ = 0,955, THD = 28,4 %, частота переключения $f_s = 70$ kHz, выходная мощность $P_{out} = 5$ kW, входное напряжение $U_{in} = 3 \times 400$ V.

Основным недостатком выпрямителя с «электронным дросселем» является невозможность стабилизации выходного напряжения, поскольку инвертор в составе «электронного дросселя» должен работать с близкой к нулю средней активной мощностью. Но мы усовершенствовали схему выпрямителя с «электронным дросселем», что позволило стабилизировать выходное напряжение и расширить рабочий диапазон входных напряжений. Для этого инвертор «электронного дросселя» заменен одноквадрантным вспомогательным вольтодобавочным преобразователем, получающим питание от выходных шин выпрямителя. В результате разработанная схема имеет то же число силовых транзисторов (два), при лучших потребительских качествах.

В практической реализации трехфазного выпрямителя вспомогательный преобразователь выполнен в виде полумостового инвертора (S1, S2), к выходу которого подключена первичная обмотка высокочастотного трансформатора (T1), вторичная обмотка этого трансформатора выполнена с отводом от середины и нагружена на двухполупериодной высокочастотный выпрямитель с двумя диодами (VD1, VD2) и высокочастотным дросселем

(L1). Инвертор получает питание от выходных шин выпрямителя (конденсаторы C1, C2). При необходимости стабилизации выходного напряжения на фиксированном уровне необходимо уменьшать коэффициент трансформации T1. При работе диодного моста с постоянным мгновенным выходным током его входные токи представляют собой прямоугольные импульсы шириной 120 электрических градусов. Входной КМ в этом случае составляет 0,955, а коэффициент гармоник входного тока равен THDI = 31%.

Предложенная схема выпрямителя с неполной коррекцией КМ содержит вольт – добавочный преобразователь, отличительной чертой которого являются низкие требования к мощности вспомогательного инвертора. В работе предложен модифицированный выпрямитель с «электронным дросселем», который позволяет стабилизировать напряжение и сохраняет ограниченную функциональность в условиях питания от несимметричной сети. Преимуществом в условиях сварки будет меньше внесение проблем в сеть, таким образом будет меньше количество оборудования выходить из строя, что обеспечит хорошие экономические показатели.

МЕХАНИЗМ ПОВЫШЕНИЯ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ БАНДАЖИРОВАННЫХ ВАЛКОВ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ НАПЛАВКЕ

И.И. Кислый, ст. гр. ТиОН-09,

В.И. Щетинина, проф., д-р техн. наук

Государственное высшее учебное заведение

“Приазовский государственный технический университет”, г. Мариуполь

Основными деталями металлургического оборудования являются прокатные валки, которые работают в условиях высоких удельных давлений, поэтому изготавливаются из высокоуглеродистых сталей, что ограничивает наплавку, особенно бандажированных опорных валков, которые изготавливаются путем посадки бандаж на ось с натягом. В результате в бандаже возникают напряжения, которые могут привести к поломке, поэтому наплавка бандажированных опорных валков не производилась.

Трещиностойкость валков определяет износостойкость, расходный коэффициент, материалоемкость процесса и себестоимость проката. Поэтому повышение трещиностойкости является важной научно-технической проблемой.

Эффективным способом повышения трещиностойкости является высокоскоростная электродуговая наплавка на низкой погонной энергии, при которой изменяются условия существования дуги, уменьшается тепловложение, увеличивается скорость нагрева и охлаждения жидкого металла и околосшовной зоны. Это приводит к изменению условий кристаллизации ванны, деформации, сварочных напряжений и качества наплавленного металла.

Закономерность воздействия формы электрода и погонной энергии на микроструктуру устанавливали при пятислойной наплавке на пластины размером (30x300x400)-10-3 м проволокой диаметром 4-10-3 м, лентой размером (0,5x45)-10-3 м,

расположенной в продольном и перпендикулярном направлении, и составным электродом. Наплавку производили под керамическим флюсом ЖСН-5 на оптимальных для каждого способа режимах. Наплавку проволочным электродом Св08Г2С диаметром 4 мм производили при величине тока 650-750 А, напряжении на дуге 31-33 В и скорости сварки (0,56; 0,83 и 1,1)·10⁻² м/с, продольной и перпендикулярной лентой – I = 450 – 550 А, U = 29 – 31 В, V_H = (0,33, 0,5 и 0,67)·10⁻² м/с. Наплавку составным электродом, состоящим из проволоки Св08Г2С диаметром 4 мм и ленты из стали 08КП сечением 0,5х45 мм, производили при величине тока 1950-2050 А, напряжении на дуге 29-31 В, скорости сварки (1,4; 2,1 и 2,8)·10⁻² м/с. При этом погонная энергия для каждого способа сварки изменялась в пределах q_И/V = 1,8; 2,7 и 3,6 МДж/м.

В результате исследований было установлено, что при увеличении скорости наплавки и снижении погонной энергии ударная вязкость, предел прочности, предел текучести, относительное удлинение и сужение возрастают. Ударная вязкость качественно характеризует трещиностойкость, для повышения которой необходимо производить высокоскоростную наплавку бандажированных опорных валков на низкой погонной энергии.

АНАЛИЗ ВИДОВ ИЗНОСА ШЕСТЕРЕН ШЕСТЕРЕНЧАТЫХ НАСОСОВ

Е.А. Цыс, асп., В.В. Чигарев, проф., д-р техн. наук

Государственное высшее учебное заведение

“Приазовский государственный технический университет”, г. Мариуполь

Высокие эксплуатационные характеристики шестеренчатых насосов (НШ) обусловили их применение во многих гидросистемах. Работоспособность шестеренчатого насоса определяется в основном герметичностью сопряжений его деталей. Появления различных дефектов в деталях шестеренчатых насосов (типа НШ) приводят к увеличению зазоров в его сопряжениях, увеличению внутренних потерь рабочей жидкости, уменьшению производительности, а также падению развиваемого давления жидкости. Износ элементов шестерен по-разному влияет на объем рабочей камеры насоса. Износ зубьев шестерен по наружному диаметру приводит к большей скорости понижения объема рабочей камеры, чем при износе шестерни по ширине, а износ эвольвентного профиля зубьев шестерен практически не влияет на объем рабочей камеры.

Равномерный износ имеет на герметичность меньшее влияние, чем неравномерный. Установлено, что износ зубьев шестерен по наружному диаметру носит равномерный характер, а износ торцевых поверхностей зубов неравномерный. При этом максимальный износ наблюдается у вершин зубьев, что объясняется увеличением скорости трения. Анализ изношенных поверхностей эвольвентного профиля зубьев шестерен показывает, что больший износ зубьев по высоте находится возле ножки ведущей и у вершины ведомой шестерни. Такой характер износа соответствует теоретическим положениям о коэффициенте скольжения зубчатого зацепления. Кроме того, работоспособность соединения шестерен насоса с эвольвентным профилем во многом определяется погрешностью направления зубов, строго лимитируется при изготовлении. Вершины зубьев шестерен подвергаются

гидроабразивному износу абразивными частицами, которые проникают в более мягкие рабочие поверхности корпуса. Кроме этого, вершины зубьев подвергаются воздействию гидроабразивного потока, который образуется благодаря потерям рабочей жидкости через радиальный зазор. Таким образом, ведущим видом износа рабочих поверхностей шестерен является гидроабразивный износ частицами, которые закрепляются в деталях насоса с низкой твердостью. Рабочие поверхности изнашиваются на величину, определяющуюся соотношением жесткости частиц и деталей, размеров частиц и механических примесей и зазорами в сопряжениях насоса.

ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ НАПЛАВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ С МЕТАТСАБИЛЬНЫМ АУСТЕНИТОМ СОДЕРЖАЩИХ АЗОТ

А.М. Зусин, асп., В.В. Чигарев, проф., д-р техн. наук

Государственное высшее учебное заведение

“Приазовский государственный технический университет”, г. Мариуполь

В настоящее время проблема ресурсосбережения является одной из самых актуальных, так как сотни тысяч тонн металла расходуются ежегодно на изготовление новых деталей машин и их замену. При этом затрачивается большее количество труда, простаивает оборудование для замены изношенных деталей, все это приводит к снижению производительности. В связи с этим одним из наиболее эффективных методов решения данных проблем является восстановление деталей машин и повышение их эксплуатационных свойств с помощью автоматической электродуговой наплавки. Чаще всего для этих целей используются наплавочные материалы, содержащие дорогостоящие легирующие элементы, такие как Ni. Среди легирующих элементов, прежде всего, следует отметить азот, получаемый практически в неограниченных количествах из воздуха. Азот, как легирующий элемент, является привлекательным с позиций экологии. При расширении производства азотосодержащих сталей нет необходимости в увеличении объема добычи руд, нарушающей состояние земных недр. Азот является элементом, стабилизирующим γ-железо, и в результате этого возможна экономия не только элементов γ-стабилизаторов, таких как никель и марганец, но и из-за особенностей воздействия азота на энергию дефектов упаковки также дорогих и дефицитных молибдена или вольфрама. Поэтому было решено провести в лабораторных условиях комплексные исследования новых наплавочных хромо-марганцовистых материалов содержащих азот.

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ОБКАТЫВАНИЯ РОЛИКАМИ И ШАРИКАМИ ЗАКАЛЕННЫХ СТАЛЕЙ НА ИХ СВОЙСТВА

И.А. Борисенко, ст. гр. М4/2,
Б.И. Бутаков, проф., д-р техн. наук
Николаевский национальный аграрный университет

Упрочнение деталей из закаленных сталей с помощью обкатывания роликами и шариками находит широкое применение в промышленности.

Изучение состояния поверхностного слоя закаленных образцов показало его структурную неоднородность. Последняя, в частности, характеризуется большим разбросом микротвердости. В результате обкатывания разброс твердости значительно сокращается. Это обстоятельство следует считать одним из основных факторов повышения износостойкости.

Повышение износостойкости у обкатанных закаленных образцов установлено В. А. Сологубом, И. И. Сухановым и др. [1]. Повышение износостойкости объясняется более высокой структурной однородностью, и наличием остаточных напряжений сжатия, образованных при обкатывании.

Исследование износостойкости направляющих блоков штампов из стали ШХ15, термически обработанных до твердости HRC 62—64, проведено при возвратно-поступательном перемещении с частотой 230 ход/мин [1, 2]. Износ направляющих, упрочненных обкатыванием вибрирующим шариком (с частотой 18—24 кГц) по сравнению с износом шлифованных, снижается в 2—4,7 раза.

Таким образом, обкатывание трущихся поверхностей деталей из закаленных сталей в большинстве случаев следует считать надежным средством повышения износостойкости. Для трения качения наиболее характерен осповидный износ, выражающийся в поверхностном выкрашивании частиц металла. Вопрос о влиянии предварительного упрочнения на этот вид износа изучен недостаточно.

А.С. Венжега испытывал шлифованные и обкатанные образцы из стали 9Х, закаленные т. в. ч. Обкатывание производилось роликом с профильным радиусом 4,5 мм с усилием от 0,5 до 4,0 кН. Наибольшая стойкость, в 2,5 раза выше шлифованных, установлена у образцов, обкатанных с усилием 2,0 кН. Этому усилию соответствовало и наибольшее увеличение твердости. Увеличение износостойкости А. С. Венжега связывает с повышением структурной однородности поверхностного слоя и наличием в нем напряжений сжатия. Была испытана также партия обкатанных роликом валков 12-валкового стана. Обкатанные валки при прокатке латуни оказались на 38% долговечнее шлифованных.

Исследования влияния обкатывания роликами на износ при трении качения проводили на машине типа МИ-1М [1]. Исследовали образцы из сталей 14Х2НЗМА и ШХ15, имевшие диаметр 40 мм и ширину 10 мм. Верхние образцы, называемые в дальнейшем роликами, были изготовлены в идентичных условиях из тех же материалов. У нижних образцов, изготовленных при различных режимах, был неодинаковый поверхностный слой.

Образцы из стали 14Х2НЗМА после цементации и термической обработки шлифовали. Часть образцов испытывалась непосредственно после шлифования, а остальные перед испытанием обкатывались при разном давлении. Твердость образцов перед обкатыванием составляла 58—59 HRC. Образцы из стали ШХ15 (61—62 HRC) после закалки и отпуска обрабатывали по трем вариантам: подвергали шлифованию, шлифованию с последующим полированием и шлифованию с последующим обкатыванием шариком диаметром 10 мм.

При испытаниях нагружение нижнего образца осуществлялось прижатием к нему ролика с помощью тарированной пружины. Контактное давление составляло 850 МПа. Во время испытания образец вращался со скоростью 416 об/мин.

Износостойкость образцов оценивали количеством изношенного металла, путем взвешивания образцов на аналитических весах. Исследуемый образец погружали в ванночку с машинным маслом. Продолжительность испытаний образцов из стали ШХ15 составляла 32 ч, а из стали 14Х2НЗМА — 8 ч. Наибольший износ получили шлифованные образцы, т. е. образцы, обработанные по применяемой на заводах технологии. У образцов, обкатанных после шлифования, износ снизился на 32—57%. Повышение контактной нагрузки при обкатывании до оптимальной величины обеспечивает более высокую износостойкость. Так, у образцов из стали 14Х2НЗМА, обкатанных при давлении 1500 МПа, износ по сравнению со шлифованными снизился на 32%, а у обкатанных при давлении 2800 МПа — на 51%.

Наибольшую износостойкость показали образцы, обкатанные при давлении 2800 МПа. Увеличение давления до 3000 МПа приводит к некоторому снижению эффективности обкатывания. По-видимому, это связано с перенаклепом, следствием которого является некоторое снижение поверхностной твердости и остаточных напряжений сжатия. Разброс микротвердости обкатанных образцов незначителен по сравнению с разбросом микротвердости шлифованных образцов.

Резкое повышение износостойкости упрочненных образцов из стали ШХ15 (64—67 HRC) установлено также в исследовании [3]. Образцы были обкатаны шариком, вибрирующим с ультразвуковой частотой. Износ осуществлялся посредством качения шарика диаметром 10 мм при наличии смазки и оценивался по размеру образующейся канавки. Количество циклов при всех испытаниях составляло 105, контактное усилие 0,35 кН. Испытания показали возрастание относительной износостойкости у обкатанных образцов по сравнению с износостойкостью шлифованных образцов в 1,6—4,6 раза.

При трении качения происходит постепенное накопление микропластических деформаций. Как и при обкатывании, этот процесс, очевидно, связан с искажениями кристаллической решетки и дроблением блоков. Однако при многократно повторяющихся контактных нагрузках способность решетки деформироваться оказывается исчерпанной, по-видимому, при значительно меньших давлениях по сравнению с обкатыванием в один проход. Можно представить, что после того, как микроискажения достигли своего предельного значения, продолжающиеся циклические контактные нагрузки вызывают в наиболее деформированном тонком слое дальнейшее интенсивное дробление блоков, приводящее уже к возникновению усталостных трещин и поверхностному выкрашиванию. Сказанное подтверждается явлением перенаклепа (шелушения), наблюдаемого при обкатывании с большим числом проходов и с контактными нагрузками, меньшими оптимальных.

Предварительный равномерный наклеп верхнего слоя повышает предел текучести и увеличивает сопротивление пластическим деформациям, происходящим при качении деталей, что является одной из основных причин снижения износа.

В Саратовском политехническом институте при помощи специального приспособления с иглочатыми роликами обкатывали рабочие поверхности внутренних колец роликовых подшипников типа 32612. В зависимости от усилия обкатывания поверхностная микротвердость возрастала с 760—800 до 900—940 HV, в упрочненном слое возникали остаточные сжимающие напряжения, достигающие 800 МПа. Испытания подшипников с обкатанными внутренними кольцами показали, что их долговечность зависит от режима обкатывания. Наибольшая долговечность (400—750 ч) установлена у колец, обкатанных с усилием 1,35—1,45 кН. У подшипников, не подвергавшихся обкатыванию, долговечность составила всего 100—300 ч. Эти данные подтверждают высокую эффективность обкатывания, как простого метода повышения долговечности опор качения.

Список литературы

1. Папшев Д.Д. Упрочнение деталей обкаткой шариками / Д.Д. Папшев. - М.: Машиностроение, 1968. - 132 с.
2. Папшев Д.Д. Отделочно-упрочняющая обработка поверхностным пластическим деформированием / Д.Д. Папшев. - М.: Машиностроение, 1978. - 152 с.
3. Муханов И.И. Ультразвуковое упрочнение сталей и чугуна / И.И. Муханов, Ю.М. Голубев // Машиностроитель. - 1966. - № 9. - С. 13 - 16.

УПРОЧНЕНИЕ ШКИВОВ КЛИНОРЕМЕННЫХ ПЕРЕДАЧ С ПОМОЩЬЮ ОБКАТЫВАНИЯ ИХ РОЛИКАМИ

В.Н. Велинец, ст. гр. М4/2,

Б.И. Бутаков, проф., д-р техн. наук, Д.Д. Марченко, ас.
Николаевский национальный аграрный университет

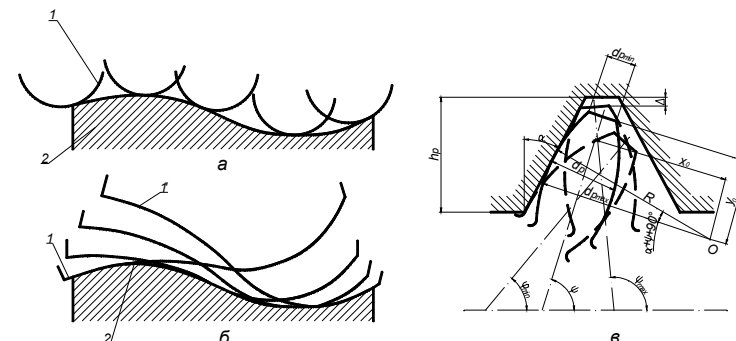
Наиболее ответственными узлами механизмов являются клиноременные передачи. В настоящее время проблема повышения долговечности клиноременных передач оборудования, работающего в условиях большой запыленности остается весьма острой. В значительной степени эту проблему можно решить за счет повышения качества рабочих поверхностей клиноременных шкивов.

Большая глубина впадины профиля шкива при незначительной ширине впадины создает трудности при чистовом нарезании ее по всей глубине профиля. Низкая виброустойчивость системы станок-резец-деталь не позволяет получить требуемую шероховатость поверхности, соответствующую $R_a = 0,16...1,25$ мкм (ГОСТ 2789 - 73). Чаще всего достигается шероховатость $R_z = 10...40$ мкм. Для получения требуемой шероховатости конусной поверхности шкивы подвергаются поверхностному пластическому деформированию с помощью обкатывания роликами.

С целью обеспечения интенсивной деформации металла поверхностного слоя при сравнительно небольших усилиях обкатывания (5 - 6 кН), допустимых на средних металлорежущих станках, применен способ обкатывания огибанием коническим консольным роликом.

Кинематика известного способа обкатывания детали роликом заключается во вращении ролика вокруг своей оси и в поступательной подаче его вдоль профиля обкатываемой поверхности из положения 1 в положение 1' (рис. 1, а). При переменной кривизне профиля детали по мере подачи ролика изменяется приведенная кривизна в точке контакта: $1/R_p = 1/R_d + 1/r_p$, а это приводит к снижению качества обкатанной поверхности, так как нарушается условие оптимизации усилия обкатывания. Радиус кривизны ролика r_p при известном способе обкатывания должен быть заведомо меньше наименьшего радиуса вогнутого участка профиля детали, что ограничивает допустимую подачу и снижает тем самым производительность процесса. Способ обкатывания огибанием заключается в том, что точка контакта ролика (рис. 1, б) с деталью по мере его перехода в положение 1' перемещается по детали в процессе взаимного огибания их профилей. Обкатывание, таким

образом, происходит как в плоскости качения - поперечного сечения ролика, - так и в плоскости подачи его осевого сечения. Профиль ролика при обкатывании огибанием [1] может иметь в общем случае переменную кривизну, согласованную с кривизной детали так, что в каждой точке обеспечиваются оптимальные условия их контакта. В частности, при этом способе может обеспечиваться одинаковая приведенная кривизна профилей ($R_{np} = \text{const}$), что позволяет использовать постоянное рабочее усилие, достаточно большие подачи и гарантирует при этом качество поверхности и высокую производительность процесса. Кроме того, обкатывание огибанием позволяет более равномерно загрузить рабочую поверхность роликов за счет постепенного смещения точки их контакта с деталью вдоль профиля осевого сечения, причем смещение обеспечивается и при обкатывании деталей с прямолинейной образующей, например профиль впадины шкива клиноременной передачи.



1 – ролик; 2 – деталь

Рисунок 1 – Схемы обкатывания деталей роликами с подачами продольной (а) и огибанием (б), а также схема расчета приведенного диаметра ролика и угла огибания (в)

Значение этого факта особенно велико для увеличения стойкости роликов малого диаметра. Схема обкатывания огибанием конической поверхности концевым роликом показана на рис. 1, в. Ролик подается поворотом его оси в плоскости осевого сечения детали. Форму ролика – радиус кривизны профиля, положение оси и торца ролика (x_o, y_o) относительно центра кривизны О – определяют исходя из режима обкатывания, прочности и размещения ролика во впадине обкатываемой резьбы. Угол огибания, необходимый для деформации кольцевого витка по всей высоте его образующей в случае огибания без проскальзывания [1], составляет

$$\varphi = \frac{h_p - \Delta - 2[r_p \sin(\alpha + \psi_{\max}) - x_o] \cos \psi_{\max}}{r_p \cos \alpha},$$

где Δ – гарантированный зазор между роликом и деталью; $\psi_{\max}$ – конечный угол контакта ролика с деталью:

$$\psi_{\max} = \pi - [\alpha + \arccos(y_o / r_p)]. \quad (1)$$

В процессе огибания изменяется диаметр ролика, контактирующий с витком. Его величина определяется в связи с координатным углом ψ :

$$d_p = 2[r_p \sin(\alpha + \psi) - x_o] \quad (2)$$

и достигает максимума при $\psi = 90^\circ - \alpha$; $d_{p\max} = 2(r_p - x_o)$. Радиус кривизны ролика в сечении, проведенном нормально к образующей витка, учитывают при определении усилия обкатывания, полагая расчетный диаметр ролика

$$d_p = 2[r_p - x_o / \sin(\psi + \alpha)]. \quad (3)$$

Устройство для обкатывания рабочих поверхностей клиноременных шкивов приведено на рис. 2 [2].

Консольный ролик 1 установлен в подшипник рычага 2, поворачивающегося на оси 3 относительно корпуса 4. Нижний конец рычага 2 с помощью зубчатого зацепления соединен с сектором 5, к которому с помощью шлицевого валика присоединен кулачок 6, крайнее положение последнего определяется упорными винтами 7. С одним из концов сектор 5 шарнирно связан с поршнем 8, установленным в расточке цилиндра 9. Усилие на поршне 8 создается пружиной 10 и регулируется гайкой 11. В теле поршня 8 имеются клапан 12 и калибровочное отверстие 13, площадь сечения которого регулируется запорным штоком 14. Устройство устанавливают в резцедержатель токарного станка.

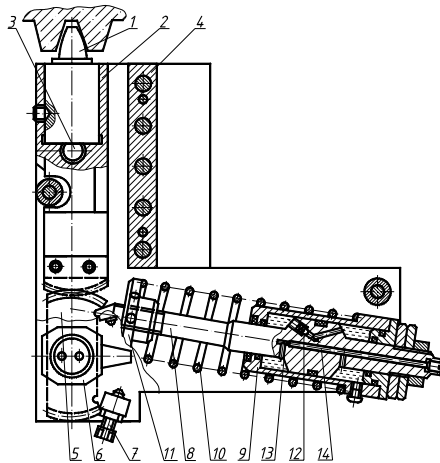


Рисунок 2 – Устройство для обкатывания роликами клиноременных шкивов

Устройство работает следующим образом.

Ролик 1 подводится к обкатываемой поверхности детали и поджимается к ней под действием пружины 10 через поршень 8, сектор 5 и рычаг 2. При вращении детали корпусу 4 устройства вместе с суппортом станка задается движение подачи вдоль оси детали справа налево при обкатывании правой стороны ручья, и слева направо – при обкатывании левой стороны. За счет поворота рычага 2 образующая ролика 1 огибает профиль обкатываемой детали, осуществляется подача обкатывания. При повороте рычага 2, сектор 5, который находится в зацеплении с рычагом 2, вращается и, постепенно сжимая пружину 10, перемещает поршень 8 относительно цилиндра 9. Жидкость, залитая в цилиндр 9, переливается через клапан 12 справа налево и позволяет рычагу 2 свободно отклоняться в процессе обкатывания, а при отводе ролика 1 от детали предотвращает быстрое возвращение рычага 2 в исходное положение. Рычаг 2 медленно поворачивается по мере перетекания жидкости из левой полости в правую через калибровочное отверстие 13.

Для обкатывания левой стороны профиля ручья поршень 8 перебрасывается в нижнюю выемку сектору 4.

Таким образом, предлагаемая технология и устройство, уменьшит шероховатость, повысит точность и осуществит интенсивную пластическую деформацию металла поверхностного слоя боковых стенок ручьев на шкивах, что повысит их износостойкость и долговечность ремней клиноременных передач.

Список литературы

1. Бабей Ю.И. Поверхностное упрочнение металлов / Ю.И. Бабей, Б.И. Бутаков, В.Г. Сысоев. – Киев: Наук. думка, 1995. – 256 с.
2. Патент України на корисну модель UA 65181, МПК B24B 39/04 (2006.01) Пристрій для обкатування роликами бокових поверхонь шківів клиноременних передач / Б.І. Бутаков, Д.Д. Марченко, В.В. Мамарін – Опубліковано 25.11.2011, Бюл. №22.

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ ОБКАТЫВАНИЕМ ИХ РОЛИКАМИ

А.С. Левченко, ст. гр. М4/3,
Б.И. Бутаков, проф., д-р техн. наук
Николаевский национальный аграрный университет

Рассматривая шероховатость поверхности как отклонение от номинальной формы детали, можно говорить об обкатывании роликами, как чрезвычайно эффективном способе уточнения микропрофиля деталей машин. В значительно меньшей мере это относится к волнистости, возможность уменьшения которой зависит от соотношения шага волны и размеров зоны деформации. Волна с малым шагом устраняется достаточно эффективно. Соотношением зоны деформации с габаритными размерами обрабатываемой детали определяется возможность уточнения ее размеров и формы в микрообъеме.

В индивидуальном и мелкосерийном производствах целесообразно, как правило, совмещать переходы обкатывания и чистовой обработки резанием в одной финишной операции. При этом резанием обеспечивают необходимую точность обрабатываемой поверхности, а обкатыванием – требуемую шероховатость и необходимую степень упрочнения поверхностного слоя.

В отдельных случаях целесообразно обкатывать шлифованные поверхности. При этом обкатывание выносят в отдельную операцию. Величины припусков под обкатывание жестких деталей указаны в табл. 1 [1]. Эти величины зависят, главным образом, от шероховатости обкатываемой поверхности и частично от способа ее подготовки. Если допуск обкатываемой поверхности по величине сравним с ожидаемым изменением диаметра или меньше его, деталь должна быть подготовлена под обкатывание с заданным допуском, но с измененным на величину уменьшения номинального размера в процессе обкатывания в плюс для валов и в минус для отверстий. Практически это означает, что диаметры до 250 мм 8-го качества ISO и все диаметры 7-го качества ISO необходимо корректировать. Детали 8-го качества ISO с диаметром более 250 мм, а также менее точные детали всех размеров обкатывают после изготовления их по окончательным чертежным размерам.

Таблица 1 – Уменьшение (увеличение) диаметров валов (отверстий) при обкатывании.

Способ обработки под обкатывание	Шероховатость поверхности, готовленной под обкатывание, мкм	Изменение диаметра после обкатывания, мм
Точение и растачивание	$Rz = 40$	0,03 – 0,06
	$Rz = 20$	0,02-0,04
	$Ra = 2,5$	0,01-0,02
Шлифование	$Rz = 20$	0,01-0,03
	$Ra = 2,5$	0,005-0,015
Точение широким резцом	$Rz = 20$	0,01-0,02
	$Ra = 2,5$	до 0,01

В процессе обкатывания за счет постепенного увеличения рабочего усилия диаметр доводится до предельных размеров требуемого качества точности.

Исходная шероховатость поверхности может быть уменьшена лишь до определенных пределов, до заполнения микровпадины металлом. Заполненные микровпадины обычно можно узнать по небольшому незакатаным углублениям. При обработке расстояние между соседними впадинами равно осевой подаче резца, не изменяется. Это указывает на то, что металл перемещается главным образом в объемах микровиступов в радиальном и осевом направлениях. В осевом направлении металл гребешков обычно перераспределяется симметрично в обе стороны.

Из практики эксплуатации деформирующего инструмента [2] для различных случаев обработки видно, что процесс поверхностного пластинчатого деформирования во многом зависит от способа и шероховатости предварительно обработанной поверхности. Форма и взаимное расположение пластически деформируемых микронеровностей должны быть по возможности неизменными и равномерно чередоваться на обрабатываемой поверхности. Для поверхностей вращения лучшим видом предварительной обработки является точение, после которого максимальная высота микронеровностей не превышает 25-35 мкм. Процесс пластического деформирования желательно вести таким образом, чтобы остаточные деформации происходили за счет уменьшения высоты исходных микронеровностей. По мере увеличения твердости обрабатываемой поверхности процесс пластического деформирования микронеровностей затрудняется. Так, например, пластическое деформирование обкатывающими роликами микронеровностей шлифованной поверхности детали из стали марки 45X при ее твердости RC 25 – 27 уменьшает шероховатость поверхности с $Ra = 2,5$ мкм до $Ra = 0,25$ мкм. При поверхностной твердости RC 30 – 35 шероховатость поверхности детали в результате обработки пластическим деформированием может быть снижена до $Ra = 0,25$ мкм. при высоте исходных микронеровностей, соответствующих $Ra = 1,25$ мкм.

К наиболее прогрессивному технологическому процессу получения точных отверстий с низкой шероховатостью поверхности относится раскатывание втулок планетарными роликовыми головками.

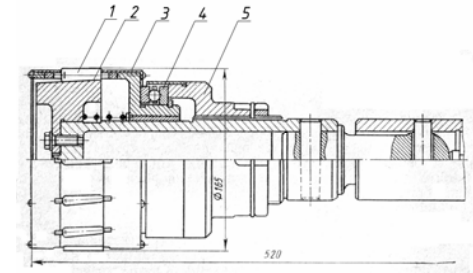


Рисунок 1 – Планетарная роликовая головка для раскатывания отверстий

Роликовая головка (см. рис.1.) состоит из оправки 2 с конусным участком, по которому, совершая планетарное движение, катятся конические рабочие ролики 1. Ролики расположены по окружности равномерно, разделяются и предохраняются от выпадения фиксирующим сепаратором 3, который свободно вращается на оправке, и усилием раскатывания прижимается к упорному подшипнику 4. Роликовая головка настраивается на размер вращением регулировочной гайки 5.

При вращении регулировочной гайки 5 деформирующие ролики 1 перемещаются вдоль рабочего конуса оправки, изменяя настраиваемый диаметр головки. Конструкция головки позволяет обрабатывать детали за один или несколько проходов. При выводе из отверстия головки ролики вместе с сепаратором смещаются вдоль конуса в сторону уменьшения диаметра. При этом диаметр головки уменьшается до величины, обеспечивающей при обратном движении вывод его без деформации изделия.

При выборе процессов поверхностной обработки пластическим деформированием целесообразно ориентироваться на величину коэффициента пластической деформации K . Значение коэффициента K определяется зависимости

$$K = \Delta d_{пл} / (\Delta d_{пл} + \Delta d_{упр}),$$

где $\Delta d_{пл}$ и $\Delta d_{упр}$ – пластическая и упругая деформации стенок цилиндра.

Величина коэффициента характеризует долю пластических деформаций в общей деформации $i = \Delta d_{пл} + \Delta d_{упр}$, то $i = \frac{\Delta d_{пл}}{K}$.

Коэффициент K характеризует поверхностную и объемную пластическую изменимость обрабатываемого изделия под действием деформирующего инструмента и зависит от следующих факторов:

1. Деформирующей способности инструмента;
2. Конструкции и физико-механических свойств материала изделия;
3. Величины и характера исходной шероховатости обрабатываемой поверхности;
4. Режимов обработки деформирующим инструментом.

По величине коэффициента K можно определять ряд параметров процесса обработки. Так, например, можно выбирать размеры и геометрию деформирующих элементов, устанавливать его жесткость, определять размеры, точность и шероховатость исходной поверхности, устанавливать расчетный диаметр для настройки деформирующего инструмента, выявлять оптимальное количество групп при обработке деталей в пределах заданного допуска с перенастройкой деформирующего инструмента.

Введя некоторые допущения, можно с помощью коэффициента K определить зависимости, необходимые для расчета основных технологических параметров обработки поверхностным пластическим деформированием.

Положим, что:

1. Обработка производится за один проход роликовой головки;
2. Величины пластического деформируемого припуска и технологического натяга

связаны зависимостью $i = \frac{\Delta d_{na}}{K}$;

3. Физико-механические свойства материала обрабатываемого изделия и микрогеометрия его деформируемой поверхности однородны;

4. Жесткость упругой системы изделие-инструмент при обработке постоянна;

5. Режимы и параметры обработки неизменны.

Тогда получим: $1/K = \Delta / (\Delta_{dmax} - \Delta_{dmin}) + 1$; $\Delta_3 = \Delta + (\Delta_{dmax} - \Delta_{dmin})$,

где Δ - допуск на изготовление отверстия; Δ_3 - допуск на обработку при подготовке отверстия.

При обработке раскатыванием необходимо обеспечить постоянство температуры обрабатываемого изделия и деформирующего инструмента.

Для повышения равномерности упрочнения поверхности обрабатываемой детали целесообразно увеличить количество одновременно работающих деформирующих элементов - роликов, использовать удлиненные ролики с малым углом конусности, уменьшать осевую подачу инструмента. Угол конуса ролика следует брать минимальным, не более $2^\circ - 2^\circ 30'$; длину роликов - до 30-50 мм. Диаметр роликов также рекомендуется принимать минимальным, в зависимости от диаметра обрабатываемого отверстия.

Список литературы

1. Браславский В. М. Технология обкатки крупных деталей роликами / В. М. Браславский. - М.: Машиностроение. - 1966. - 159 с.
2. Шухова Ю. В. Прогрессивные методы изготовления отделки и упрочнения металлических деталей пластическим деформированием / Ю. В. Шухова, Р. Р. Юстоса. - М.: Машгиз. - 1962. - 240 с.

МОДЕРНІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ ГІДРОСИСТЕМИ ТРАКТОРА ДТ - 75

О.О. П'ятков, *маг. гр. ЗМ6*, **В.О. Щербак**, *ст. гр. ЗМ6*,
М.С. Гріпачевський, *доц., канд. техн. наук, Д.Д. Марченко*, *ас.*
Миколаївський національний аграрний університет

Показано, що на частку і гідроприводів припадає до 35...40% відказів від загальної кількості відказів по трактору, з яких на частку гідропривода рульового керування припадає до 16% відказів. При цьому в ремонт часто направляються працездатні гідроагрегати з недовикористованим до 20...30% ресурсом, що свідчить про недостатній контроль технічного стану гідроприводів при експлуатації тракторів [1-3].

Показники, характеризуючи властивості змащувальних масел, мають велике значення для контролю їх якості при виробництві і дослідженні. Вони важливі також для оцінки придатності масел до використання безпосередньо в гідросистемі. Від того, наскільки вдалий і точний метод визначення якості змащувального масла, багато в чому залежатиме надійність, довговічність і економічність роботи агрегатів гідросистеми.

При оцінці якості змащувальних масел використовуються численні фізико-хімічні показники. Проте в результаті додавання до змащувальних масел присадок значення одних показників змінилися, а інші практично втратили своє значення. З'ясовано, що додавання присадок до масла погіршує ряд фізико-хімічних показників, проте експлуатаційні властивості цих масел виявляються дуже високими. З цього виходить, що деякі фізико-хімічні показники сучасного масла відображають не його експлуатаційні якості, а сировина, з якої воно виготовляється, і технологію виробництва. Для більш об'єктивної і правильної оцінки якості масел з присадками слід застосовувати інші показники, які характеризують експлуатаційні якості масла: протикорозійні, антиокислювальні, противозношувальні, противонагарні і ін. Для вирішення цього питання створені спеціальні лабораторні прилади, що імітують роботу масла в реальних умовах, діючі модельні установки, одноциліндрові і повнорозмірні двигуни.

При визначенні групи, до якої слід віднести масло, його якість або кваліфікаційну характеристику оцінюють багатьма методами на різних стадіях розробки і перевірки.

В сталій практиці процес оцінки якості змащувальних масел в основному складається з чотирьох етапів: лабораторних досліджень; випробувань на модельних установках і малорозмірних одноциліндрових двигунах; стендових випробувань на повно розмірних двигунах; експлуатаційних випробувань на машинах.

Метод спектрального аналізу заснований на властивості кожного хімічного елемента давати індивідуальну лінію поглинання, що займає певне положення в спектрі.

При спектральному аналізі змащувальних масел можна визначити: компоненти присадок, що входять в масло (кальцій, барій, фосфор, цинк, магній і ін.); накопичення в маслі продуктів зносу деталей, що труть (залізо, свинець, мідь, алюміній і ін.); наявність в маслі продуктів зовнішнього забруднення (кремній, калій і ін.).

Кількісний вміст елементів визначають шляхом порівняння інтенсивності почорніння ліній спектрів визначуваних елементів в зразку випробовуваного масла і в еталонних зразках.

Спектральному аналізу може піддаватися безпосередньо зразок масла або залишок його після озолення. Для спектрального аналізу масел необхідне наступне устаткування: спектрограф МФС-3 або МФС-5, генератор дуги змінного струму, трансформатор, мікрофотометрія, вугільні електроди і пристосування для їх заточування, фотопластилини і т.д.

Визначення в зразку масла за одне дослідження декількох елементів, висока точність і швидкість сприяли широкому розповсюдженню спектрального методу в дослідженні нафтопродуктів, а також при контрольно-діагностичній оцінці умов експлуатації тракторів і їх технічного стану. Наприклад, по інтенсивності накопичення в моторному маслі продуктів зносу деталей судять про правильність експлуатації двигуна і його технічний стан; по наявності зовнішніх продуктів забруднення (кремнію) — про чистоту що поступає в двигун повітря і, отже, про герметичність повітряної системи впускання; за змістом елементів введеної присадки (кальцію, барію, цинку і ін.) — о наявності в працюючому моторному маслі активної частини присадки і т.д.

Значне забруднення моторного масла при роботі в гідросистемі приводить до укрив негативних наслідків: підвищеному зносу деталей, закоксуваністю кілець, забиванню маслоприймальних сіток і маслопроводів скороченню терміну роботи масла.

Масло може бути забруднено домішками органічного (смолянисто-асфальтові сполучення, вуглецеві частинки і кислі продукти окислення вуглеводнів масла) і

неорганічного походження (продукти зносу деталей двигуна, що труть, частина присадок, що спрацьовувала, а також потрапляючі в масло пил, пісок, вода і т. п.) [4].

Технічне обслуговування є основним і найбільш ефективним заходом щодо підтримки машинно-тракторного парку в працездатному стані. Воно передбачає своєчасну заміну масел в змащувальних і гідравлічних системах при другому або третьому технічному обслуговуванні тракторів, автомобілів і іншої сільськогосподарської техніки. Новим напрямом вдосконалення обслуговування є не тільки забезпечення своєчасної заміни змащувальних матеріалів, але і контроль властивостей, і підтримка необхідного рівня їх чистоти протягом всього процесу експлуатації.

Для вирішення питань, пов'язаних із запобіганням забрудненням змащувальних матеріалів і, як наслідок, передчасним старінням, розроблені і розробляються спеціалізовані установки, що дозволяють проводити регулярне очищення при заправці машин свіжим маслом, здійснювати періодичне циркуляційне очищення масел в емкостях змащувальних і гідравлічних систем, а також регенерувати відпрацьовані масла з метою їх повторного використання [5, 6].

Досвід використання змащувальних матеріалів на підприємствах АПК показує, що регенерацію відпрацьованих масел раціональніше проводити в місцях їх споживання. Це дозволяє здійснювати диференційований збір по марках і сортах, скорочувати втрати, пов'язані з транспортуванням, знижувати витрати на використання регенераційних установок. З аналізу сучасних методів і технічних засобів, використовуваних для очищення відпрацьованих масел, витікає, що найбільш поширеними і досяжними є такі фізичні способи очищення, як центрифугування і фільтрування, які не вимагають застосування хімічних реагентів і використання складних технологій.

Мобільні установки для очищення відпрацьованих моторних масел повинні забезпечувати необхідну якість очищення і задовольняти наступним вимогам:

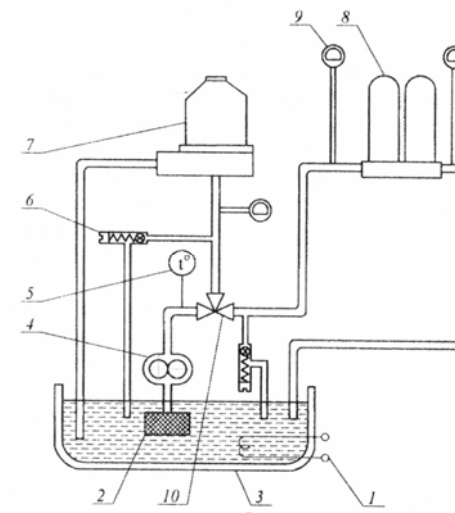
- мати невеликі розміри, просту конструкцію, низьку вартість виготовлення, високу надійність;

- забезпечувати ефективне очищення масла з більшою продуктивністю і тривалим терміном служби;

- забезпечувати видалення частинок забруднень при тонкості фільтрування 80 - 100 мкм - для грубого очищення масла і 10 - 20 мкм - для тонкого очищення масла і при цьому не видаляти з масла працездатні присадки.

Для очищення масла розроблена у БГАТУ розроблена мобільна установка, фотографія і схема якої представлена на рис. 1. Вона складається з трьох блоків: блоку попереднього підігріву, блоку центрифугування і блоку фільтрування. Блок підігріву включає масляний бак, де розміщені нагрівальні елементи, маслопідводящі і відвідні патрубки, а також щит управління. На ній розміщені терморегулятор, що підтримує температуру масла 90 - 95°C і магнітний пускач. Блок центрифугування складається з масляного насоса 4 шестерінчасті типи мазкі НШ-12 з номінальною подачею 21 л/хв, центрифуги 7 з реактивним приводом, редукційного клапана 6, масла, що служить для обмеження тиску, подається до центрифуги, і манометра.

Враховуючи, що центрифуги володіють виборчою властивістю очищення, тобто видаляють з масла в першу чергу частинки неорганічних забруднень великої щільності, в установці передбачений блок фільтрування. Він включає фільтри 8, перепускний клапан, манометри 9, контролюючі перепад тиску на фільтрах. Фільтри забезпечують тонкість фільтрування 10 - 20 мкм. ФЕ виконані з ФМ з анізотропною структурою пір, які володіють високими властивостями, що фільтрують, низькою вартістю, що робить їх застосування для очищення змащувальних матеріалів від забруднень економічно і технологічно доцільним.



1 – електронагрівач, 2 – сітчастий фільтр, 3 – масляний бак, 4 – масляний насос, 5 – термометр, 6 – редукційний клапан, 7 – центрифуга, 8 – фільтри, 9 – манометри, 10 – крани

Рисунок 1 – Схема мобільної установки БГАТУ для очищення відпрацьованих моторних і гідравлічних масел

Щоб визначити залишковий ресурс конкретного елемента при відомому напрацюванні від початку експлуатації, необхідно знати початкове (номінальне) значення параметра, його значення у момент контролю, напрацювання від початку експлуатації до моменту контролю (використаний ресурс), закономірність зміни значень контрольованого параметра і його граничне (вибракувальне) значення.

Залишковий ресурс:

$$T_{ост} = T_{исп} \left[\left(\frac{I_n}{I} \right)^{\frac{1}{\alpha}} - 1 \right]. \quad (1)$$

При $\alpha = 1$ маємо:

$$T_{ост} = T_{исп} \frac{I_n - I}{I - I_n}, \quad (2)$$

де $T_{исп}$ – ресурс, використаний елементом від початку експлуатації до моменту вимірювання;

$I_n = I_n - I_n$ - гранична зміна значення параметра;

$I = I - I_n$ - зміна значення параметра до моменту вимірювання;

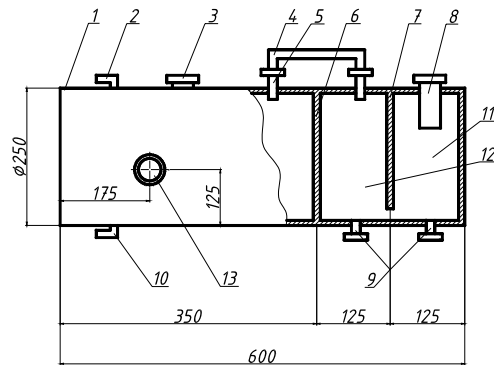
I_n - граничне значення параметра;

I - значення параметра, зміряне у момент контролю;

I_n - номінальне значення параметра;

α - показник ступеня, що характеризує закономірність зміни значень контрольованого параметра.

За даними ГОСНИТИ, значення показника α для тракторів і сільськогосподарських машин знаходяться в межах 0,8 - 2.



1 – бак гідросистеми; 2 - зливний штуцер; 3 - заливна горловина;
4 - з'єднувальна трубка; 5 – фланці; 6 - перегородка баку; 7 - перегородка масляного затвору;
8 – фільтр; 9 - штуцер зливу; 10 - зливний штуцер; 11 - зовнішня порожнина;
12 - внутрішня порожнина; 13 – масломірне вікно

Рисунок 2 - Модернізований бак гідросистеми трактора ДТ – 75

Нами пропонується модернізація бака гідросистеми, в якому постійно змінюється рівень масла і при цьому проходить «дихання» повітря з атмосфери і особливо при використанні гідроциліндрів, які працюють тільки в положенні «піднімання».

Для перешкоджання попадання пилу у бак гідросистеми, пропонуються наступні зміни.

Конструкція складається (рис. 2) з баку 1, зливного штуцера 2, заливної горловини 3, з'єднувальної трубки 4, фланців 5, перегородки баку 6, перегородки масляного затвору 7, фільтри 8, штуцери зливу 9 і зливного штуцера 8, зовнішня порожнина 11 і внутрішня порожнина 12.

Принцип додаткової очистки масла заключається у тому, що при попаданні рівня масла в основному баку 1, масло, яке залите в порожнину 12, перетікає в площину 11, при цьому у ній підвищується рівень до верхньої межі, що буде перешкоджати потраплянню пилу через фільтр 8.

Нами розроблена номограма для оцінки технічного стану гідроциліндрів тракторів К – 701, Т – 150, ДТ – 75 і МТЗ – 80 (рис. 3). Для цього були використанні показники роботи гідроциліндрів, які експлуатувались в ДП «Сонячне» за останні 5 років. До них відносяться марка циліндра, час усадки поршня як в хвилинах, так і в міліметрах. На підставі цього була побудована номограма для визначення залишкового ресурсу гідроциліндра в мотогодинах.

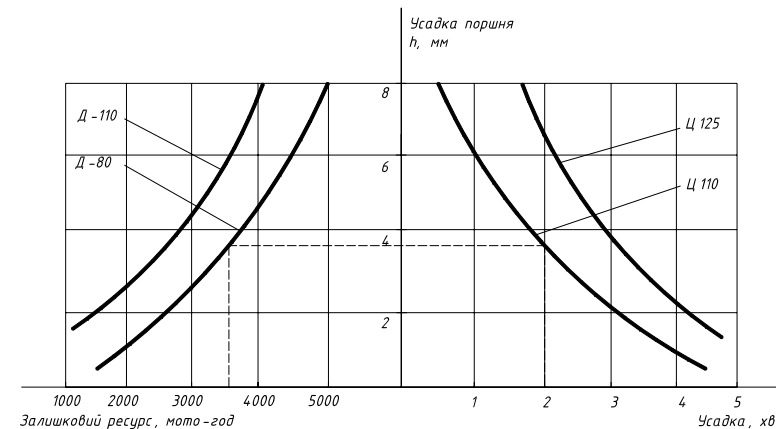


Рисунок 3 – Номограма для оцінки технічного стану гідроциліндрів Ц – 130, Ц – 125, Ц – 110 і Ц – 100

Порядок заміру показників роботи гідроциліндра розроблено в технологічній карті на перевірку стану гідроциліндру.

Список літератури

1. Смирнов М.С. Влияние температуры охлаждающей жидкости и природы топлива на износ деталей цилиндра-поршневой группы / Смирнов М.С., : Очеретяный И.Т. -Иркутск, 1990. -160с.
2. Вельских В.И. Влияние теплового состояния тракторного двигателя на его износ и параметры рабочего процесса при различных вариантах охлаждения. Сборник научно-исследовательских работ аспирантов ВИМ / Вельских В.И. - М., 1987. - 300с.
3. Лышко Г.П. К методике определения содержания механических примесей в отработанных маслах / Лышко Г.П., Жосан А.А. Труды КСХИ, том 53, Кишинев, 1973. - 31-45с.
4. Аронов Д.М. Влияние эксплуатационных режимов работы автомобиля на изменение физико-химических свойств моторных масел / Аронов Д.М., Максимов К.М. // Сборник статей, выпуск 5. Эксплуатационно-технические свойства и применение автомобильных топлив, смазочных материалов и спецжидкости. Изд-во «Транспорт», М., 1986. - стр.194.
5. Арабян С.Г. Исследование и подбор картерных масел в соответствии с требованиями и условиями эксплуатации дизелей / Арабян С.Г. Кандидатская диссертация, 1975. -253с.
6. Лосавио Г.С. Пусковые износы автомобильных двигателей при низких температурах / Лосавио Г.С. НИИАТ, 1967.- 56-87с.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ РАЗДАЧИ ВТУЛОК ПРИ ПОМОЩИ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА

А.В. Телешак, ст. гр. М5/2,
Б.И. Бутаков, проф., д-р техн. наук, Д.Д. Марченко, ас.
Николаевский национальный аграрный университет

В данное время в ремонтном производстве получила наибольшее распространение технология, при которой восстановление размеров детали происходит путем раздачи [1]. Однако восстановленные по данной технологии детали имеют ряд существенных недостатков, основным из которых является наличие больших остаточных напряжений в материале втулки, что, в конечном итоге, приводит к разрушению детали.

Одним из перспективных путей развития технологии восстановления изношенных деталей типа втулок является применение с этой целью электрогидравлического эффекта.

Предлагается способ и технология раздачи втулок механическими ударными импульсами [2]. С помощью цангового устройства ударный импульс, который генерируется электроразрядным генератором упругих колебаний, передается восстанавливаемой детали. Равномерность деформации втулки обеспечивается равномерностью распределения давления, создаваемого цангой по поверхности втулки. Увеличение величины раздачи втулки обеспечивается за счет повышения диффузионной подвижности атомов деформируемого металла.

Устройство для электрогидравлической раздачи втулок приведено на рис. 1.

Втулка 1, установлена в обойме 2, с помощью цанги 3 соединена с пуансоном 4, на который действует упругая пластина 5, которая закреплена в корпусе 6 на дне электроразрядной камеры 7. Внутри электроразрядной камеры 7 установлены отрицательный 8 и положительный 9 электроды, соединенные с генератором импульсов тока 10. Внутренняя поверхность электроразрядной камеры 7 выполнена в виде эллипсоида вращения, один из фокусов О1 которого совмещен с дном электроразрядной камеры 7, являющийся упругой пластиной 5, передающей ударный импульс на пуансон 4, а в другом фокусе О расположен электрод, закрепленный в двух втулках 11, установленных в отверстиях корпуса 6 вместе с резиновыми прокладками 12.

Устройство работает следующим образом.

Корпус 6 электроразрядной камеры 7 подводится с помощью упругой пластины 5 вибратора к пуансону 4. Напряжение, которое подается из электрической сети, повышается с помощью трансформатора через выпрямитель, который заряжает конденсатор. В конденсаторе генератора импульсов тока 10 накапливается электроэнергия и между отрицательным 8 и положительным 9 электродами электроразрядной камеры 7 происходит высоковольтный пробой, в результате которого на пуансоне 4 образуется ударный импульс, который через цангу 3 передается на стенку втулки 1.

Обойма 2 предназначена для того, чтобы втулка 1 не разрушилась во время раздачи и приняла правильную геометрическую форму.

При высоковольтном разряде в камере 7 с жидкостью (вода) первичная ударная волна достигает упругой пластины 5, пройдя расстояние О1О, отраженная волна проходит путь ОВ – ВО1, разница этих расстояний для всех точек эллипсоида составляет величину амплитуды равную 2А. С учетом скорости звука в воде ($c = 1500$ м/с) время прохождения волной расстояния 2А составляет 40 мкс, что соответствует частоте 25 кГц.

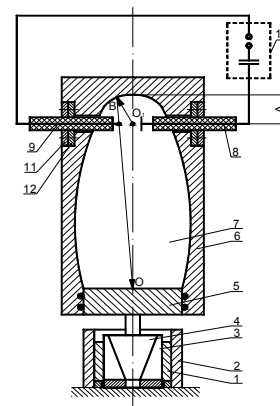


Рисунок 1 – Устройство для электрогидравлической раздачи втулок



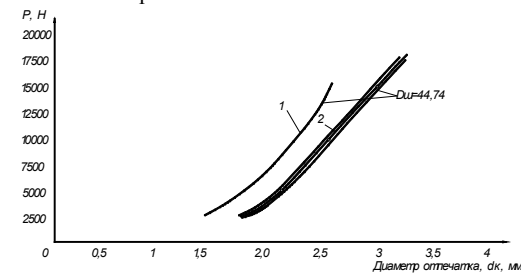
1 – разрядная камера; 2 – высоковольтный повышающий трансформатор; 3 – разрядник; 4 – регулятор низкого напряжения

Рисунок 2 – Внешний вид высоковольтной установки с энергией разряда 5 кДж

Для измерения силы удара, пластины ЭРГУК по детали нами применен упругоконтактный метод, основанный на измерении местных упругих деформаций при ударе тел со сферическим и плоским торцами. Давление на поверхности пластины ЭРГУК измерено с помощью метания груза (см. рис. 3).

3-х процентный раствор парафина на бензоле наносился кисточкой на плоскую стальную пластину твердостью HRC = 59 – 64. При испарении бензола на пластине образовывался тонкий слой парафина. Устройство для измерения усилия показано на рис. 4.

Тарировочная кривая для определения силы удара по диаметру отпечатка шарика диаметром 44,47 мм показана на рис. 3.



1 – теоретическая кривая; 2 – тарировочная кривая

Рисунок 3 – Зависимость силы удара от диаметра отпечатка

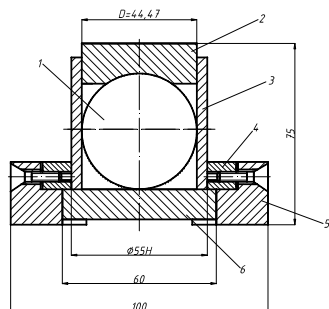
Тарирование проведено на прессе Бринелля по десяти измерениям при силах 2,5; 5,0; 10; 15 кН. Доверительный интервал на значение диаметра отпечатка рассчитан с доверительной достоверностью 0,95. Дисперсия не превышала значения $S = 0,05$. Погрешность измерения силы с ростом ее снижается. Для силы 2,5 кН – $e = 16\%$, для силы 10 кН – $e = 8\%$. Погрешность измерения силы удара может быть снижена до $e = 3\%$, если тарирование провести на более точном прессе.

Величина сближения шарика и плоскости при усилии 10 кН, $D_{ш} = 44,47$ мм, рассчитывалась по формуле

$$\lambda_c = 1,54 \sqrt{\frac{P^3}{E_y^2 D_{ш}}}$$

и равняется 0,06 мм.

С целью исключения пластической деформации в контакте шара с плоскостью сила должна быть ограничена величиной $[P]$, где $[P]$ в Ньютонах, рассчитанная по формуле $[P] = 490 D_{ш}^2$.



1 – шар; 2 – пуансон; 3 – втулка; 4 – корпус;
5 – упор; 6 – пластина

Рисунок 4 – Схема устройства для измерения силы удара упругоcontactным методом



1 – пластина; 2, 5, 6 – пуансоны;
3 – шар; 4 – корпус

Рисунок 5 – Внешний вид устройства для измерения силы удара упругоcontactным методом

Для шара диаметром 44,47 мм допустимое усилие $[P] = 10$ кН. С целью измерения больших усилий применялись шары большего диаметра или пуансоны с увеличенными радиусами кривизны.

Упругоcontactное измерительное устройство (рис. 4) устанавливалось закаленной пластиной в центре пластины ЭРГУКа, плотно без заметного усилия с помощью винтовых механизмов поджималось к измерителю силы. Перед этим наносился на пластину слой парафина, проводился высоковольтный разряд и устройство разбиралось. Размеры упругого отпечатка измерялись на микроскопе. При каждом режиме измерение проводилось по 3 раза.

Список литературы

1. Бутаков Б. И. Основные принципы технологии импульсного и малоскоростного воздействия на структуру и свойства металлов и сплавов: дис. на соискание ученой степени доктора техн. наук: 05.02.01 / Бутаков Борис Иванович. — К., 1992. — 533 с.
2. Патент України на корисну модель UA 70054 МПК B24B 39/02 (2006.01). Спосіб електрогідравлічного роздавання втулок / Бутаков Б.І., Письмак С.В., Приймак А.Ю.; заявник і патентовласник Бутаков Б.І. — №u201113395; заявл. 14.11.2011; опубл. 25.05.2012, Бюл. №10.

УПРОЧНЕНИЕ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС ОБКАТЫВАНИЕМ ИХ РОЛИКАМИ

В.С. Ханмов, ст. гр. М4/3,

Б.И. Бутаков, проф., д-р техн. наук

Николаевский национальный аграрный университет

Радиусы переходных кривых у основания зубьев зубчатых колес существенно влияют на предел выносливости зубьев при изгибе. Это объясняется тем, что опасное сечение зубьев располагается в зоне переходной кривой и от ее кривизны зависит величина опасного сечения основания зуба. Кроме того, радиус переходной кривой вызывает концентрацию напряжений у основания зубьев. В работе [1] показано, насколько может измениться коэффициент концентрации напряжений в зависимости от радиусов переходных кривых для зубчатых колес различных геометрических параметров и даны рекомендации по расчету теоретических коэффициентов концентрации напряжений $k = 1 + 0,15 S_0 / \rho_f$, где S_0 —

толщина зуба в опасном сечении; ρ_f — радиус кривизны переходной кривой. Максимальное значение k при нагрузке на вершине зуба может достигать 2 - 2,2 [2]. Поэтому усталостная поломка зубьев шестерен — одна из основных причин преждевременного выхода из строя зубчатых колес различных машин. Дополнительная концентрация напряжений возникает от грубой шероховатости или надрезов на поверхности впадин или переходной кривой, где дефекты механической обработки встречаются наиболее часто. Кроме того, в тех случаях, когда закалка зубьев не захватывает дна впадины и остаточные растягивающие напряжения выходят на поверхность в опасных сечениях зубьев, дополнительно снижается их прочность изгибу. По данным [3], применение термической и термохимической обработки для повышения контактной прочности зубьев часто приводит к снижению прочности изгиба на 30—80 %

На рис. 1 показаны три формы профилей прикорневых частей ножек зубьев с модулем 26 мм [4] и указаны соответствующие этим профилям коэффициенты концентрации напряжений, полученные поляризационно-оптическим методом на моделях натуральной величины. Первый круговой профиль сопряжения применяется в цилиндрических зубчатых колесах, изготавливаемых методами огибания на зубофрезерных и зубодолбежных станках. Две другие формы профилей характерны для конических зубчатых колес, нарезаемых на зубостроительных станках по копиям.

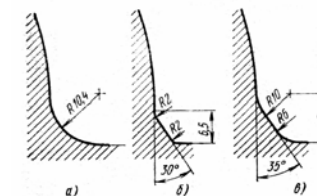


Рисунок 1 – Формы прикорневой части зубьев крупномодульных зубчатых колес с коэффициентами концентрации напряжений 1,4 (а), 1,65 (б) и 1,52 (в)

Мелкомодульные зубчатые колеса в массовом и крупносерийном производствах накатывают объемным холодным пластическим деформированием [5]. Для средних модулей (7 - 10мм) применяют специальные станки, на которых обкатывают впадину и переходную

кривую в ножке зуба [1, 2]. ППД переходной кривой у ножки зубьев крупномодульных шестерен ($m = 26$ мм; $Z_{ш} = 32$) бортовых передач карьерных экскаваторов осуществлено с помощью устройства с поперечным обкатыванием колеса (рис. 2). Устройство состоит из корпуса 1, нагружающего узла и рабочего ролика. Ролик сборной конструкции состоит из дисков 7 и 9, между которыми закреплены зубья-пуансоны 8. Ролик установлен на радиально-упорных подшипниках 6 в головке 5, расположенной в направляющих корпуса. Нагружающий узел имеет две пружины 3, усилие сжатия которых регулируют гайками 4 и передают на ролик через планку 2. Зубья-пуансоны являются деформирующими элементами ролика. При обкатывании упрочняемое колесо вращает зубчатый ролик, поджатый силовым механизмом. Зубья-пуансоны соприкасаются с упрочняемым колесом только по впадинам между зубьями. Эвольвентный участок зубьев колеса в работе не участвует. Поэтому межцентровое расстояние в паре упрочняемое колесо-ролик изменяется от максимума, в момент, когда зуб ролика пересекает линию цилиндров, до минимума, когда эту линию пересекает зуб колеса. Такой характер работы приводит к динамическому приложению нагрузки, усиливающей деформацию металла, а следовательно, и упрочняющий эффект обкатывания. Высокая степень наклепа металла достигается за счет малого профильного радиуса кривизны зубьев-пуансонов в осевом сечении. Для упрочнения зубчатых колес бортовой передачи карьерных экскаваторов создан специальный станок-полуавтомат [4]. На станке можно реализовать следующие режимы упрочнения: частота вращения упрочняемого колеса 2 - 5 мин⁻¹; подача ролика вдоль зуба упрочняемого колеса 0,6; 1,04; 1,32, 1,6 мм/об; рабочее усилие 10 - 30 кН.

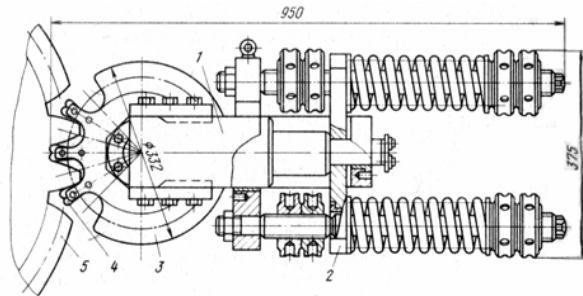


Рисунок 2 – Устройство для поперечного обкатывания зубчатого колеса бортовой передачи экскаватора на токарном станке

Основная трудность обкатывания роликами конических колес связана с переменной шириной впадин между зубьями. Для упрочнения конических колес разработан способ обкатывания впадин винтовыми роликами и полуавтомат для реализации этого способа [4]. Деформирующие поверхности винтового ролика расположены по двум винтовым линиям взаимно противоположного направления (рис. 3, а).

Во время качения ролика в осевом сечении упрочняемого колеса винтовые линии профилей ролика разворачиваются по сторонам трапеций, представляющим собой образующие ножек упрочняемых зубьев. Однако для эффективной деформации металла во впадинах крупномодульных зубчатых колес роликом, профиль которого соответствует профилю впадин, потребовались бы слишком большие усилия обкатывания. Такой ролик должен иметь профиль переменной формы, так как переходная кривая у корня зубьев конических колес изменяет свою форму по длине зуба соответственно изменению модуля.

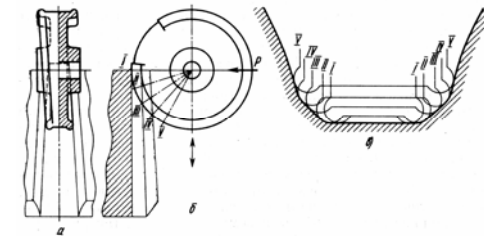
Эти трудности можно обойти, если придать ролику постоянную увеличенную относительно профиля впадины кривизну, а для того, чтобы вся опасная зона у корня зубьев

была деформирована, после каждого прохода по впадине необходимо сообщать ролику круговую подачу. Поворот на небольшой угол разводит винтовые линии рабочих профилей ролика в рассматриваемом сечении (рис. 3, б) и перемещает точки контакта ролика с колесом по ширине обкатываемой впадины. Показанные на рис. 3, в пять положений профиля ролика во впадине (I—V) соответствуют пяти отмеченным осевым сечениям ролика. Шаг винтовой

линии профиля ролика зависит от размеров упрочняемого зубчатого колеса: $P_e = \pi D_p a_o / L$, где a_o - половина ширины впадины на расчетном диаметре у наружного торца зубчатого колеса; L - длина образующей делительного конуса упрочняемого зубчатого колеса. Выбрав в качестве расчетного диаметр основной окружности, получим

$$P_e = \frac{\pi D_p m Z_{ш} \cos \alpha}{2 L \cos \varphi} \sin \left[\frac{\pi \cos \varphi}{Z_{ш}} - \text{inv} \alpha \right],$$

где φ – угол начального конуса упрочняемого зубчатого колеса.



а – форма ролика в осевой плоскости; б – форма ролика, вид в направлении оси ролика; в – подача ролика по поверхности впадины

Рисунок 3 – Схема продольного обкатывания конических зубчатых колес

Станок-полуавтомат для осуществления описанного процесса обкатывания конических шестерен винтовым роликом обеспечивает определенное угловое положение ролика относительно обкатываемого колеса и заданную круговую подачу ролика на каждый его двойной ход. Кроме поперечного обкатывания цилиндрических зубчатых колес разработаны способ и станок-полуавтомат для продольного обкатывания колес торообразными консольными роликами с подачей их по профилю переходной поверхности у ножек зуба [6].

Список литературы

1. Генкин М. Д. Повышение надежности тяжелонагруженных зубчатых передач / М. Д. Генкин, М. А. Рыжов, Н. М. Рыжов. — М.: Машиностроение, 1981. — 232 с.
2. Устиненко В. Л. Напряженное состояние зубьев цилиндрических прямозубых колес / В.Л. Устиненко. — М.: Машиностроение, 1972. — 92 с.
3. Применение поверхностного наклепа для упрочнения зубчатых колес станков. — М.: ОНТИ ЭНИМС, 1968. — 27 с.
4. Браславский В. М. Технология обкатки крупных деталей роликами / В.М. Браславский. — М.: Машиностроение, 1975. — 160 с.
5. Писаревский М. И. Современная технология и оборудование для накатывания резьб, червяков и зубьев. Обзор. / М. И. Писаревский, М. Т. Семин, В. В. Лапин. — М.: НИИМАШ, 1980. — 76 с.
6. Браславский В. М. Деформационное упрочнение деталей машин / В. М. Браславский, А. А. Бараз // Вестник машиностроения. — 1983. — № 7. — С. 61—63.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПАР ТРЕНИЯ

В.Ю. Хрипливый, ст. гр. М5/2,
Б.И. Бутаков, проф., д-р техн. наук
Николаевский национальный аграрный университет

Для упрочнения поверхностного слоя металлических деталей ответственного назначения находит применение поверхностное пластическое деформирование (ППД) обкатыванием роликами или чеканкой бойками. Для улучшения внешнего товарного вида и повышения износостойкости поверхностного слоя применяется чистовое ППД, а с целью повышения износостойкости деталей – упрочняющая обработка.

Современная техника для упрочнения поверхностных слоев, которые в большинстве случаев определяют служебные характеристики деталей машин, включает целый ряд методов: химико-термическую обработку, закалку ТВЧ, лазерную обработку и т. д. Для массового производства широкое применение для упрочнения поверхностных слоев деталей машин нашло обкатывание роликом.

При осуществлении технологического процесса обкатывания наиболее широко применяются сферические или торообразные ролики и при больших углах вдавливания ролика в направлении его подачи на обкатанной поверхности детали появляется волнистость с шагом, отличным от величины подачи.

Основной причиной появления волнистости многие исследователи считают наличие торцевого биения ролика, приводящего к переменной подаче обкатывания [1]. Для предотвращения появления волнистости при чистовом обкатывании рекомендуют принимать угол вдавливания значением $2 - 30^\circ$, что ограничивает шероховатость обкатанной поверхности величиной $40 < R_z < 80$ мкм, а для уменьшения волнистости – использовать ролики с точным рабочим профилем и чаще их перешлифовывать. При упрочняющем обкатывании тонкий поверхностный слой для исключения волнистости поверхности сошлифовывают или стачивают, это существенно уменьшает эффективность упрочнения [1].

С помощью универсального динамометра УДМ конструкции ВНИИ были измерены составляющие усилия P обкатывания торообразным роликом валов диаметром 100 - 200 мм из стали 40 (200 НВ) на токарном станке с помощью устройства, показанного на рис. 1, а, б. Ролик 1 установлен через подшипники 8 на оси 9. Усилие пружины 3 через тягу 4, ось 7 и рычаг 2 передается на ролик 1 и прикладывается к детали. Рычаг 2 установлен на оси 11 с помощью игольчатого 6 и упорных 5 подшипников и легко поворачивается относительно корпуса 10. В устройстве вместо подшипников качения 5 и 6 могут быть установлены подшипники скольжения.

На рис. 2 показана осциллограмма составляющих усилия P , полученная при установке роликового узла на опорах скольжения, т.е. применительно к конструкции устройств, используемых на заводах для упрочняющего или чистового обкатывания стальных деталей.

Номинальное значение усилия поджима ролика к детали, $P_{yn} = 5$ кН, а соотношение: $P_{xn} : P_{yn} : P_{zn} = 0,15 : 5 : 1,5$. Сила P_x в процессе обкатывания остается практически постоянной, а силы P_y и P_z с каждым оборотом ролика периодически изменяются; амплитуда колебания силы P_y составляет $\Delta P_y = 0,45$, а сила P_z (в направлении подачи) изменяется менее заметно. При установке роликового узла на подшипниках качения, как показали измерения, $\Delta P_y < 0,03 P_{yn}$, а колебания сил P_x и P_y практически не обнаружены [2].

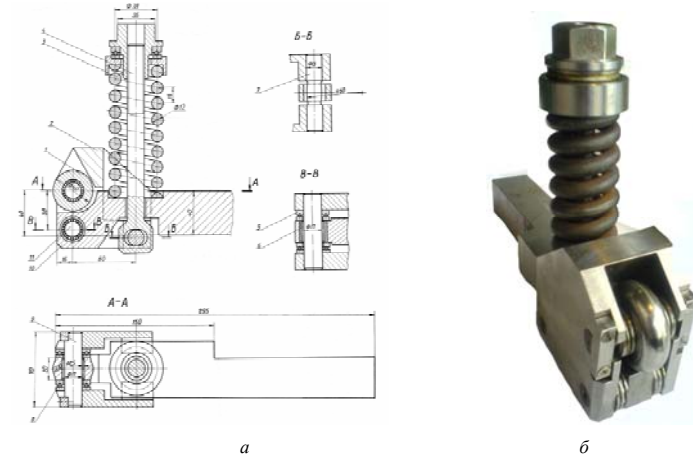
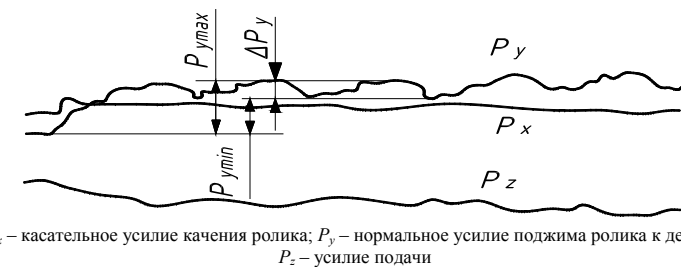


Рисунок 1 – Конструкция устройства для обкатывания деталей торообразным роликом со стабилизацией усилия обкатывания (а) и его общий вид (б)

Коэффициент трения в подшипниках скольжения составляет $f_c = 0,05 \div 0,1$, а в подшипниках качения $f_k = 0,003 \div 0,008$, поэтому стабилизация усилия P при установке роликового узла на подшипниках качения достигается существенным уменьшением сил трения в опорах. Силы трения в опорах, складываясь с рабочим усилием пружинящего элемента обкатного устройства, влияют на величину усилия P обкатывания; при наличии же радиального биения ролика силы трения в процессе обкатывания становятся переменными по величине и направлению. Это позволило предположить, что основной причиной появления волнистости является наличие колебания усилия P обкатывания при каждом обороте ролика в результате его радиального биения [2, 3].



P_x – касательное усилие качения ролика; P_y – нормальное усилие поджима ролика к детали; P_z – усилие подачи

Рисунок 2 – Осциллограмма составляющих усилия P обкатывания

Рассчитаем шаг волны S_w при некрatных отношениях D_d/D_p , где D_d , D_p соответственно диаметры детали и ролика. Точками на развертке следа ролика при качении его по детали отмечены места максимального значения усилия P (рис. 3).

Точки, сдвигаясь по поверхности детали, образуют винтовые линии с шагом S_w , превосходящим величину S подачи ролика. Вдоль этих линий деформация металла поверхностного слоя детали получается большей, чем в промежутках между ними, чем и определяется появление волнистости. Из подобия треугольников ABC и A_1B_1C получим

$$S_w = D_p S / (D_p N - D_d),$$

где: $N = D_0/D_p + 1$ (здесь D_0/D_p - целая часть отношения). Данное выражение справедливо для случая, исключающего проскальзывание ролика по детали при их взаимном вращении, при наличии скольжения фактический шаг волны может значительно отличаться от расчетного. Разворотом оси ролика вокруг перпендикуляра к поверхности контакта в ту или другую сторону можно изменить степень проскальзывания ролика и тем самым повлиять на величину S_w .

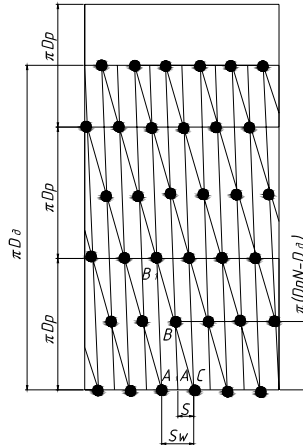


Рисунок 3 – Схема расчета шага S_w волны при обкатывании роликами

Стабилизируя с помощью установки роликового узла на подшипниках качения усилие P , можно исключить появление волнистости при больших углах вдавливания, которые свойственны даже упрочняющему обкатыванию. При этом удается получить шероховатость поверхности $R_a = 0,08 - 0,32$ мкм при исходной $R_z = 80 - 160$ мкм, и кроме того, совместить чистовое и упрочняющее обкатывание.

Способ обкатывание деталей роликами со стабилизацией усилия обкатывание позволяет получать упрочненный слой различной толщины с достаточно высокой и однородной твердостью, а также повышенной износостойкостью.

Список литературы

- Браславский В. М. Технология обкатки крупных деталей роликами / В. М. Браславский. – М. : Машиностроение, 1975. – 160 с.
- Бутаков Б. И. Усовершенствование процесса чистового обкатывания деталей роликами / Б. И. Бутаков. Вестник машиностроения. – 1984. – № 7. – С. 50 – 53.
- Бабей Ю. И. Поверхностное упрочнение металлов. / Ю. И. Бабей, Б. И. Бутаков, В. Г. Сысоев. – К.: Наукова думка, 1995. – 256 с.

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ОБКАТЫВАНИЯ ВАЛОВ РОЛИКАМИ

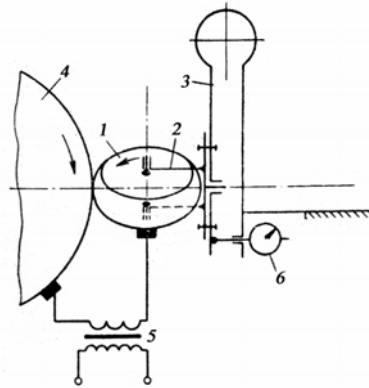
М.Ю. Шатохин, ст. гр. М4/3,
Б.И. Бутаков, проф., д-р техн. наук
Николаевский национальный аграрный университет

Повышение прочностных характеристик поверхностного слоя можно получить с помощью обкатывания твердосплавным роликом или сглаживания твердосплавной или алмазной пластиной с пропусканием через них переменного тока. Известные устройства для поверхностного упрочнения методом сглаживания характеризуются низкой стойкостью инструмента, так как твердосплавная пластина быстро изнашивается в месте контакта с деталью. Устройство с вращающимся роликом позволяет реализовать большие давления в зоне обработки, которые приводят к более глубокому деформированию металла, однако степень упрочнения поверхностного слоя при этом снижается в сравнении с электромеханическим сглаживанием.

При электромеханическом упрочнении стальных деталей вращения твердосплавным роликом при пропускании через пятно контакта электрического тока (сила тока, $I = 300 - 2000$ А, напряжение $U = 2,5 - 6$ В) глубина упрочненного белого слоя составляет $0,05 - 1,5$ мм.

Электромеханический способ упрочнения основан на совмещении электрического, т.е. термического и силового воздействия на поверхностный слой обрабатываемой детали. Сущность этого способа заключается в том, что в процессе обработки детали через поверхность контакта инструмента с изделием проходит ток большой силы и низкого напряжения, вследствие чего выступающие гребешки поверхности подвергаются сильному нагреванию и под давлением инструмента деформируются и сглаживаются, а поверхностный слой металла упрочняется [1].

Снижение шероховатости обрабатываемой поверхности за счет электромеханического упрочнения и совмещения обкатывания и оптимального проскальзывания ролика относительно обрабатываемой поверхности, а также высокая стойкость инструмента достигаются за счет эффекта проскальзывания вращающегося ролика, установленного в динамометрическом корпусе головки, которая выполнена поворотной вокруг нормали к рабочей поверхности ролика [2]. Устройство с поворотом оси ролика относительно оси детали показано на рис.1.



1 – вращающийся ролик; 2 – головка динамометрического корпуса; 3 – динамометрический корпус; 4 – деталь; 5 – трансформатор; 6 – индикатор

Рисунок 1 – Устройство с вращающимся роликом для электрохимической обработки деталей

Устройство состоит из вращающегося ролика 1, ось которого закреплена в головке 2. Головка выполнена поворотной вокруг нормали к оси рабочей поверхности ролика, которая проходит через пятно его контакта с обрабатываемой деталью. Головка установлена на динамометрическом корпусе 3. К детали 4 и ролику 1 подводится ток от вторичной обмотки трансформатора 5. Усилие прижима ролика 1 к обрабатываемой детали контролируется индикатором 6.

Необходимое усилие прижима ролика к детали обеспечивается за счет сжатия динамометрического корпуса.

Ось ролика устанавливается наклонно относительно оси детали, чем обеспечивается необходимое проскальзывание и сглаживающий эффект обработки. Вращение ролика вокруг своей оси оказывает содействие повышению его стойкости, так как в контакт с деталью непрерывно включаются разные точки его поверхности.

Благодаря установке ролика на поворотной головке создается возможность выбора оптимального для каждого обрабатываемого материала соотношения скоростей проскальзывания и обкатывания.

Коэффициент проскальзывания ролика относительно обрабатываемой поверхности K_{Π} определяется по зависимости (см. рис. 2)

$$K_{\Pi} = \frac{V_{\Pi}}{V_{\text{дет}}} = \frac{V_{\text{дет}} \cdot \sin \alpha}{V_{\text{дет}}} = \sin \alpha, \quad (1)$$

где $V_{\text{дет}}$ – скорость вращения детали; V_{Π} – скорость проскальзывания; α – угол наклона оси ролика.

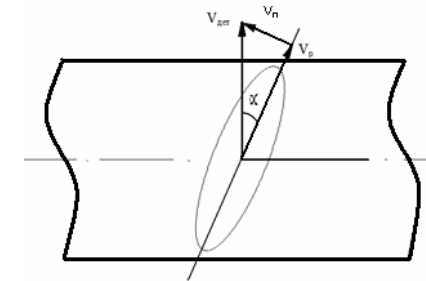


Рисунок 2 – Схема расчета коэффициента проскальзывания ролика относительно обрабатываемой поверхности

На рис. 3. приведен график изменения шероховатости в зависимости от величины коэффициента проскальзывания K_{Π} при поверхностном пластическом деформировании стальных деталей в отсутствие тока [3]. Из графика видно, что минимальная шероховатость поверхности получается при $K_{\Pi} = 0,18$. При выборе коэффициента K_{Π} следует также учитывать, что при увеличении проскальзывания ролика относительно обрабатываемой поверхности уменьшается стойкость обкатывающего ролика.

При электрохимическом поверхностном слое повышаются характеристики слоя в результате увеличения плотности дислокаций, обеспечения равномерности их распределения, увеличения длины границ, создания дислокационных барьеров, формирования вторичных фаз.

Отмеченные явления оказывают влияние на уменьшение количества мартенситной фазы в закаленной структуре [4, 5].

При этом в упрочненном поверхностном слое имеет место интенсивная диффузия химических элементов (углерода, хрома, никеля, молибдена, ванадия, вольфрама) из глубины детали на поверхность [4, 6]. Сущность механизма диффузии заключается в допущении возникновения при пластическом деформировании из-за поперечного движения винтовых дислокаций и их взаимодействия с порогами вакансий междузловых атомов и предположения, что при небольших скоростях деформирования возникают главным образом вакансии, а междузловые атомы зарождаются только при больших (критических) скоростях. Тогда атомы, введенные в междузлия, но еще не находящиеся в силовом поле напряжений, могут быть увлечены потоком дислокаций скольжения, что ускоряет диффузию. С увеличением концентрации вакансий скорость диффузии замедляется и возрастает с повышением плотности дислокаций.

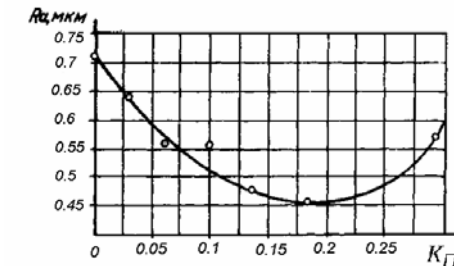


Рисунок 3 – Зависимость параметра R_a шероховатости обработанной поверхности от величины коэффициента проскальзывания K_{Π}

Кроме того, большая скорость диффузии углерода и других элементов в белом слое при электромеханическом упрочнении может быть объяснена возникновением в результате влияния высоких импульсных температур и давлений порядка 0,1-10 ГПа. Белый слой, полученный методами электромеханического упрочнения, имеют более высокую, чем мартенсит обычной закалки, микротвердость. Увеличение содержания углерода в стали, наличие в ней небольших количеств хрома, никеля, молибдена, ванадия, вольфрама приводят к повышению микротвердости, которая объясняется легированием основных фаз (мартенсита, карбидов) и измельчением структуры.

Список литературы

1. Аскинази Б.М. Упрочнение и восстановление деталей электромеханической обработкой / Аскинази Б.М. - М.: Машиностроение. – 1968. - 164 с.
2. А.С. 270922 СССР, В 23р 1/10. Устройство для электромеханической обработки деталей / В.М. Браславский, Ш.Л. Теслер, Н.Н. Горелова, Б.И. Бутаков. – Оpubл. 12.05.1970. - Бюл. № 17.
3. Чистосердов П.С. Высокопроизводительные ротационные инструменты для калибрующей упрочняющей обработки / П.С. Чистосердов, Г.С. Жуковец. – М.: НИИИНФОРМТЯЖМАШ. - 1974. – 56 с.
4. Бабей Ю.И. Физические основы импульсного упрочнения стали и чугуна / Ю.И. Бабей. – Киев: Наукова думка, 1988. – 240 с.
5. Кершенбаум В.Я. Механотермическое формирование поверхностей трения / В.Я. Кершенбаум. – М.: Машиностроение. – 1987. – 232 с.
6. Бабей Ю.И. Поверхностное упрочнение металлов / Ю.И. Бабей, Б.И. Бутаков, В.Г. Сысоев. – Киев: Наукова думка, 1995. – 256 с.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОБКАТЫВАНИЯ РОЛИКАМИ МАЛОГО ДИАМЕТРА ДЕТАЛЕЙ ВРАЩЕНИЯ

**И.И. Щерёдин, ст. гр. М4/3,
Б.И. Бутаков, проф., д-р техн. наук**
Николаевский национальный аграрный университет

Увеличение профильного радиуса ролика – один из путей повышения производительности обкатывания. Однако увеличение радиуса влечет за собой рост рабочего усилия. Величина допускаемого усилия P , как правило, ограничивается жесткостью металлорежущих станков и обрабатываемых деталей. Кроме того, реализация больших рабочих усилий требует применения сложных и тяжелых обкатных устройств. Все это приводит к тому, что увеличение P при сохранении остальных параметров процесса обкатывания позволяет повышать производительность лишь в очень узких пределах. Дополнительные возможности увеличения степени пластической деформации при малых углах вдавливания ролика в плоскости подачи φ_a , что предотвращает появление волнистости и с опорами скольжения, открывает уменьшение диаметра ролика. Диаметр ролика не определяет непосредственно величину продольной подачи при обкатывании, однако от диаметра зависит рабочее усилие. При уменьшении диаметра ролика уменьшается размер отпечатка, иначе говоря, при данном допускаемом усилии обкатывания с уменьшением

диаметра ролика может быть увеличен его профильный радиус, а, следовательно, увеличена подача, и, тем самым, повышена производительность. Обычно применяемые для чистового обкатывания ролики кругового профиля имеют отношение радиусов кривизны осевого и поперечного сечений в диапазоне 2 - 0,5. Отпечатки этих роликов на цилиндрических деталях имеют форму эллипсов с соотношением осей от 0,45 до 2,5. Ролики малого диаметра имеют отношение радиусов кривизны иного порядка. Для ролика диаметром 12,5 мм с профильным радиусом 600 мм это отношение составляет 96. Отпечатки этих роликов представляют собой вытянутые в направлении подачи эллипсы с отношением осей 0,25 – 0,05.

Условия деформации поверхностного слоя детали под такими роликами значительно отличаются от условий обычного обкатывания. По мере увеличения профильного радиуса и уменьшения диаметра ролика точечный исходный контакт с деталью все более приближается к линейному. Поэтому естественным развитием формы таких роликов являются цилиндрические ролики малого диаметра с прямолинейной образующей. Преимуществом роликов с цилиндрическим рабочим участком является независимость длины их контакта с деталью и угла вдавливания от профильного радиуса. За счет увеличенной кривизны ролика в плоскости его качения удается получить при отсутствии волнистости на обкатанной поверхности интенсивную деформацию обкатываемой поверхности. После обкатывания вала из стали 40 пятимиллиметровым игольчатым роликом длиной 25 мм ферритные и перлитные зерна значительно вытянуты в направлении качения ролика. Ролики малого диаметра с прямолинейным профилем, скругленным у торцев радиусом 30-50 мм, позволяют применять увеличенные продольные подачи, достигающие 6-16 мм на оборот детали. Волнистость на обкатанной поверхности отсутствует. Для случаев обработки деталей цилиндрическим роликом относительно малого диаметра ($D_p \ll D_d$) средний угол вдавливания можно выразить в радианах, используя отношение

$$\varphi = \varphi_b/2 = b/D_p \quad (1)$$

Нагрузка на единицу длины контакта ролика с обрабатываемой поверхностью $q = 0,01 \text{ НМ}$, где: 0,01 – коэффициент соответствия размерностей q и НМ .

Тогда с учетом (1) имеем:

$$q = 0,02 \text{ НМ } 2b, \quad (2)$$

где: q в кН/мм; НМ в единицах твердости по Мейеру; D_p в мм; φ в рад (во избежание шелушения от перенаклепа необходимо принимать средний угол вдавливания ролика $\varphi < 5^\circ$).

Погонное усилие обкатывания q , рассчитанное по зависимости (2), с учетом коэффициента твердости, удовлетворительно совпадает с усилием, определенным при экспериментальном обкатывании цилиндрическими роликами стальных деталей с различной исходной шероховатостью [1, 2].

В связи с расширяющимся применением деталей, наплавленных сталями марок 06Х19Н9Т, 3Х13, 20Х10Г10Т и т.п. (главным образом в тяжелых гидравлических прессах), возникла необходимость в чистовой обработке поверхностным пластическим деформированием наплавленных поверхностей. Обкатывание таких поверхностей обычными торообразными роликами сопровождается образованием волнистости из-за периодической (по шагу наплавки) переменной твердости наплавленного металла (при шаге наплавки 16 мм колебание твердости от 170 до 225 $\text{HV}10$). Поэтому для обкатывания подобных деталей в качестве деформирующего элемента был применен бочкообразный ролик диаметром 12,5 мм с радиусом рабочего профиля 600 мм [1]. При таком радиусе контакт ролика с обрабатываемой поверхностью превышает шаг наплавки, а малый диаметр ролика обеспечивает интенсивную деформацию металла, несмотря на уменьшение кривизны ролика в его осевом сечении.

Устройство для обкатывания крупных валов бочкообразным роликом показано на рис. 1.

Количество опорных роликов выбирается в зависимости от требуемого усилия обкатывания и диаметра рабочего ролика. Для рабочего ролика диаметром 12,5 мм при усилиях обкатывания до 60 кН принята шестироликовая схема. Рабочий ролик 1 опирается на два промежуточных ролика 2, которые, в свою очередь, лежат на трех опорных роликах 3, установленных на осях 4 в поворотной головке 5. В осевом направлении положение рабочего ролика фиксируется упором, изготовленным из стали ХВГ и закаленным до твердости 60-62 HRC. Промежуточные и опорные ролики торцами опираются в упорные шариковые подшипники. Головка крепится к штоку 6 с помощью винтов, которые позволяют выверять ее угловое положение для уменьшения осевой составляющей усилия обкатывания на рабочем ролике. Усилие обкатывания создается гидроцилиндром 8 и определяется по манометру. Оно передается на ролик через пакет тарельчатых пружин 7, снижающих жесткость системы.

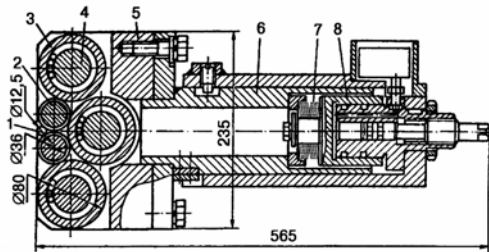


Рисунок 1 – Устройство для обкатывания крупных валов бочкообразным роликом

С помощью описанного устройства обкатывают, например, рабочие поверхности плунжера (диаметром 1340 x 3250 и 650 x 3020 мм), наплавленные сталью 06X19H9T. Под обкатывание плунжер обтачивается широким резцом с подачей 4 мм/об. Ось рабочего ролика устанавливается горизонтально, для чего роликовая головка устройства выверяется маятниковым угломером. При усилии обкатывания 42,5 кН, продольной подаче 3 мм/об и скорости обкатывания 35 м/мин получена шероховатость поверхности, соответствующая параметру $Ra = 0,63$ мкм при исходной, $Rz = 20$ мкм. После обкатывания твердость поверхностного слоя повышается на 10% по сравнению с исходной, и что особенно существенно, выравнивается; ее колебания в пределах одного шага наплавки, достигавшие 27%, снижаются до 10%. Большее увеличение твердости (на 50-55%) достигается при обкатывании плунжеров, наплавленных сталью 20X10ГЮТ. В результате обкатывания гидроабразивный износ наплавленных плунжеров уменьшается на 15-18% и заметно повышается их кавитационная стойкость.

Список литературы

1. Бабей Ю.И. Поверхностное упрочнение металлов / Ю.И. Бабей, Б.И. Бутаков, В.Г. Сысоев. – К.: Наук. думка, 1995. - 256 с.
2. Бутаков Б.И. Усовершенствование процесса чистового обкатывания деталей роликами / Б.И. Бутаков // Вестник машиностроения. – 1984. - №7. – С. 50 - 53.

УПРАВЛЕНИЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬЮ ПРИ ПЕРЕВОЗКАХ ПАРТИОННЫХ ГРУЗОВ

Д.О. Безуглый, ст.

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

При перевозках многих видов грузов (потребительских товаров в розничную торговую сеть, почтовых грузов) в силу ряда причин целесообразной считается организация работы автомобилей на постоянных маршрутах. Среди таких причин выделяются технологические – необходимость соблюдения жестких графиков доставки и получения грузов, экономические – отсутствие эффективных алгоритмов проектирования развозочных маршрутов минимальной протяженности в кратчайшие сроки, практические – потеря личных контактов водителей с руководителями и исполнителями в пунктах заезда.

Вследствие изменчивого спроса на перевозки загрузка автомобилей на маршрутах также изменяется, что приводит как к недогрузке автомобиля, так и к возможной его перегрузке. В последнем случае часть клиентуры остается не обслуженной полностью или частично, что снижает качество их транспортного обслуживания и влечет за собой убытки перевозчиков вследствие либо прямых штрафов, либо ухода клиентуры к другому перевозчику. Безосновательное повышение грузоподъемности автомобилей, обслуживающих маршруты также ведет к росту затрат перевозчика вследствие ухудшения использования грузоподъемности автомобилей.

Детерминистические методы описания этой взаимосвязи дают линейные модели изменения количества пунктов заезда при изменении грузоподъемности автомобиля. При изменчивом спросе (и изменяющихся объемах завоза и/или вывоза грузов) и постоянных маршрутах эти модели дают существенную погрешность расчета загрузки автомобиля на конкретной езде и потому не могут использоваться в практических расчетах. С вероятностно-статистической точки зрения объем перевозок на маршруте за одну езду при работе на этом маршруте в течение длительного промежутка времени и при неограниченной грузоподъемности (грузовместимости) автомобиля определяется по формуле

$$q\phi = n_3 \cdot \bar{g}, \quad (1)$$

где $\bar{g}$ - средний объем завоза (вывоза) грузов в один пункт на маршруте.

В случае же использования автомобиля фиксированной грузоподъемности, такой, что вероятность превышения суммарного заказанного объема перевозок за одну конкретную езду его грузоподъемности больше нуля, фактический средний объем перевозок ($q\phi$) будет меньше рассчитанного по формуле (1). При этом, чем выше грузоподъемность используемого автомобиля, тем меньше $q\phi$ будет отличаться от $q\phi$, и, соответственно, меньше штрафы, но тем меньше будет коэффициент использования грузоподъемности и, соответственно, выше затраты на перевозку.

Таким образом, в рассматриваемых условиях необходим поиск компромисса между потерями от неполного или несвоевременного обслуживания клиентуры и неполного использования грузоподъемности автомобиля. Определяющим параметром в обоих случаях является грузоподъемность используемого автомобиля, который изменяет различные составляющие суммарных потерь в противоположных направлениях. Следовательно, оптимальной будет такая грузоподъемность автомобиля, при которой обеспечивается минимум суммарных затрат на перевозку и потерь от несвоевременной доставки грузов клиентам.

Целевая функция данной оптимизационной задачи может быть сформулирована следующим образом [1]

$$S_{\text{сум}} = S_{\text{п}} + S_{\text{ш}} \rightarrow \min, \quad (2)$$

где $S_{\text{сум}}$ – удельные суммарные затраты на транспортное обслуживание клиентуры, руб/т; $S_{\text{п}}$ – удельные затраты на перевозку, руб/т; $S_{\text{ш}}$ – удельные суммарные потери (штрафы) от неполного или несвоевременного обслуживания клиентуры, руб/т.

Методика расчета затрат при планировании перевозок известна [2] и основана на использовании регрессионных моделей, отражающих линейную зависимость переменной и постоянной составляющих себестоимости. Удельные суммарные потери от неполного или несвоевременного обслуживания клиентуры можно определить по формуле

$$S_{\text{ш}} = C_{\text{ш}} \cdot A_{\text{г}}, \quad (3)$$

где $C_{\text{ш}}$ – штраф за недопоставку (не вывоз) одной единицы груза, руб/т; $A_{\text{г}}$ – доля общего объема перевозок грузов, которые не были завезены (вывезены) вовремя.

Штраф за недопоставку единицы груза может включать, кроме собственно штрафных санкций, затраты на хранение груза, потери от иммобилизации денежных средств, затраты на использование дополнительных автомобилей для доставки груза, упущенную выгоду – не полученные доходы или прибыль, и другие затраты и потери, связанные с увеличением сроков поставки.

Величина $A_{\text{г}}$ может быть определена по формуле

$$A_{\text{г}} = \frac{P(g) \cdot \delta_{\text{г}}}{n_3 \cdot \bar{g}}, \quad (4)$$

где $P(g)$ – вероятность того, что грузоподъемность автомобиля окажется меньше суммарного заявленного объема завоза (вывоза) грузов (вероятность дефицита); $\delta_{\text{г}}$ – средний объем не завезенного (вывезенного) груза, т; n_3 – фактическое количество пунктов завоза (вывоза) на маршруте, ед.; $\bar{g}$ – средний объем завоза (вывоза) груза в один пункт заезда на маршруте, т.

При равномерном законе изменения спроса на перевозки вероятность дефицита определяется по формуле

$$P(g) = \frac{G_{\text{макс}} - q_{\text{н}} \gamma_{\text{ст}}}{G_{\text{макс}} - G_{\text{мин}}}, \quad (5)$$

где $G_{\text{макс}}$ и $G_{\text{мин}}$ – соответственно максимальный и минимальный спрос на перевозки на маршруте, т; $q_{\text{н}}$ – номинальная грузоподъемность автомобиля, осуществляющего перевозки на маршруте, т; $\gamma_{\text{ст}}$ – коэффициент статического использования грузоподъемности автомобиля.

Средний объем не завезенного груза на маршруте определяется по формуле

$$\delta_{\text{г}} = 0,5 \cdot (G_{\text{макс}} - q_{\text{н}} \gamma_{\text{ст}}). \quad (6)$$

Введем следующие обозначения: k_v – коэффициент вариации спроса в одном пункте завоза и k_3 – коэффициент запаса по грузоподъемности автомобиля, который определяется по формуле

$$k_3 = \frac{n_{\text{н}}}{n_3}, \quad (7)$$

где $n_{\text{н}}$ – номинальное количество пунктов завоза на маршруте, которое, в свою очередь, определяется по формуле

$$n_{\text{н}} = \frac{q_{\text{н}} \cdot \gamma_{\text{ст}}}{\bar{g}}. \quad (8)$$

Подстановка выражений (5)–(9) в выражение (4) с учетом того обстоятельства, что при равномерном распределении спроса средний объем завоза равен полусумме максимального и минимального объемов завоза приводит к следующему равенству

$$A_{\text{г}} = \frac{1}{4} \cdot \left[\sqrt{\frac{3}{n_3}} \cdot k_v + \sqrt{\frac{n_3}{3}} \cdot \frac{(k_3 - 1)^2}{k_v} - 2 \cdot (k_3 - 1) \right]. \quad (9)$$

Анализ функции (4) показывает, что доля не завезенных грузов с ростом коэффициента запаса по грузоподъемности автомобиля уменьшается вплоть до такого его максимально необходимого значения, когда грузоподъемность автомобиля становится равной максимально возможному объему перевозок на маршруте. Эта величина определяется по формуле

$$k_3^{\text{макс}} = 1 + \sqrt{\frac{3}{n_3}} \cdot k_v. \quad (10)$$

Уменьшение доли не завезенных грузов уменьшает и сумму штрафов. В то же время увеличение k_3 приводит к росту себестоимости перевозок. Таким образом, изменение одной и той же величины изменяет две составляющие целевой функции (2) различным образом. В этом случае существует такое ее значение, при котором функция (2) достигает минимума.

Оптимальное количество пунктов заезда на маршруте, исходя из целевой функции (2) и приведенных зависимостей, определяется по формуле

$$n_3^0 = \sqrt{\frac{a_{\text{пр}} \cdot \gamma_{\text{ст}} \cdot [2 \cdot l_i - l_{(i-1)-i}]}{b_{\text{пр}} \cdot l_{(i-1)-i} \cdot k_3 \cdot \bar{g}}}, \quad (11)$$

где $a_{\text{пр}}$ – свободный член регрессионной модели зависимости себестоимости перевозок, приведенной к одному километру пробега, от грузоподъемности автомобиля, руб/км; $b_{\text{пр}}$ – коэффициент этой же регрессионной модели, руб/ткм; l_i – пробег автомобиля от центрального до первого пункта на маршруте или от последнего пункта до центрального, км; $l_{(i-1)-i}$ – пробег автомобиля между смежными пунктами на маршруте, км.

Оптимальное значение коэффициента запаса по грузоподъемности определяется по формуле

$$k_3^0 = k_3^{\text{макс}} - \frac{2 \cdot b_{\text{пр}} \cdot [2l_i + (n_3 - 1) \cdot l_{(i-1)-i}] \cdot \sqrt{3} \cdot k_v}{\sqrt{n_3} \cdot \gamma_{\text{ст}} \cdot C_{\text{ш}}}. \quad (12)$$

Система уравнений (11)–(12), которая позволяет определить оптимальные параметры развозочных маршрутов, приведенная к явному виду относительно любой из искомых переменных (количества пунктов заезда на маршруте или коэффициента запаса по грузоподъемности автомобиля) представляет собой трансцендентные уравнения, решаемые только численными методами [3]. В этом случае, для упрощения поиска решения, может быть использован метод последовательного приближения с начальным значением k_3 равным единице и последующим его уточнением через n_3 .

Список литературы

1. Транспортная логистика / Под ред. Миротина Л.Б., М.: МГАДИ, 1996. – 215 с.
2. А.И. Воркут, А.Г. Калинин, А.Г. Ковалик, А.С. Рудык. Транспортное обслуживание торгово-оптовых баз. – Киев: Техніка, 1985. – 112 с.
3. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. (1986) Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов. – М.: Наука. – 445 с.
4. Рихтер К.Ю. Транспортная эконометрия. – М.: Транспорт, 1982. – 317 с.
5. Попченко Я.А., Луцкер Г.Д. Пути повышения эффективности грузовых автомобильных перевозок. – М.: Транспорт, 1986. – 94 с.

ОСНОВНІ АСПЕКТИ ОРГАНІЗАЦІЇ НАДІЙНОЇ РОБОТИ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Я.Ю. Гірко, *ст.*

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Найважливішим показником соціально-економічної стабільності для України є надійна, безпечна та ефективна робота міського пасажирського транспорту (МПТ). Провідне місце в системі МПТ займають автобусні пасажирські перевезення. Забезпечення надійного функціонування МПТ є складною, комплексною проблемою. Однак сьогодні очевидно, що її неможливо розв'язати без планування попиту на перевезення, так як для забезпечення надійності необхідно враховувати кількість пасажирів, чим займається довгострокове планування. Отже, для подальшого дослідження необхідно змоделювати функцію розселення населення, яка описуватиме попит на переміщення пасажирів.

Сукупність потреб в мережевих пересуваннях людей за певний проміжок часу утворюють матрицю мережевих кореспонденцій, яка відбиває характеристику відстаней пересувань між парою «житло-місце праці». Іншим варіантом формалізації попиту на пересування є функція розселення населення міст. В більшості випадків попит на пересування представляється у вигляді матриці пасажирських кореспонденцій (МПК) [1, 2], в зв'язку з цим на першому етапі пошуку виду функції розселення доцільно провести аналітичний аналіз існуючих моделей та методів формування МПК.

Існує досить велика кількість підходів до визначення мережевих кореспонденцій, які можна класифікувати і виділити в групи. Існує низка варіантів класифікації методів розрахунку МПК. На основі аналізу класифікаційних ознак запропоновано виділити методи та моделі МПК в три групи: статистичні, апріорні та дискретні.

Так як за основу дослідження обрано припущення, що між парою «місце праці – житло» є зв'язок у роботі було розглянуто поняття міської агломерації [3], що дало змогу змоделювати процес накопичення місць прикладання праці під час пересування пасажирів.

Міська агломерація є досить складним структурованим об'єктом, що характеризується великою кількістю внутрішніх взаємозв'язків. Кожен індивідуум працездатного віку має можливість реалізувати свою здатність до праці в будь-якій точці населеного пункту, вибираючи місце роботи і керуючись певним набором критеріїв. Для порівняння у роботі було обрано два крайніх типа міського планування: кругове і прямокутне. Попередній аналіз

крупних міст України дозволив зробити висновок, що немає ядро виражених кругових чи прямокутних планувальних структур міст. Кожне з міст має ознаки першої чи другої планувальної структури. Отже, в зв'язку з цим необхідна розробка моделі, яка буде включати ознаки обох типів планувальних структур міст.

На досліджуваній процес впливає не тільки відстань поїздки, але й місце її зародження, а також площа населеного пункту. Для визначення виду функції розселення для м. Харкова було розроблено план повного факторного екстремального експерименту типу 3к. В експерименті за основу було взято три фактори: так, в якості X1 виступає фактор «площа міста» (максимум 839 км² – площа м. Київ, мінімум – 163, площа м. Одеса), X2 – «відстань пересування до робочого місця», X3 – «розміщення в плані міста місця проживання». Для визначення екстремальних значень факторних ознак X2 та X3 розроблено аналітичні залежності. Опиту виконувались окремо для кожного типу планувальної структури міста, на основі аналітичних залежностей, які отримано з використанням елементарної геометрії. По результатах експерименту визначено чисельні значення векторного параметру для двох варіантів: адитивної та мультиплікативної функцій. По статистичних характеристиках зроблено висновок про найкращі прогнози можливості мультиплікативної функції.

Після інтегрування функції можливої кількості місць прикладання праці при різних варіантах зародження поїздки в плані міста, зроблено висновок, що мінімальне відхилення 29 % відповідає бета-розподілу (у дослідженні також розглядався логістичний розподіл). Оцінка відповідності отриманої ймовірності успішного працевлаштування виконувалась чисельними методами.

У роботі припускається, що працездатне населення прагне мінімізувати відстань між місцем проживання та місцем роботи, отже, існує ймовірність того, що пасажир при деякому віддаленні від місця свого проживання зможе задовольнити свою потребу у працевлаштуванні.

Крива розселення відбиває ймовірність виконання пересування на певну відстань маршрутним пасажирським транспортом. Ймовірність цієї події визначається за формулою повної ймовірності. При цьому складовими умовами повної події є наявність відповідного робочого місця на i-ом кілометрі віддалення від місця проживання та ймовірність вибору робочого місця (відповідає щільності ймовірності експоненціального закону розподілу). В результаті визначення ймовірності виконання поїздки отримано криву розселення населення міста Харкова, яка має схожість з нормальною кривою. Таким чином, можна зробити висновок, що закономірність розселення населення міста Харкова може бути описана нормальним законом розподілу (щільність ймовірності). На основі отриманої закономірності розселення населення міста можна визначити середнє значення дальності пересування (математичне очікування), що є підґрунтям для визначення коефіцієнту змінності пасажирів на маршруті, визначення потужності пасажиропотоку (знаючи пасажирообмін на зупиночних пунктах) та оцінити середнє значення коефіцієнту пересадковості. Ці показники безпосередньо впливають на надійність та якість транспортного обслуговування, а, отже, відомі їх значення дозволять коректно спланувати роботу МПТ.

Список литературы

1. Спирин И. В. Перевозки пассажиров городским транспортом : Справочное пособие / И. В. Спирин. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. – 413 с.
2. Ефремов И. С. Городской пассажирский транспорт и АСУ транспорта. Часть первая. Теория городских пассажирских перевозок и АСУ городского транспорта / И. С. Ефремов, Г. А. Гольц. – М. : Издательство МЭИ, 1976. – 196 с.
3. Кудрявцев О. К. Расселение и планировочная структура крупных городов-агломераций / О. К. Кудрявцев. – М. : Стройиздат, 1985. – 136 с.

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ДОСТАВКИ ПАРТІЙНИХ ВАНТАЖІВ В УМОВАХ ЗМІННОГО ПОПИТУ НА ПЕРЕВЕЗЕННЯ

К.Г. Ковцур, асп.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

На сьогоднішній день обсяги перевезень дрібними партіями з кожним роком збільшуються. Це підтверджують всі статистичні консалтингові компанії. Так, наприклад, згідно з даними Державної служби статистики України, роздрібний товарообіг підприємств при доставці товарів в торговельну мережу на території України за 2012 рік порівняно з 2011 збільшився на 21% [1]. Аналіз номенклатури вантажів, що перевозяться дрібними партіями, показує, що до них, передусім, слід віднести продукти харчування, засоби особистої гігієни, одяг і взуття, які доставляються в роздрібну торговельну мережу різних форматів.

Доставка будь-яких вантажів являє собою складний технологічний процес, взаємодіючи складові якого визначаються використовуваними транспортно-технологічними схемами. У загальному випадку логістична система доставки розглядається як взаємодіюча сукупність елементів, що забезпечує досягнення поставленої мети (доставки вантажу з максимальним ефектом) [2]. До основних елементів логістичного ланцюга можна віднести відправника та одержувача (клієнта), перевізників, посередників, тобто в ланцюзі постачань може брати участь велика кількість фізичних і юридичних осіб з відповідними характеристиками і показниками ефективності їх функціонування. Ефект від доставки вантажу може оцінюватися великою кількістю різноманітних показників: економічних, експлуатаційних, інформаційних. До них можна віднести вартість доставки, надійність, час доставки і т.і. – в залежності від мети досліджень. Таким чином, підвищення ефективності перевезень, підвищення надійності і зниження собівартості перевезень товарів народного споживання є актуальним питанням для всіх учасників логістичного ланцюга постачань.

На сьогоднішній день робота торговельного підприємства будь-якого формату, починаючи від "магазину біля будинку" і закінчуючи гіпермаркетами, заснована на нормативах. Несвоєчасність виконання замовлення або повне невиконання веде до зменшення прибутку даного підприємства, а, отже, і до неефективної діяльності всього ланцюга поставок. Вітчизняна практика господарських взаємин на автомобільному транспорті й у галузях, що обслуговуються їм, будувалася на системі централізованого планування. Проте останнім часом, процес доставки вантажів перетерпів значні зміни, що стосуються, у першу чергу, ролі транспорту в системі доставки. Якщо раніше, транспортна система являла собою самостійно функціонуючу структуру, що має власні цілі й завдання, то зараз для досягнення комерційного успіху, транспортна система повинна взаємодіяти з іншими складовими частинами системи доставки, такими як складський комплекс, постачальники й споживачі вантажів і т.д.

Структура вантажопотоку перетерпіла зміни, пов'язані з появою нових видів товарів, а також істотним збільшенням номенклатури вантажів, що доставляються в межах одного ланцюга постачань. Нарешті, зміни торкнулися умов організації процесу доставки. З'явилися нові вимоги, запропоновані до процесу доставки й обумовлені конкурентною боротьбою на ринку товарів і послуг. У зв'язку з даними змінами, система централізованої доставки вантажів від виробника в торговельну мережу напряму, була змуслена поступитися місцем новій децентралізованій системі доставки, у якій основне місце займає розподільчий склад, через який проходить рух товарів від виробників у торговельну мережу.

У цей час, доставку вантажів у торговельну мережу здійснюють торговельно-закупівельні підприємства, кожне з яких може забезпечувати як доставку в торговельну мережу обмеженої номенклатури вантажів одного виробника, так і доставку широкої номенклатури вантажів від численних, що часто конкурують між собою, виробників. Незважаючи на жорстку конкуренцію серед самих торговельно-закупівельних підприємств, більшість існуючих систем доставки не задовольняє сучасним логістичним вимогам, таким як: "точно в строк", "у потрібній кількості" і "з мінімальними витратами". Причинами цього є недосконалість організації процесу доставки, невідповідність можливостей системи й потреб у доставці, а також ряд інших причин, прямо або побічно пов'язаних зі змінами в структурі системи доставки. Крім того, низький рівень резервування провізних можливостей автомобільного парку, високий рівень податків і експлуатаційних витрат знижують конкурентоспроможність перевізників.

Одною з особливо значимих задач на підприємстві, є скорочення витрат на доставку продукції споживачам. Фірма в гострій конкурентній боротьбі вже вичерпала резерви збільшення прибутку безпосередньо у виробництві й стали зосереджувати увагу на підвищенні якості поставок продукції, тобто на поліпшенні роботи в сфері доставки і розподілу з метою зниження витрат.

У торговельних точках попит на продукцію має значні коливання, викликані не тільки сезонними змінами, але і особливостями потреб покупців. Розмір партії вантажу залежить від зміни попиту, від періодичності поставок продукції споживачам. Інтервали часу, через які здійснюється завезення замовлення кінцевому споживачеві, в цьому випадку, можуть бути різними. Прогнозування даних коливань попиту є складним завданням при оптимізації транспортного ланки в системі доставки вантажу в торговельну мережу для виробників і перевізників. Значні коливання сумарного попиту на маршруті ведуть до нераціональної роботи транспортної ланки [3].

Рішення задач оптимізації партійних вантажів в транспортній мережі міст ускладнюється рядом об'єктивних чинників, які впливають з особливостей товарних вантажів. До них необхідно віднести: високу тимчасову частоту постачань; велику кількість тимчасових і технологічних обмежень; часті коливання попиту; велике число вантажоодержувачів і вантажовідправників; великі об'єми інформації, що виникають в процесі виконання перевезень, вимагають термінової обробки; сильний вплив неврахованих чинників зовнішнього середовища. Використання розвізних маршрутів при доставці товарних вантажів дозволяє скоротити витрати на транспортування.

При формуванні маршрутів необхідно враховувати вимоги клієнтів за часом доставки вантажу - так, в деяких випадках, перевезення вантажів автомобільним транспортом вимагає доставки товару до обмеженого часу, що може ускладнити об'єднання в один маршрут декількох клієнтів. Це веде до необхідності залучення до перевезень додаткового рухомого складу при його неповному завантаженні і, відповідно, збільшення транспортних витрат або створення запасу у кузові автомобіля.

Зміна вантажопідйомності парку рухомого складу в умовах змінного попиту неможливо незалежно від того, є цей рухомий склад власний або найманий. На практиці перепроектування маршруту при зміні попиту є неможливим з-за багатьох факторів: водій працює на заздалегідь відомих маршрутах для нього, тобто знає місце розвантаження; осіб, які отримують товар; особливості доставки вантажу і обмеження по доставці як технологічні, так і технічні. Тому стає раціональним створення запасу по вантажопідйомності в кузові автомобіля з метою зниження витрат на доставку в умовах змінного попиту на перевезення.

На сьогоднішній день відсутні конкретні методичні вказівки і рекомендації відносно розробки обґрунтованої методики оптимізації системи доставки товарів в роздрібну торговельну мережу з урахуванням витрат на доставку і втрат від недовиконання замовлення і неповного використання вантажопідйомності автомобіля. Існує необхідність розробки універсальної

моделі обліку загальних витрат на доставку, з врахуванням втрат, яка може бути побудована з урахуванням резерву провізних можливостей парку рухомого складу, що є актуальним для стадії виводу товару на ринок та етапу зростання продукції в ланцюзі постачань.

Так, у випадку, коли сумарний попит на маршруті буде більше, ніж вантажопідйомність автомобіля, буде отримано недозавезення товару, що веде до незадоволення потреб покупця, а, отже, і до штрафів за недозавезення; в іншому випадку - неповне використання вантажопідйомності автомобіля, що веде до значних витрат на транспортування. В умовах змінного попиту на продукцію забезпечити ефективну роботу підприємства можливо тільки за допомогою резервування провізних можливостей парку рухомого складу.

Підвищення рівня обслуговування може бути здійснене тільки при безвідмовній роботі транспорту. При змінному попиті на перевезення відсутність або зменшення штрафних санкцій за недозавоз товару можна досягти при резервуванні провізних можливостей парку рухомого складу [4].

Резервування провізних можливостей дозволяє отримати економічний ефект практично не вимагаючи капітальних вкладень [5]. Тому резервування відноситься до заходів, що дозволяє отримати високий ефект при оптимізації системи доставки партійних товарів в торгівельну мережу. За рахунок резервування провізних можливостей можна підвищити регулярність обслуговування учасників логістичної системи, знизити витрати підприємства, пов'язані з доставкою товарів, а отже, і підвищити надійність доставки товарів.

Список літератури

1. Государственная служба статистики Украины [ресурс] // Украина. Госкомстат Украины: официальный сайт. Украина, 2013 – URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата обращения: 04.04.2013/)
2. Нагорный Е.В., Музыль Д.А., Черепаша А.С. Методика проектирования виртуальных маршрутов при перевозке товаров народного потребления в городах // Вестник ХНАДУ 2012 №56 URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/metodika-proektirovaniya-virtualnyh-marshrutov-pri-perevozke-tovarov-narodnogo-potrebleniya-v-gorodah> (дата обращения: 04.04.2013)
3. Ковцур Е.Г. Резервирование провозных возможностей парка автомобилей при доставке товаров в супермаркеты / Ковцур Е.Г. // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – Вып. 1/3 (55) – С. 54-57.
4. Ковцур Е.Г. Методика резервирования парка подвижного состава за счет собственного парка автомобилей. / Ковцур Е.Г. // Матеріали науково-практичної конференції «Наукові підсумки 2012 р.». Том 4. Системи та процеси управління. Інформаційні технології. Транспортні технології. – Харків: Східно-Європейський журнал передових технологій. - 2012. – Том 4. – С. 55-56.
5. Миротин Л.Б. Интегрированная логистика накопительно-распределительных комплексов. — Москва: Экзамен, 2003. — 440 с.

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ РІВНЯ АВТОМОБІЛІЗАЦІЇ НА СТІЙКІСТЬ РУХУ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ В ЦЕНТРАЛЬНІЙ ЧАСТИНІ МІСТА ХАРКОВА

О.С. Колій, асп.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Незважаючи на те, що в Україні рівень автомобілізації відстає від показників європейських країн, але вже сьогодні необхідно шукати інструменти для вирішення проблем з якими можуть зіштовхнутися учасники дорожнього руху найближчим часом. Наростаюча автомобілізація країни вимагає системних заходів, спрямованих на максимізацію її переваг, при мінімізації її негативних наслідків. Одним з основних інструментів досягнення поставленої задачі виступає транспортне моделювання, метою якого є системний аналіз, прогнози впливу і модельна підготовка рішень, які застосовуються надалі в реальному житті.

На думку більшості провідних спеціалістів, межа автомобілізації в середньому по містах України перебуває на границі 170 автомобілів на 1000 жителів. Саме із цього рівня автомобілізації невідповідність чисельності парку автомобілів і пропускної здатності вулично-дорожньої мережі (що виражається в багатогодинних системних заторах) викликає об'єктивну суспільну необхідність у форсованому розвитку транспортної інфраструктури міст. Також необхідно враховувати, що рівень автомобілізації неоднаковий по містах України. Найбільші міста країни, особливо обласні центри, які також можна вважати центрами зосередження індивідуальних легкових автомобілів, уже переступили рубіж в 170 автомобілів на 1000 жителів або переступлять найближчим часом.

Для визначення впливу рівня автомобілізації на стійкість руху транспортного потоку стає необхідним розробка детальної моделі функціонування транспортної системи. На сьогоднішній день найбільш функціональним програмним продуктом для моделювання та наступного планування транспортних систем, є програма VISUM, яка розроблена фірмою Planung Transport Verkehr AG (PTV).

Програма PTV VISION VISUM припускає побудову моделі мережі та використовує модель попиту. В даній роботі на прикладі ЦЧГ Харкова модель мережі складається з 15 зовнішніх і 15 внутрішніх районів і містить 509 відрізків, сумарна довжина яких становить 240 км, з урахуванням кількості смуг. [1].

Визначення попиту виконувалось в два етапи. На першому етапі, була зібрана статистична інформація про щільність стоянки автомобілів, інтенсивність прибуття та відправлення автомобілів до місць паркування. На другому етапі, на підставі побудованого імітаційного експерименту та отриманих закономірностей статистичних величин був визначений попит на пересування в кожному районі. [2, 3].

Для розрахунку матриці кореспонденцій був використаний математичний апарат з урахуванням рівновірогідного розподілу випадкової величини [4], який був застосований у даній роботі для розрахунку 30-ти матриць кореспонденцій. Так як найбільш загальним показником, що характеризує стан попиту на пересування є транспортна робота, стає доцільним закономірність зміни величини транспортної роботи представити графічно у вигляді гістограми розподілу випадкової величини, дивися рисунок 1.

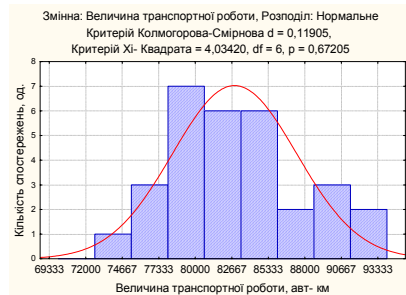


Рисунок 1 – Гістограма розподілу величини транспортної роботи

На підставі аналізу можна стверджувати, що випадкова величина розподіляється відповідно до нормального закону розподілу з високою ймовірністю.

Реальні транспортні системи мають складну динамічну поведінку, їх стан не може бути прогнозованим з абсолютною точністю, тобто попит на пересування може перебувати в одному з безліч станів. У зв'язку із цим можливо застосувати інтервальну оцінку статистичних даних, що доцільніше при невеликому обсязі вибірки ($n \leq 30$). Для розрахунків абсолютної помилки при малій кількості вимірів застосовують спеціальний коефіцієнт, що залежить від надійності (P) і числа вимірів (n), який має назву коефіцієнт Стюдента (t) [5]. Таким чином, по відомому математичному очікуванню ($\bar{x}$) і середньоквадратичній помилці середнього арифметичного випадкової величини (S_x), із заданою надійністю можна визначити інтервал практично можливих значень стану попиту на пересування, дивися таблицю 1.

Таблиця 1 – Границі інтервалу стану попиту на пересування.

Параметр	Значення
Математичне очікування, $\bar{x}$	82869
Середньоквадратична помилка середнього арифметичного, S_x	4541
Коефіцієнт Стюдента (t) для довірчої ймовірності ($P = 0,99$)	2,75
Абсолютна помилка для даної довірчої ймовірності, Δx	2285
Оцінка відносної погрешності результатів, δ	2,8 %
Нижня границя, $\bar{x} - \Delta x$	80584
Верхня границя, $\bar{x} + \Delta x$	85154

За даними таблиці 1 можна стверджувати, що з надійністю 99 % дійсне значення величини (хіст) не відрізняється від математичного очікування $\bar{x}$ більше, чим на 2285 авт-км, а величина погрешності стосовно вимірюваної величини не перевищує 3%. На підставі розрахункових значень кореспонденцій у програмі PTV VISION VISUM було проведено моделювання транспортних потоків. Отримані кореспонденції було перевірено за допомогою порівняння натурних вимірів інтенсивності потоків зі значеннями по моделі.

За допомогою побудованої моделі проаналізуємо зміни матриці кореспонденцій елементи якої характеризують витрати, пов'язані з переміщеннями між усіма транспортними районами залежно від рівня автомобілізації. Для цього на кожному наступному етапі перерозподілу транспортних потоків у програмі VISUM, попит на пересування поступово збільшувався на 10 %, а критеріями оцінки були прийняті середній час пересування між транспортними районами і середня швидкість. (рисунок 2, 3). Для побудови поліноміальної

залежності використовувалася програма Microsoft Excel. Відомо, що для побудови апроксимуючої кривої, що проходить через усі експериментальні крапки, необхідно щоб ступінь полінома був на одиницю менше кількості крапок [6].

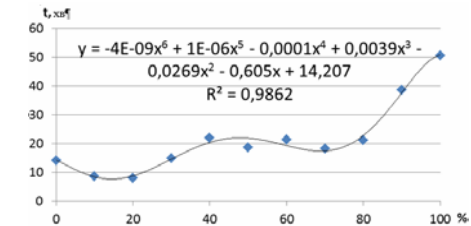


Рисунок 2 – Графік залежності часу пересування від рівня автомобілізації

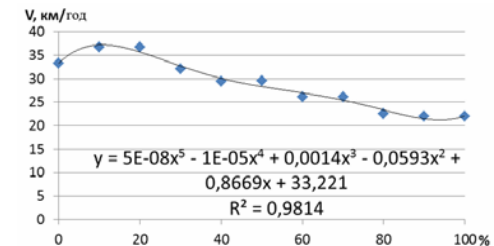


Рисунок 3 – Графік залежності середньої швидкості від рівня автомобілізації

В нашому випадку навіть із меншим ступенем полінома, вірогідність апроксимації досить висока, тому що коефіцієнт детермінації $R^2 > 0,98$. Збільшення рівня автомобілізації при збереженні діючої організації дорожнього руху, неминуче приведе до зниження середньої швидкості пересування автомобілів з 35 до 20 км/год, з наступним збільшенням середнього часу пересування з 12 до 50 хв. Отримані поліноми залежності швидкості й часу в дорозі автомобілів від рівня автомобілізації дозволять надалі інтерполювати та екстраполювати задану функцію з достатньою вірогідністю.

Список літератури

- Горбачов П. Ф. Методика розрахунків місткостей транспортних районів з урахуванням динамічних процесів у транспортній системі / П. Ф. Горбачов, О. С. Колій // Автомобільний транспорт: сб. науч. тр., - ХНАДУ.— 2012. — Вып. № 30.—С. 139–143.
- Горбачов П. Ф. Закономірності зміни інтенсивності обміну транспортних засобів на елементах транспортної мережі міста / П. Ф. Горбачов, О. С. Колій // Восточно-европейский журнал передовых технологий: сб. науч. тр., — 2008. — Вып.(36), 6/3.—С. 24 — 27.
- Горбачов П. Ф. Визначення завантаження автомобілями центральної частини м. Харкова на основі закономірностей щільності паркування / П. Ф. Горбачов, О. С. Колій // Автомобільний транспорт: сб. науч. тр., - ХНАДУ. — 2011. — Вып. № 27. — С. 210 – 214.
- Росолов А.В. Совершенствование интервальной концепции определения спроса на услуги пассажирского маршрутного транспорта в крупных городах: дис. ... кандидата технических наук.: 05.22.01 / Росолов Александр Викторович. - Х., 2012. – 215 с.
- Джонсон Н. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке / Н. Джонсон, Ф. Лион – М.: Мир, 1980. – 620 с.
- Слепцов А.В. Научные вычисления в Microsoft Excel / А.В. Слепцов, – М.: Вильямс, 2004. – 512 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ

Н.О. Кузнецова, ст.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Зростання інтенсивності транспортних потоків (ТП) супроводжується якісним перетворенням міського руху з одиночного в масовий процес, що характеризується безперервним рухом на вулицях і дорогах щільних транспортних і пішохідних потоків, які досягли по своїй насиченості межі пропускної здатності (ПЗ). Причому, в часи пік не рідкісні випадки перенасичення руху, яке супроводжується значними непродуктивними затримками, заторами, високим рівнем аварійності, забрудненням навколишнього середовища, відчутною перевитратою енергетичних ресурсів. Тому серед міських транспортних проблем на перше місце по значущості висувається проблема раціональне використання пропускної здатності вулично-дорожньої мережі (ВДМ) для різних напрямків руху.

Критерії та методи оцінки ВДМ залишаються одними з найважливіших питань теорії та практики містобудівельного проектування і потребують подальшого розвитку. Зокрема для обґрунтування та вибору проектних рішень пропонуються і використовуються принципово відмінні кількісні показники пропускної здатності ВДМ, що гранично ускладнює зіставлення результатів різних проектних та дослідницьких робіт, розробку загальних рекомендацій. Це викликано відсутністю загальноприйнятого визначення поняття пропускна здатність ВДМ, різним розумінням спеціалістами як самого терміну так і теоретичних основ оцінки пропускної здатності мережі.

Найпростіше визначення поняття пропускної здатності мережі зводиться до того, що під цією величиною розуміють максимально можливу кількість автомобілів, яку може реалізувати мережа за одиницю часу.

Метою роботи є дослідження методів оцінки пропускної здатності ВДМ та оцінка стану ВДМ центральної частини м. Харкова.

Об'єктом дослідження є ВДМ центральної частини м. Харкова.

Предметом дослідження є існуючий стан пропускної здатності ВДМ центральної частини м. Харкова.

Результати аналізу стану ВДМ на основі показників щільності мережі показала, що в умовах інтенсивної автомобілізації частку ВДМ в балансі території міст необхідно збільшити із 8-10% до 20%, що потребує корегування діючих нормативних документів. Збільшення щільності ВДМ можливе за рахунок зменшення міжмагістральних територій і формування мережі житлових вулиць в районах нової та реконструйованої забудови.

Одержані залежності оптимальних дистанцій між автомобілями від оптимальних швидкостей руху для смуги міського руху у конкретних дорожніх умовах.

Показано, що модель розрахунку пропускної здатності адекватна експериментальним даним з довірчою імовірністю 95 %, тобто порівняльний аналіз розрахунку ПЗ підтвердив збіг отриманих значень з даними натурних спостережень.

Можна стверджувати, що величина практичної ПЗ місцевої смуги руху, що визначена експериментально для різних дорожніх умов знаходиться в межах 950 – 1200 авт./год., а ПЗ організованого колонного руху ТЗ, що носять ідеальний характер – в межах 1750 – 1950 авт./год.

Аналіз стану завантаження ВДМ у часи «пік» показує, що не тільки магістральні вулиці центру міста функціонують на межі ПЗ, але і уся мережа знаходиться в умовах перед аварійної ситуації.

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ОРГАНІЗАЦІЇ МІЖМІСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ТАРНО-ШТУЧНИХ ВАНТАЖІВ АВТОТРАНСПОРТОМ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

О.О. Шуліка, асп.,

С.В. Нагорний, проф., д-р техн. наук

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Автомобільний транспорт є ключовою ланкою перевезення вантажів, що підтверджують зростаючі обсяги перевезень протягом останнього десятиріччя, окрім посткризових років, негативний вплив яких мав наслідки для усіх видів вантажних перевезень [1].

Показники якості транспортних перевезень охоплюють всі фактори, що впливають на транспортний процес, а саме: технічні, технологічні, економічні, комерційні і ін. Тож надважливим є питання підвищення ефективності організації міжміських перевезень тарно-штучних вантажів автотранспортом в умовах технічних, технологічних, інфраструктурних та фінансових обмежень із забезпеченням належного рівня якості перевезень.

Незважаючи на світову кризу, останнім часом з'явилась тенденція до розвитку підприємницької діяльності та пов'язане з цим розширення господарських зв'язків, що викликає підвищений попит на організацію перевезень вантажів у міжміському сполученні. Про збільшення інтересу вантажовласників до міжміських перевезень також свідчить те, що середня відстань перевезень 1 т вантажу у 2010 збільшилася на 41% у порівнянні з 2000 р. [2].

Необхідно зауважити, що в цілому, у міжміському сполученні виконується 74% всього світового вантажообігу автомобільного транспорту, що говорить про його важливість не тільки для нашої країни.

Міжміські перевезення вантажів (МПВ) являються одним з найбільш складних з точки зору комерційної роботи видів діяльності автомобільного транспорту [3].

У період планового ведення господарства на основних автомобільних дорогах союзного, республіканського і місцевого значень перевезення виконувалися централізовано автотранспортними підприємствами загального користування. Для здійснення та керівництва регулярними міжміськими централізованими перевезеннями функціонували спеціальні підрозділи: управління автомобільних доріг, управління автомагістральних повідомлень, вузлові транспортно-експедиційні підприємства, транспортно-експедиційні контори, вантажні автостанції, диспетчерські і контрольно-диспетчерські пункти. Існували також великі автодорожні комбінати, які об'єднували у своєму складі автопідприємства, вантажні автостанції, диспетчерські пункти, транспортно-експедиційні та інші підприємства [4].

З переходом до ринкової економіки і приватизацією більшості підприємств система централізованих перевезень у тому вигляді, як вона створювалася і функціонувала, практично припинила своє існування. Підприємства-вантажовласники при великій кількості автотранспорту, який не має замовлень, укладали договори з АТП напряму, минаючи посередників. АТП за наявності конкуренції в більшості своїй працюють автономно.

Перевезення виконуються переважно наскрізним методом, за маятниковим маршрутами, часто із зворотним порожнім пробігом при призначенні одного або двох водіїв в екіпаж транспортного засобу. Незважаючи на низьку ефективність цього методу, він і на сьогодні переважає в міжміських перевезеннях.

Аналіз літературних джерел та практичного стану організації міжміських перевезень

тарно-штучних вантажів (ТШВ) автотранспортом дозволяє виділити, серед інших, наступні проблеми, що в першу чергу потребують уваги, розгляду та вирішення:

- необхідність раціоналізації технології доставки ТШВ автомобільним транспортом у міжміському сполученні в умовах технічних, технологічних, інфраструктурних та фінансових обмежень;

- розробка та практичне впровадження сучасних технологій доставки ТШВ автомобільним транспортом у міжміському сполученні та засобів оптимізації взаємовідносин між учасниками ринку міжміських вантажних перевезень, кооперації їх зусиль та виробничих можливостей;

- визначення, адаптація та практичне застосування сучасних, адекватних економіко-математичних моделей і методів для створення прикладного інформаційно-програмного забезпечення, призначеного для безпосереднього використання суб'єктами транспортного ринку для вибору та прийняття в режимах реального часу оптимальних економіко-управлінських рішень в області міжміських перевезень;

- наукова підтримка, розробка і практичне впровадження нових інноваційних технологій для удосконалення та оптимізації спільного функціонування і взаємодії суб'єктів ринку транспортного обслуговування.

Сучасними науковцями у вітчизняній та закордонній науковій літературі найбільш докладно аналізуються і розглядаються проблеми організації процесу вантажоперевезень з позицій сучасної теорії логістики. Однак, проблеми підвищення ефективності міжміських перевезень ТШВ автомобільним транспортом розглянуті ще недостатньо. Більшість досліджень спрямована на виявлення й аналіз процесів, реалізованих у ході транспортування продукції, а також розгляд аспектів, пов'язаних з вибором раціональних способів доставки, але питанню формування повного інтегрально-логістичного ланцюга вантажоруху в міжміському сполученні приділяється надмала увага [5,6,7].

На сучасному етапі розвитку міжміських перевезень перед підприємствами різних видів транспорту стоїть задача ув'язати суперечливі бізнес інтереси відправників вантажу, одержувачів і перевізників. Разом з тим, в умовах ринкових відносин та з обов'язковим урахуванням існуючого законодавства та нормативних актів, які регулюють автомобільні перевезення, при плануванні та організації транспортного процесу виникає необхідність враховувати велику кількість факторів при обмеженнях, що накладаються, а саме: технічних, технологічних, інфраструктурних та фінансових. Причому ряд факторів можуть носити суто випадковий характер. Таким чином, розробка ефективних технологій міжміських перевезень вантажів автомобільним транспортом є складним процесом і вимагає постійних пошуків удосконалення.

Проведений аналіз існуючих теоретичних підходів по підвищенню ефективності міжміських перевезень ТШВ показав, що більшість сучасних методик в даному напрямку досліджень присвячено вирішенню організаційній складовій даного питання. Що стосується проблематики формування транспортного процесу доставки тарно-штучних вантажів у міжміському сполученні автомобільним транспортом на основі логістичних принципів, то по даному питанню науковцями в сучасних літературних джерелах тільки починається проявлятися інтерес.

При вивченні теоретичних підходів було виявлено, що транспортному процесу доставки тарно-штучних вантажів у міжміському сполученні характерна низка функцій, які застосовуються у моделях доставки ТШВ у міжнародному сполученні. Виходячи з цього, можна стверджувати, що для побудови ефективної системи доставки тарно-штучних вантажів у міжміському сполученні можна застосовувати ряд задач, що виникають при функціонуванні схем доставки ТШВ у міжнародному сполученні.

Проведений детальний аналіз практики функціонування вітчизняних та закордонних схем доставки ТШВ у міжміському сполученні показав, що дана система доставки має

достатньо широку область застосування. Однак, при проектуванні даних систем логістики та технологи стикаються з низкою проблем, обумовлених вірним підбором схеми доставки, підбором транспортних засобів, засобів механізації навантажувально-розвантажувальних робіт, технології складської переробки тощо. Застосуванням складської переробки тощо. Вирішення цих та багатьох інших задач на практиці, внаслідок відсутності чітких та перевірених методик, призводить до малоефективних результатів та носить як правило, односторонній характер, що іноді призводить до малоефективних результатів та відмови деяких учасників ланцюга постачань від участі в них. Сучасний стан в економіці України серйозним чином вплинув як на обсяги міжміських перевезень вантажів автомобільним транспортом, так і на технологію технічної, вантажної і комерційної роботи при даному виді перевезень вантажів. Економічні методи зниження витрат майже вичерпали свої можливості, внаслідок чого необхідно використовувати для розв'язання цієї задачі логістичний підхід

Список літератури

1. Грузовые автомобильные перевозки: Учебник для вузов / А. В. Вельможин, В. А. Гудков, Л. Б. Миротин, А. В. Куликов. - М.: Горячая линия - Телеком, 2006 – 560с
2. Статистичний збірник " Транспорт і зв'язок України", 2010, за редакцією Н.С. Власенко, Киев, Державна служба статистики України, 2011. - 267 с
3. Нагорний Є.В. Комерційна робота на транспорті / Є.В. Нагорний, Н.Ю. Шраменко: підручник. – Харків:ХНАДУ, 2010. – 324 с.
4. Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки - 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1986. - 447с.; Артемьев С.П. Междугородные и международные автомобильные перевозки. – М.: Изд-во «Транспорт», 1968. - 164 с.;
5. Грузовые перевозки автомобильным транспортом за рубежом / [сост. Т. О. Колов и др.]. – М.: ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, 1988 – 20 с. - (Автомобильный транспорт. Экспресс-информация. Серия 7., вып. 2),
6. Междугородные автомобильные перевозки. Ч. I. Организационные и правовые аспекты: Учеб. пособие / Под ред. Ю.С. Сухина, В.С. Лукинского. СПб.: СПбИА, 2000. - 170с.,
7. Неруш Ю.М. Коммерческая логистика / Неруш Ю.М.– М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997. – 271 с. – (Учебник для вузов)
8. Гюлев Н.У. Выбор рационального количества автобусов на маршрутах города с учетом влияния человеческого фактора: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.21.01. – Харьков: ХАДИ, 1993. – 28 с.
9. Штанов В.Ф. Исследование и разработка методов оценки и управления качеством обслуживания населения автобусами на городских маршрутах: Автореф. дис... канд. техн. наук. – Киев: КАДИ, 1980. – 23 с.

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВ РОЗДРІБНОЇ ТОРГІВЛІ

Н.В. Птица, асп.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Якість роботи транспорту - це сукупність властивостей системи, які обумовлюють її здатність задовольняти потреби організації в транспортному обслуговуванні при мінімальних витратах. Для підвищення якості обслуговування на підприємстві роздрібною торгівлю необхідно правильно розподілити функції між маркетинговими та логістичними службами. Функції даних напрямків полягають в тому, що маркетинг займається тим, що диктує якості продукту, взаємодіє із споживачем – реагує на попит і створює у відповідь

пропозицію про що і повідомляє останнім, тобто споживачам [1]. Логістика відповідає за саму операцію і інші умови, від яких залежить її спроможність в рамках основних критеріїв – час і місце, тобто надання продукту в зручному для споживача місці в потрібний йому час. Підприємство несе загальну суму маркетингових та логістичних витрат, яка зростає через незлагодженість між структурами, що негативно позначається на ефективності його функціонування. Параметр, управління якими дасть можливість оптимізувати взаємодію маркетингу і логістики є радіус обслуговування клієнтури [2].

Вирішальну роль у формуванні і діяльності роздрібного підприємства є вибір його місця розташування. Від того наскільки правильно воно визначено залежить і кількість потенційних клієнтів і якість транспортування продукції. Ефект від вибору місця розташування для роздрібного підприємства можна оцінити за допомогою прогнозування його обороту, тому виникає необхідність застосування спеціальних методів для вирішення задачі вибору місцезнаходження.

1. Метод контрольного списку. Він передбачає оцінку кожного альтернативного варіанту розміщення магазину по фіксованому набору параметрів. Значення параметрів для всіх варіантів оцінюються експертом.

2. Аналоговий підхід. Аналоговий підхід оснований на використанні значень деяких характеристик існуючих торгових точок в якості основи прогнозу для нових. Потім оптимальне на основі максимізації обороту або очікуваного прибутку точки обирається місце.

3. Регресійний аналіз. Більш строгий підхід, заснований на побудові регресії обороту від основних характеристик розміщення магазину. Вибірка формується так само, як і в аналоговому підході: експерт відбирає групу подібних підприємств, але подібність не повинна бути вже настільки близькою.

4. Модель виявлених переваг. Згідно даної моделі зосередження групи магазинів збільшує їх привабливість, а межа торгових зон двох центрів роздрібної торгівлі визначається відстанню між центрами і їх відносними розмірами. У ній вперше визнана взаємозв'язок між вартістю поїздки покупця і привабливості торгового центру [1].

Визначити місце розташування торгівельної точки можна за допомогою визначення радіуса обслуговування клієнтів. Згідно з цим підходом, радіус обслуговування є головним чинником, що впливає на витрати часу покупців на придбання товару, а площа обслуговування пропонується визначати емпірично з урахуванням щільності населення, що проживає на території навколо магазину.

Всі розглянуті вище методи не вирішують питання про оптимальну кількість торгових точок фірми, і це є їх істотним недоліком. Оптимальним кількістю місць буде тільки з точки зору покупців, тому часу на здійснення покупки буде витрачатися менше і, відповідно місць для покупки товару буде більше. Але із збільшенням числа місць продажу зростають сукупні логістичні витрати (витрати на транспортування сировини чи кінцевої продукції), що призведе до збільшення ціни на кінцеву продукцію.

Маркетингові дослідження з вибору місця розташування торгової точки не враховують витрат на транспортування товарів до нової торгової точки. Вартість забезпечення постачальницько-збутового ланцюжка є найбільш явним частиною формування ціни продукту [3]. Для обґрунтування раціонального значення показника радіуса обслуговування клієнтури необхідно враховувати вільний час, який покупець витрачає на придбання товару, бо він має вартість для нього, яку необхідно враховувати. Чим більше витрати часу покупця, тим більше будуть втрати доходу підприємства від неякісного транспортного обслуговування [4]. Вартість години вільного часу населення має вплив на радіус обслуговування клієнтури. Чим вище добробут індивіда, тим дорожче він оцінює свій вільний час щодо робочого. Основна частина покупок клієнтами, здійснюється у позаробочий час, тобто, вільний, таким чином його значення має безпосередній вплив на

величину параметру радіус обслуговування клієнтури. Представивши в грошовій формі тимчасові витрати клієнта стає можливим визначити оптимальне значення радіуса обслуговування клієнтури, яке дасть можливість мінімізувати зниження об'ємів підприємства від недостатнього рівня транспортного обслуговування.

Якщо припустити що попит на продукцію підприємства при заданій ціні одиниці продукту - Q_0 в максимально наближених до споживачів пунктах реалізації ($R_0 = 0$) і r_n - радіус обслуговування клієнтури, при якому попит, при фіксованій ціні, знижується вдвічі ("радіус половинного попиту") . То очікуваний попит на продукцію в регіоні при заданому радіусі обслуговування клієнтури (Q_ϕ) можна визначити за формулою [5]:

$$Q_\phi = Q_0 \frac{r_n}{r_n + R_0} \quad (1)$$

Величина Q_0 залежить від ринкових факторів - ціни продукту, його доступності, споживчих якостей, наявності конкурентного товару та конкурентів-торговців, додаткового сервісу та ін. Очевидно, що величина r_n також залежить від ціни продукту (або покупки) і від часу, на те, щоб дістатися до місця покупки. При більш високій ціні збільшення радіуса обслуговування клієнтури викликає меншу зміну попиту, ніж при більш низькій ціні. Збільшення радіуса обслуговування веде до зміни витрат часу клієнта, що істотно впливає на зміну попиту.

Визначивши радіус обслуговування торгової точки (R_0) і радіус половинного попиту (r_n), можливо визначити частку ринку (δ) для торгової точки на конкретному ринку:

$$\delta_{ij} = \frac{r_n}{r_n + R_{0(ij)}} \quad (2)$$

Залежність радіуса половинного попиту від граничної ціни може бути описана таким чином:

$$r_n = \frac{C_{(CP)} R_{0(CP)}}{C_{(PP)} - C_{(ij)}} \quad (3)$$

де - C_{CP} - вартість середнього чеку на ринку, грн.; $R_{0(CP)}$ - середній радіус обслуговування, км²; C_{PP} - гранична ціна товару, грн; $C_{(ij)}$ - вартість середнього чеку певної торгівельної точки, грн.

Значення граничної ціни можна представити таким чином:

$$C_{(PP)} = C_{(ij)} \cdot \alpha_{PP} \quad (4)$$

де α_{PP} - коефіцієнт пропорційності між вартістю середнього чека окремої торгової точки і максимальної граничною ціною.

Тоді залежність (3) можна представити таким чином:

$$r_n = \frac{C_{(CP)} R_{0(CP)}}{C_{(ij)} (\alpha_{PP} - 1)} \quad (5)$$

Виразивши α_{PP} отримаємо:

$$\alpha_{PP} = \frac{C_{(CP)} R_{0(CP)} (1 - \delta_{ij})}{\delta_{ij} R_{0(ij)}} + 1 \quad (6)$$

В якості гіпотези можна припустити, що залежність $\alpha_{пр}$ від вартості робочого часу лінійна, тому:

$$\alpha_{пр} = \alpha_0 + \beta C_{ч(роб)} \quad (7)$$

При відомих чисельних значеннях $\alpha_{пр}$ стає можливим визначити оптимальне значення $R_{0(ср)}$ і δ з урахуванням вартісних витрат часу клієнта на те, щоб дістатися до місця купівлі товару, і таким чином встановити граничні умови логістичної системи підприємства, що в свою чергу підвищить якість транспортного обслуговування.

Список літератури

1. Угаров, А. С. Методы выбора месторасположения торговой точки [текст] / А. С. Угаров // Маркетинг в России и за рубежом, 2005, № 6.
2. Новикова Т.В. Анализ зарубежных теорий территориальной организации торговли [текст] // Региональная экономика и региональная политика. Вып. 1. - Екатеринбург, - 1994. - С. 152-162.
3. Зырянов А.В., Зуева Н.О., Набоков В.И. Логистика домохозяйств и размещение торговых предприятий [текст] / под. ред. А.В. Зырянова. М.: Экономика, 2010. - С. 242.
4. Салиев Ш.А. Анализ эффективности государственного регулирования качества торгового обслуживания населения [текст] / Аудит и финансовый анализ. - Москва. - 2008. - №3.
5. Нефедов Н.А. Маркетинговые аспекты логистики [текст] // Вестник ХГАДТУ. - вып. 8. - Харьков. - 1999. - С. 70-72.

ОЦІНКА ЯКОСТІ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Г.О. Самчук, ст. гр. Тм-51,

В.О. Вдовиченко, доц., канд. техн. наук

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Особливе місце в галузі транспорту займають пасажирські перевезення різних видів сполучення. Якісне виконання міським пасажирським транспортом свого завдання є необхідною умовою для функціонування такої складної соціальної системи, як місто. В області дослідження проблем управління якістю в сфері послуг ще не вирішена задача розробки цілісної, єдиної методології оцінки якості обслуговування. Більшість показників не враховує вимог пасажирів до якості виконання перевізного процесу. Система оцінки якості послуг на підприємстві є необхідним інструментом не тільки для ідентифікації поточного рівня якості, а й для побудови і підтримки політики якості послуг у подальшому.

Проблеми оцінки якості послуг автотранспортних підприємств у своїх роботах розглядали вчені: Спирин І.В., Кравченко Е.А., Гудков В.А., Миротин Л.Б., Сфремов І.С., Кобозев В.М., Юдін В.А., Островский Н. Б., Артем'єв С.П., Цибулька Я., Шабанов А.В., Василенко Т.С. Аналіз досліджень, пов'язаних з оцінкою якості надання послуг міським пасажирським транспортом (МПТ) показав, що обрані показники оцінки якості не відображають вимог пасажирів до рівня транспортного обслуговування, в той час як основна задача роботи МПТ й полягає в забезпеченні якісного обслуговування населення.

Для оцінювання якості послуг використовується кваліметричний метод SERVQUAL [1], запропонований вченими В. Зейтхامل, А. Парасураман, Л.Беррі. Якість послуг визначається як міра відповідності того, що споживачі очікують отримати в процесі і результаті обслуговування, тому, що вони отримують в дійсності. Очікування якості обслуговування (очікувана послуга) і сприйняття якості фактично наданих послуг (сприймана послуга) – два центральних елемента якості послуг, навколо яких збудована модель [2]. Якщо співвіднести ці два елементи між собою, можна припустити, що існує три потенційні варіанти відповідності якості послуг очікуванням споживачів (рис. 1).

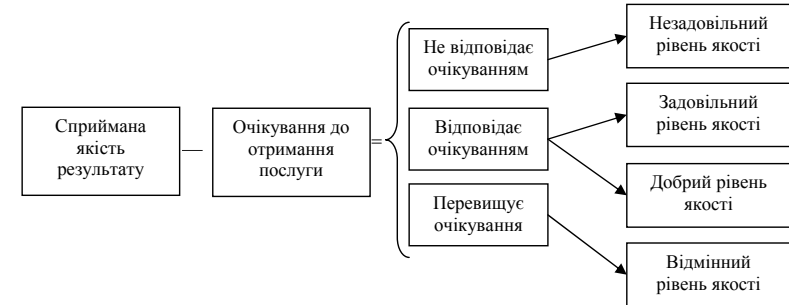


Рисунок 1 – Схема оцінки якості обслуговування пасажиром

Основною одиницею вимірювання та дослідження якості є коефіцієнт якості Q , який обчислюється як різниця пунктів сприйняття (perception) та пунктів очікування (expectation).

Інтегральний показник якості включає п'ять коефіцієнтів « Q », у якості яких обрано: Q_1 – витрати часу, Q_2 – комфортабельність, Q_3 – безпека, Q_4 – культура обслуговування, Q_5 – інформаційний сервіс. Враховуючи вагу кожного з коефіцієнтів якості формується інтегральний показник якості пасажирських послуг « SQ ». Для розрахунку інтегрального показника якості використовуємо наступну залежність:

$$SQ = \sum_{i=1}^5 W_i (P_{ij} - E_{ij}), \quad (1)$$

де SQ – коефіцієнт якості;

W_i – ваговий фактор показника;

P_{ij} – створене сприйняття;

E_{ij} – очікуваний рівень.

Основним елементом оцінки якості є анкетування. Для отримання первинної інформації щодо вагомості атрибута та очікувань пасажирів необхідно організувати спеціальне спостереження – анкета, найпоширеніший інструмент для збору первинної інформації. Анкета – звертання до населення в цілому, до тих чи інших його груп, з метою вивчення їх відносин до певних явищ. Дослідження проводиться у спільних інтересах, люди повинні бути зацікавлені в опитуванні.

Соціологічне опитування посідає важливе місце в транспортних дослідженнях. Його основне призначення полягає в отриманні соціологічної інформації про стан громадської, групової, колективної та індивідуальної думки, а також про факти, події та оцінки, пов'язані з життєдіяльністю респондентів. За підрахунками деяких вчених, з його допомогою збирається

практично 90% всієї емпіричної інформації. Опитування є провідним методом при вивченні сфери свідомості людей. Цей метод особливо важливий у дослідженні соціальних процесів і явищ, малодоступних безпосередньому спостереженню, а також у випадках, коли сфера, що вивчається, слабо забезпечена документальною інформацією.

Анкета складається з пар питань, згрупованих за п'ятьма параметрами якості послуг. Показники безпеки, інформаційного сервісу та культури обслуговування визначаємо за допомогою шкали Лейкерта. Її логіка полягає в тому, що вводяться два проміжних затвердження «згоден» і «не згоден» на додаток до двох крайніх («повністю згоден», «повністю не згоден») і нейтрального («не можу сказати», «важко відповісти»). Абсолютна згода («повністю згоден») оцінюється значенням «5», а радикальна незгода («повністю не згоден») відповідає оцінці «1». Підсумовуючи цифрові показники, можна отримати середнє значення ступеня згоди з наведеними твердженнями.

Для визначення рівня сприйняття (фактичного рівня) коефіцієнтів якості витрат часу та комфортабельності розраховані часткові показники якості: час підходу до зупиночного пункту, час очікування на транспортний засіб та статичний коефіцієнт використання місткості. При визначенні інтегрального показника якості використовуємо безрозмірні значення. Для цього переводимо значення отриманих шляхом розрахунків та анкетування показників до бальної форми від 1 до 5.

Розробляємо шкалу відповідно до мінімального та максимального значення, яке приймає показник: часу очікування 1-3 хв. призначаємо 5 балів, 4-5 хв. – 4 бали, 6-7 хв. – 3 бали, 8-10 хв. – 2 бали та час очікування, що перевищує 10 хв. має 1 бал.; час на підхід до зупиночного пункту знаходиться у межах від 1 до 10 хв.; наповнення рухомого складу: 0,3–5 балів, більше 1–1 бал. Для визначення відхилення витрат часу руху у транспортному засобі в анкеті пропонується вказати у хвиликах, на скільки фактичні витрати відрізняються від очікуваних: 5 балів, якщо сприйняття відповідає очікуванню, 1 бал, якщо фактичне значення перевищує 7 хв.

Розроблена анкета розповсюджується обліковцями серед 400 респондентів [3]. Дослідження проводиться безпосередньо серед пасажирів маршрутного таксі під час їх проїзду в транспортному засобі, що рухається за маршрутом. Опитування проводиться в салонах маршрутного таксі методом письмового анкетування. При вході в салон після оплати проїзду, пасажирі отримують анкети і при необхідності – кулькові ручки. При виході з таксі, вони віддають заповнені анкети водієві.

Інформація збирається і аналізується на предмет якості обслуговування, визначення очікувань, сприйняття пасажирів та визначення ваги кожного з запропонованих показників по відношенню до інших.

Для кожного з рівнів задоволення потреб пасажирів необхідно визначити числові межі для рівнів обслуговування. Приймаємо чотирирівневу систему оцінки якості перевезень [4]. Числові значення інтегрального показника для рівнів обслуговування наводимо у таблиці 1.

Таблиця 1 – Відповідність значення інтегрального показника рівню якості.

Рівень якості	Відмінний	Добрий	Задовільний	Незадовільний
Значення інтегрального показника	$-0,2 \leq SQ < 0$	$-0,7 \leq SQ < -0,2$	$-1 \leq SQ < -0,7$	$SQ < -1$

Перевага запропонованої методики в порівнянні з іншими полягає в тому, що вона дозволяє об'єктивно оцінити рівень транспортних послуг та визначити шляхи підвищення якості, оскільки враховує думку пасажирів як основного споживача транспортних послуг.

Вищевикладена методика відповідає сформованим в даний час умовам на ринку послуг пасажирського автотранспорту.

Список літератури

1. Delivering quality service: balancing customer perceptions and expectations / Valarie A. Zeithaml, A. Parasuraman, Leonard L. Berry – New York: Free Press, c1990.–226 p.
2. Новаторов Э. Становление маркетинга услуг как самостоятельной научной дисциплины за рубежом // Маркетинг в России и за рубежом.– 2000.- № 4.
3. Уманец Т.В., Пигарев Ю.Б. Статистика .–К., 2003.– 623 с.
4. Пассажи́рские автомоби́льные перево́зки: Учебник / Под ред. Н. Б. Островского. – М. : Транспорт, 1986. – 307 с.

ЩОДО ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РЕЗУЛЬТАТІВ ОБСТЕЖЕННЯ ВИБОРУ ПАСАЖИРОМ ШЛЯХУ ПЕРЕСУВАННЯ

О.В. Свічинська, асп.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Дослідження вибору пасажиром шляху пересування базується на проведенні певного обстеження. Методика проведення даного обстеження повинна забезпечити обліковця всією необхідною інформацією. Важливим питанням при цьому залишається надійність отримуваних результатів вибору пасажиром шляху пересування. Під надійністю тут слід розуміти беззаперечну можливість використання всіх отриманих даних для поставленої мети дослідження, в нашому випадку – для формування функції привабливості шляху пересування. Вирішення питання забезпечення надійності результатів обстеження повинно починатись вже на етапі розробки методики проведення обстеження, а механізм його проведення повинен ґрунтуватись на прийнятих в процесі розробки рішеннях.

Взагалі, основою формування функції привабливості шляху пересування є проведення обстежень пасажиропотоків різними методами: звітно-статистичним, таблично-опитним, рахунково-табличним, анкетним, талонним, візуальним і методами автоматизованого обстеження пасажиропотоків [1]. В окрему групу методів виділяють такі, що допомагають оцінити поведінку пасажирів в маршрутній системі, під якою розуміється віддання переваги певним маршрутам при трудових поїздках. Розрізняють два підходи до проведення таких обстежень: моделювання намірів за допомогою анкет [2] і обстеження виявленого вибору [3]. При проведенні обстежень за допомогою першого підходу з останніх двох кожному респонденту пропонується заповнити анкету, в яку необхідно внести перелік варіантів можливих реалізацій пересувань між транспортними районами відправлення та прибуття. Перевагами такого способу проведення обстежень є відносна простота збору інформації та короткий період обстеження. Даний спосіб моделювання намірів розділяється на три варіанти: функціональний аналіз, порівняльна модель та монотонна модель, або метод ранжування.

При функціональному аналізі респондент надає кількісну оцінку кожному з запропонованих варіантів шляху пересування. Оцінка надається за п'яти- або десятибальною шкалою, за якою визначається привабливість варіантів пересування. Можливий шлях пересування описується значеннями параметрів, що вибрані в якості основних. Наступним кроком в даному випадку є визначення залежності між отриманою оцінкою шляху пересування і його параметрами. Недоліками цього варіанту є складність об'єктивної оцінки привабливості шляху пересування і не виключеність того, що результати розрахунку ймовірності вибору шляху пересування по отриманим залежностям можуть не відповідати фактичним її значенням.

При використанні порівняльної моделі кожен респондент повинен вибрати з кожної представлені пари варіантів шляху пересування найкращий.

Монотонна модель, або метод ранжування, передбачає упорядкування кожним респондентом варіантів шляху пересування по ступеню їх вигоди. В даному випадку слід відмітити меншу точність оцінки обраних варіантів шляху пересування через відсутність кількісної шкали, але це компенсується більшою кількістю простих відповідей.

До недоліків реалізації представленого підходу можна віднести те, що респонденти, тобто потенційні пасажирів міського пасажирського транспорту (МПТ), не мають великого досвіду використання більшості варіантів шляхів пересування, що їм запропоновані, тому оцінка цих шляхів під час обстеження може відрізнятися від реальної поведінки цих же респондентів в реальних аналогічних ситуаціях.

Наступним підходом є методи визначення виявленого вибору, які також поділяються на три підходи: фіксування потоку пасажирів за допомогою стандартних методів, застосування методу фіксування вигоди та застосування методу безпосередньої фіксації вибору з використанням анкет обстеження. Метою першого з цих підходів є отримання якомога більшої кількості спостережень потоку пасажирів на різних ділянках транспортної мережі. Потім, на основі отриманої матриці кореспонденцій визначаються коефіцієнти функції узагальненої вартості шляху. Недоліком цього варіанту є відсутність точного способу визначення коефіцієнтів і велика кількість ступенів свободи для них, що не забезпечує отримання достовірних результатів.

Застосування методу фіксування вигоди передбачає, що кожен респондент повинен описати два варіанти шляху пересування з дому на роботу: той, що використовується найбільш часто і найкращий з тих можливих, що залишилися. Недолік даного методу полягає в тому, що відсутня кількісна оцінка ймовірності вибору варіантів шляху пересування, оскільки вона може суттєво відрізнятися у кожного з респондентів. Наприклад, перший варіант шляху пересування може мати однакову частоту використання, що й другий, або другий варіант шляху пересування може не використовуватись взагалі.

У випадку застосування методу безпосередньої фіксації вибору обстеження проводиться протягом декількох днів, протягом кожного з яких респондент описує той варіант шляху пересування, яким він скористався. Результатом обробки результатів обстеження є отримання частоти вибору респондентом того чи іншого шляху пересування, яка є основою для визначення ймовірності користування даним шляхом. Використання цього методу дозволяє отримати набір даних, що можуть дати відповідь на питання щодо доцільності використання відповідних видів транспорту, раціонального розташування зупиночних пунктів, часу прямування пасажирів та інших показників, необхідних для формування функції привабливості шляху пересування. Також даний метод дозволяє отримати відомості, необхідні для покращення організації руху на існуючий маршрутний мережі і дані для перспективного планування. Додатковою перевагою цього методу також є те, що обстеження можна проводити як по місту в цілому, так і по окремим його районам або крупним підприємствам.

Отже, серед існуючих методів проведення обстежень пасажиропотоків, що

дозволяють сформувати функцію привабливості шляху пересування пасажирів, для подальших досліджень було обрано останній – метод безпосередньої фіксації фактичного вибору пасажиром шляху пересування з використанням анкет обстеження.

Згідно з розробленою методикою проведення даного обстеження обліковець розповсюджує серед респондентів анкети, які вони повинні заповнювати протягом робочих днів при поїздках за напрямком «житло – робота». По закінченню вказаного в анкеті терміну обстеження респондент повинен повернути заповнену анкету обліковцю.

Особливістю цього методу є великі витрати часу та праці на його проведення, викликані необхідністю подвійного контакту обліковця з кожним респондентом – перед початком та після закінчення обстеження, а також виникаючими складностями попереднього інструктажу респондентів, що не мають спеціальної освіти або відповідного досвіду. З метою більш детального пояснення респондентам того, яку інформацію необхідно заносити до анкети, на її титульному аркуші надається стисла інструкція з роз'ясненнями щодо заповнення.

Недоліком використання цього методу є можливість отримання непридатних до обробки анкет. З метою зменшення їх кількості була здійснена модифікація використаних у роботі [4] анкет, яка полягає у наступному:

- змінено форму анкети та порядок заповнення загальних відомостей респондента;
- в деяких пунктах анкети скореговано текст на більш зрозумілий для сприйняття середньостатистичною людиною;
- у загальних відомостях про респондента додано наступне закрите питання: «Який з показників, на вашу думку, є найвагомішим при виборі маршруту прямування»;
- на робочому аркуші анкети додані поля, де необхідно вказати інформацію про час прибуття на зупинку відправлення та час прибуття на зупинку призначення.

Важливим питанням при розробці методики проведення обстеження залишається визначення такої кількості спостережень, яка була б достатньою та науково обґрунтованою. При використанні невеликої кількості днів проведення обстеження або навіть одного дня виникає сумнів щодо достатньої кількості спостережень та, відповідно, достовірності отримуваних на основі цих даних результатів. Прикладом може служити анкета, в якій спостереження за вибором пасажирів шляху пересування проводиться протягом одного дня. Дані, отримані за такою анкетною, не можна вважати досить інформативними та порівнювати з даними, отримуваними за допомогою анкет з більшою кількістю днів обстеження. Це можна пояснити тим, що на вибір пасажиром того чи іншого шляху пересування мають вплив різні фактори, котрі можуть бути відмінними для кожного наступного дня обстеження. Через це виникає проблема оцінки ймовірності вибору пасажиром шляху пересування на основі не одного дня обстеження, а на декількох, наприклад – п'ятих днів робочого тижня.

Вирішення цього питання, а також вдосконалення самої методики проведення обстеження за обраним методом дозволять підвищити надійність результатів обстеження вибору пасажиром шляху пересування та, відповідно, розрахунків ймовірностей користування певними шляхами пересування.

Список літератури

1. Ефремов, И.С. Теория городских пассажирских перевозок [Текст] : учеб. пособ. для вузов / И.С. Ефремов, В.М. Кобозев, В.А. Юдин. - М. : Высшая школа. - 1980. - 535 с. : ил.
2. Брейдо, Т.Е. Математическое моделирование транспортных сетей и оптимизация параметров их функционирования. Автореф. дис. канд. техн. наук. - Горький, 1978, 24 с.
3. Булычева Н.В., Федоров В.П. Расчет пассажиропотоков и оптимизация параметров маршрутных схем. - В кн.: Математические методы в управлении городскими транспортными системами. Институт социально - экономических проблем. - Л.: Наука, 1979, с. 65-90.
4. Горбачов, П.Ф. Концепция формирования систем маршрутного пассажирского транспорта в містах [Текст] : дис. д-ра техн. наук / П.Ф. Горбачов. - Х., 2009. - 370 с.

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПОПИТУ ШЛЯХОМ ВРАХУВАННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ РОЗСЕЛЕННЯ НАСЕЛЕННЯ МІСТА

С.В. Свічинський, асп.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

На сьогоднішній день можна вважати, що загальний вигляд графіку функції розселення населення від відстані або часу пересування на роботу громадським транспортом є відомим та зовнішньо співпадає з видом гама-розподілу з параметром форми більшим за 1 [1]. При цьому помітної різниці в результатах групування при використанні відстані або часу пересування немає, оскільки відстань пересування охоплює більше 95% варіації загального часу пересування. Слід відзначити, що ці дані стосуються лише громадського пасажирського транспорту, але для міст України вони є більш ніж обґрунтованими, оскільки в них послугами громадського транспорту для поїздки на роботу користується від 70 до 80% мешканців міст [2].

Проведений аналіз публікацій показав, що маршрутна мережа (ММ) міського пасажирського транспорту (МПТ) та її характеристики у відомій теорії розселення населення безпосередньо не враховуються. МПТ при цьому розглядається лише як фактор, що визначає складність (або навпаки легкість) пересування відносно основних його напрямів, виходячи з власного рівня розвитку, який може бути охарактеризований швидкостями та рівнем комфорту транспортних засобів, розгалуженістю мережі та ін. [3].

Тут слід зазначити, що формування ММ МПТ здійснюється під впливом значної кількості факторів, взаємодія яких призводить до частково випадкового характеру її розвитку [4]. Найвагомішим серед них слід вважати наявність попиту пасажирів на перевезення, задоволення якого є основним призначенням ММ. Тому розташування об'єктів мережної інфраструктури, тобто пропозиції транспорту, в першу чергу визначається транспортним попитом. При значній частці маршрутних пересувань, яка характерна для українських міст, ММ МПТ є дуже вдалим інструментом для вивчення закономірностей розселення населення міст. При цьому закономірності розселення, тобто розподіл пасажирів за дальністю поїздки, можна та доцільно розглядати в залежності від характеристик ММ МПТ. За основу в даному випадку може бути взятий розподіл дальності транспортних трудових пересувань тієї частини мешканців міст, які користуються громадським транспортом для поїздки з дому на роботу.

Формування функції розселення може бути представлено як процес трансформації квадратної матриці відстаней між транспортними районами (ТР) в лінійний набір відстаней поїздки, який можливо описати відповідним законом розподілу. Процес трансформації складається в тому, що значення кожної відстані між ТР i та j – l_{ij} – повторюється в лінійному масиві відстаней h_{ij} разів, якщо h_{ij} є величиною кореспонденції між ТР i та j . Нажаль, відсутність фактичної матриці кореспонденцій для будь-якого українського міста робить таке перетворення неможливим.

В результаті проведених досліджень було встановлено, що розподілом, придатним для опису величини l_{ij} , виявився гама-розподіл, який є похідним від показникового розподілу довжин перегонів МПТ [5], під якою в даному дослідженні розуміється відстань між суміжними зупинками незалежно від їх приналежності до мережі різних видів МПТ – автобусного, тролейбусного чи трамвайного.

Згадана трансформація, результатом якої є отримання функції розселення населення, може бути описана наступним чином. В загальному випадку значення в клітинках матриці кореспонденцій являють собою частоту настання поїздки на певну відстань. Користуючись поняттями статистичної ймовірності деякої події та повної групи подій, ймовірність виникнення певної кореспонденції може бути записана наступним чином:

$$p(h_{ij}) = \frac{h_{ij}}{H}, \quad H = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m h_{ij} \quad (2.29)$$

У відповідності з цим, ймовірність того, що на відстань l_{ij} буде реалізовано h_{ij} кореспонденцій, буде являти собою ймовірність добутку двох подій: 1) шлях прямування буде мати довжину l_{ij} ; 2) по цьому шляху буде реалізовано h_{ij} поїздки. Це можна записати наступним чином:

$$p(s) = p(h) \cdot f(l), \quad (1)$$

де $p(s)$ – ймовірність реалізації на відстань l_{ij} кількості поїздки h_{ij} ;

$f(l)$ – ймовірність того, що шлях прямування буде мати довжину l_{ij} ;

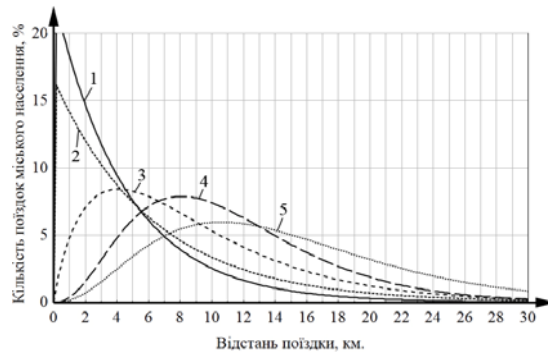
$p(h)$ – ймовірність виникнення кореспонденції h_{ij} ;

Дійсно, за умови відсутності кореспонденції h_{ij} на відстань l_{ij} не буде здійснено жодної поїздки і виходить, що $f(l)$ у відповідності з правилом добутку ймовірностей є ймовірністю події за умови, що подія $p(h)$ відбулася.

Засновуючись на виразі (1), можна висунути гіпотезу про те, що функція розселення населення в цілому також представлятиме собою щільність гама-розподілу.

Перевірка даних положень була здійснена з використанням матриць пасажирських кореспонденцій (МПК), визначених за допомогою найбільш поширених та теоретично можливих стратегій заповнення МПК. В якості таких були обрані: гравітаційна модель з різними параметрами функції тяжіння; стратегія випадкового заповнення МПК; стратегія мінімізації індивідуальних відстаней поїздки; стратегія мінімізації сумарної відстані всіх трудових поїздки; стратегії, протилежні останнім двом.

Трансформація матриць відстаней між транспортними районами міста через призму розрахункових матриць пасажирських кореспонденцій, отриманих в результаті реалізації наведених стратегій, дозволила отримати відповідні розподіли поїздки міського населення за дальністю – функції розселення. Їх приклад для м. Харків наведений на рисунку 1. Перевірка відповідності між ними та теоретичним гама-розподілом була здійснена за допомогою тесту Колмогорова-Смирнова та критерію Пірсона. Параметри зазначених розподілів наведені в таблиці 1. В результаті було встановлено, що отримані функції розселення, в т.ч. і для інших досліджених міст України, в переважній більшості можуть бути описані гама-розподілом, але в деяких випадках придатними для їх опису виявились показниковий та нормальний розподіли, перший з яких є окремим, а другий – граничним випадком гама-розподілу.



1 – мінімізація індивідуальних відстаней поїздок; 2, 3 – гравітаційна модель; 4 – випадкове заповнення МПК; 5 – максимізація індивідуальних відстаней поїздок

Рисунок 1 – Криві розселення населення м. Харків, отримані при різних стратегіях заповнення МПК

Таблиця 1 – Параметри теоретичних розподілів, придатних для опису кривих розселення населення м. Харків.

Стратегія заповнення МПК	Теоретичний розподіл	Параметри розподілу		Величина тесту Колмогорова-Смирнова	Ймовірність за тестом χ^2
		Параметр масштабу	Параметр форми		
1	показниковий	0,22		0,058	0,050
2	показниковий	0,16		0,042	0,310
3	гама	4,84	1,85	0,034	0,145
4	гама	3,19	3,53	0,036	0,284
5	гама	4,24	3,50	0,038	0,050

За результатами проведених досліджень можна з упевненістю стверджувати, що гама-розподіл, яким може бути описана крива функції розселення, задається розподілом відстаней між транспортними районами міста та не трансформується у будь-який інший незалежно від способу заповнення МПК. Це створює добру основу для визначення можливих станів матриць пасажирських кореспонденцій на основі функції розселення населення – за умови відомої кривої розселення населення можливим є відшукування тих станів МПК, які її породжують. Знання даних МПК дозволить підвищити надійність моделювання транспортного попиту та визначення показників, пов'язаних з його реалізацією.

Список літератури

1. Ян Цибулка. Качество пассажирских перевозок в городах / Ян Цибулка; [пер. с чешского И.В. Шварц]. – М.: Транспорт, 1987. – 240 с.
2. Горбачов П.Ф. Концепція формування систем маршрутного пасажирського транспорту в містах: дис. ... доктора техн. наук: 05.22.01 / Горбачов Петро Федорович. – Харків, 2009 – 370 с.
3. Шелейховский Г.В. Композиция городского плана как проблема транспорта / Г.В. Шелейховский – М.: Государственный институт проектирования городов «ГИПРОГОР», 1946. – 132 с.
4. Feng Xie. Evolving transportation networks / Feng Xie, David M. Levinson. – New York: Springer, 2011. – 278 p.
5. Горбачов П.Ф. Статистичний опис взаємного розташування зупиночних пунктів міського пасажирського транспорту / П.Ф. Горбачов, П.С. Кабелянц, С.В. Свічинський // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета – 2011. – №53. – С. 66–69.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

В.А. Стрельнікова, ст.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Витрати часу населенням під час поїздок від місць проживання до місць роботи – важливий критерій оцінки якості перевезень пасажирів в містах. Очікування МПТ є невід’ємною складовою процесу пересування пасажирів маршрутною мережею. Час очікування пасажирів (ЧОП) на зупинних пунктах (ЗП) МПТ, час поїздки в транспортному засобі (ТЗ), час затрачений на пересадку в найбільшій мірі змінюються під час проведення реорганізаційних заходів на маршрутній мережі. Найбільш складний характер з цих показників має ЧОП, який для інженера з транспорту безумовно має випадковий характер. Визначення його параметрів дозволить спрогнозувати та мінімізувати його значення, поліпшити ефективність функціонування МПТ.

Надійність роботи МПТ безпосередньо залежить від ступені організації руху транспортних засобів на маршруті. На теперішній час така організація знаходиться на недостатньому рівні для забезпечення ефективного функціонування маршрутної мережі міст, оскільки рух ТЗ відбувається за інтервальною системою регулювання.

Метою дослідження є визначення фактичних параметрів руху ТЗ на міських маршрутах та визначення на їх основі параметрів ЧОП на ЗП МПТ за допомогою імітаційної моделі. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі: визначити фактичні параметри руху ТЗ на міських маршрутах; розробити імітаційну модель взаємодії пасажирів та ТЗ; провести імітаційний експеримент з визначення ЧОП та проаналізувати його результати.

Об’єкт дослідження є процес очікування пасажирів на зупиночних пунктах міського пасажирського транспорту, що працює з визначеним інтервалом.

Предмет – закономірності розподілу часу очікування на зупиночних пунктах міського пасажирського транспорту.

Найкращим способом отримання адекватних реальному процесу результатів є експеримент (активний або пасивний), що проводиться з самим об’єктом дослідження. При дослідженні пасажирських перевезень переваги віддаються обстеженням різного роду, за допомогою яких фіксуються фактичні значення параметрів, що вивчаються. За допомогою обстежень визначено, наприклад, що інтенсивність підходу пасажирів до зупинки пункту розподілена за законом Пуассона.

Однак для вивчення ЧОП на зупинці відомий тільки один метод обстеження, який полягає у фіксації часу прибуття пасажирів на зупинку і часу відправлення від нього в транспортному засобі, що дозволяє розрахувати час очікування як різницю цих двох значень. Приклад результатів такого обстеження, проведеного в м. Харкові.

Перебудова імітаційної моделі ЧОП на основі врахування організації руху ТЗ із заданим інтервалом, дозволила провести додаткові дослідження ЧОП та підтвердити його тісний зв’язок із плановим інтервалом руху.

Також встановлено, що випадкова величина ЧОП підпорядковується гама закону розподілу, але порівняно з організацією руху ТЗ із заданим розкладом, спостерігається більше наближення розподілу до показникового закону. Такі результати можуть бути пояснені використанням гамма розподілу на вході моделі на вході експерименту для моделювання прибуття ТЗ на ЗП використано нормальний закон розподілу.

За результатами проведених досліджень можливо висунути припущення, що з реорганізацією руху ТЗ з інтервальної системи на рух за розкладом надійність роботи МПТ значно підвищиться.

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ ВАНТАЖІВ ЗА РАХУНОК ОПТИМІЗАЦІЇ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНУВАННЯ

М.В. Алексеєнко, ст. гр. Т-51,
О.П. Калініченко, доц., канд. техн. наук
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Автомобільні вантажні перевезення, як об'єкт управління, можуть бути віднесені до систем, що працюють в умовах сильних випадкових обурень, при яких існуючі в даний час способи оперативного змінно-добового планування та управління виявляються малоефективними.

Підвищення ефективності функціонування автотранспортного комплексу, саме на етапі оперативного планування, можливе за рахунок розробки раціональних графіків спільної роботи навантажувально-розвантажувальних пунктів та вантажних автомобілів.

Складання графіків спільної роботи вантажних автомобілів і вантажно-розвантажувальних пунктів - це одна з найважливіших задач на етапі оперативного планування перевезень. Неузгодженість дій при виконанні транспортних операцій призводить до непродуктивного простою рухомого складу в очікуванні навантажувально-розвантажувальних робіт, а також до непродуктивних простоїв навантажувально-розвантажувальних засобів в очікуванні рухомого складу.

Як показує практика, побудова та виконання такого графіка залежить від багатьох чинників, існуюче планування часто відбувається хаотично. Тому бажано використовувати комп'ютерні засоби, які дозволять змінювати алгоритм оптимізації в залежності від обраних критеріїв, отримувати оперативну інформацію з ланок логістичного ланцюга, синхронізувати діяльність відділів та існуючих в системі процесів. Процес доставки вантажів від виробника до торгівельної мережі є невід'ємною частиною будь-якої системи товароруку. Даний процес надає значний вплив на основні характеристики товару в процесі його реалізації у кінцевого споживача, такі як: відпускна ціна, повнота представлення асортименту, термін реалізації і т.д.

Останнім часом, процес доставки вантажів зазнав значних змін, що стосуються, в першу чергу, ролі транспорту в системі доставки. Якщо раніше, транспортна система являла собою самостійно функціонуючу структуру, що має власні цілі і завдання, то зараз для досягнення комерційного успіху, транспортна система повинна взаємодіяти з іншими складовими частинами системи доставки, такими як: складський комплекс, постачальники і споживачі вантажів і т.д. Цілі і завдання транспортного обслуговування визначаються більш глобальними цілями і завданнями функціонування всієї системи доставки [1].

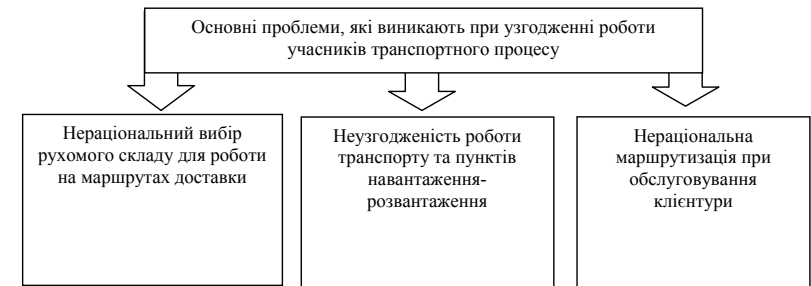
Термін доставки в першу чергу залежить від ступеня узгодження учасників транспортного процесу. Зараз багато транспортних підприємств не замислюються про

важливість узгодження роботи учасників транспортного процесу і про витрати які вони несуть в наслідку непродуктивних простоїв автомобілів в очікуванні обслуговування і вантажно-розвантажувальних механізмів в очікуванні прибуття автомобілів.

Уникнути невиробничих простоїв як навантажувально-розвантажувального пункту так і вантажних автомобілів майже неможливо, оскільки вантажні автомобільні перевезення як об'єкт управління [2], віднесені до систем що працюють в умовах сильних випадкових обурень, при яких існуючі на теперішній час методи оперативного (змінно-добового) планування виявляються малоефективними. Їх можливо зменшити за рахунок складання раціональних графіків сумісної роботи. Питання складання таких графіків на теперішній час не досліджене в повній мірі. Дослідження в даній області показали що дана задача вельми важка, оскільки має комбінаторну природу та відноситься до, так званих, NP-важких задач [3].

При узгодженні елементів транспортного процесу та підвищенні ефективності їх функціонування зустрічаються з багатьма проблемами, основними з яких є (рисунк 1.1).

Важливим завданням організації перевезень є вибір ефективних транспортних засобів, які найбільше відповідають конкретним умовам перевезень.



Рисунк 1.1 – Проблем, що виникають при узгодженні роботи учасників транспортного процесу

Якість функціонування транспортного комплексу в складі вантажних автомобілів та механізмів може бути оцінено різними критеріями, основними з яких є:

- прибуток автотранспортного підприємства;
- продуктивність транспортних засобів;
- продуктивність вантажно-розвантажувальних механізмів;
- строки доставки вантажів;
- своєчасність доставки вантажів;
- питома трудомісткість виконання транспортних операцій;
- собівартість роботи.

Але для оцінки якості роботи транспортного комплексу по заздалегідь побудованих графіках спільної роботи найбільш прийнятним представляється використання критерію, що відображає сумарні витрати на проведення всіх заходів, пов'язаних з доставкою вантажу від відправників до одержувачів.

Метою дослідження є підвищення ефективності виконання вантажних перевезень. Об'єкт - процес перевезення вантажів. Предметом являється вплив графіків спільної роботи на витрати при перевезеннях. Робочою гіпотезою є раціональна організація спільної роботи учасників транспортного процесу дозволить знизити витрати на перевезення.

Функціонування транспортного комплексу в складі вантажних автомобілів та навантажувально-розвантажувальних механізмів по правильно складеним графікам їх спільної роботи може дозволити знизити витрати на функціонування комплексу в цілому.

Для успішного досягнення мети необхідно мати чітке уявлення, які операції необхідно проводити та їхня послідовність виконання.

Для вирішення задачі узгодження спільної роботи учасників транспортного процесу було розроблено алгоритм складання графіків спільної роботи автомобілів та пунктів навантаження-розвантаження.

Даний алгоритм базується на застосуванні попередньо запланованого резерву часу на навантаження-розвантаження, що дозволить уникнути утворення черг, які призводять до неможливості функціонування всього транспортного комплексу по складеним графікам.

Шляхом введення запланованого простою ми враховуємо можливі відхилення від графіка спільної роботи при функціонуванні по ньому транспортного комплексу в складі вантажних автомобілів та навантажувально-розвантажувального пункту.

Однією із задач роботи є пошук раціонального резерву часу на навантаження-розвантаження, при якому витрати, які виникають під час простоїв, будуть мінімальними.

Отримані в результаті досліджень економічні показники вказують на перевагу та необхідність функціонування транспортного комплексу по графікам спільної роботи, а саме з запланованим резервом часу на навантаження-розвантаження.

При впровадженні розробленої методики складання графіків спільної роботи вантажних автомобілів та навантажувально-розвантажувальних пунктів було отримано такий графік, при якому зменшуються витрати від непродуктивних простоїв рухомого складу та механізмів, які його обслуговують.

Оскільки в даному випадку пріоритетною умовою був мінімум часу непродуктивних простоїв автомобілів, то введення запланованого резерву часу дозволило зменшити час затримки простою рухомого складу під навантаженням-розвантаженням. Пропонується введення резерву часу на навантаження шляхом збільшення його на 8%, що дозволить знизити витрати від простоїв на 26,4%, а порівнюючи роботу транспортного комплексу по складеному раціональному графіку та роботу без графіків спільної роботи, ефективність впровадження нововведення склала 59,3%.

При умові надання пріоритету роботі механізму, рекомендується не застосовувати резерв часу на навантаження, що призведе до збільшення часу невиробничих простоїв механізму.

У графіках, які передбачають загальну мінімізацію невиробничих простоїв автомобілів та механізмів рекомендується введення запланованого резерву часу на навантаження-розвантаження не більше 5% від часу навантаження.

Список літератури

1. А.В. Вельможин, В.А. Гудков, М.Б. Миротич, А.В. Куликов. Грузовые автомобильные перевозки: Горячая линия – Телеком, 2006. - 560 с.
2. Калиниченко О.П. Повышение эффективности совместной работы грузовых автомобилей и погрузочно-разгрузочных средств: Дис. ... канд. техн. наук/ ХНАДУ, 2003. -158 с.
3. В.М. Гужва. Технологія агентно-орієнтованого моделювання ланцюгів постачання, КНЕУ 2009. – 68с.

ОПТИМІЗАЦІЯ ОБСЯГІВ ПОСТАЧАЇ ТАРНО-ШТУЧНИХ ВАНТАЖІВ В МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ

А.В. Любимая, ст. гр. Тм-51,
С.В. Нагорний, проф., д-р техн. наук

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

В сучасному світі для прийняття рішення поряд з кількісними чинниками економічного розвитку транспортних підприємств все більше висуваються якісні. Основні критерії оцінки якості транспортного обслуговування:

- якість перевезення;
- якість форм організації транспортного обслуговування.

Для оцінки якості перевезення використовують наступні критерії:

- надійність перевезення;
- схоронність вантажу;
- гнучкість доставки;
- час від отримання заявки до доставки партії товарів;
- наявність запасів на складі постачальника;
- можливість надання кредиту та інше.

Рівень логістичного сервісу визначає якість транспортного обслуговування, як зі сторони постачальника, так і з позиції споживача.

Задача визначення реакції ринку на рівень логістичного сервісу є досить складною. Крива реакції ринку, як правило, має S-подібну форму, що пояснюється двома причинами. По-перше, більшість ринку потребує від постачальника наявності мінімального рівня сервісу («мінімальний поріг сервісу»). Діяльність в допороговій області не принесе відчутного доходу, так як постачальник не буде сприйматися ринком взагалі. Діяльність з рівнем логістичного сервісу в допороговій області зважаючи на наявність витрат на сервіс і в той же час низького доходу може бути збитковою. По-друге, після певного рівня сервісу ринок стає нечутливим до його майбутнього збільшення.

Таким чином, зростання рівня логістичного сервісу супроводжується, з одного боку, зростанням витрат на сервіс, а з іншого боку – зростанням обсягів постачання, і відповідно, зростанням доходів. Задача полягає в знаходженні оптимальної величини рівня сервісу та оптимізації процесу транспортного обслуговування.

При аналізі методів оптимізації процесу доставки вантажів виявлено, що оптимізаційні моделі розглядалися такими, що для їх практичної реалізації необхідно повністю детерміноване представлення всіх вихідних даних. Саме така ситуація з лінійними моделями, при побудові яких вважалося, що питомий прибуток, споживчий попит, рівні запасів та ін. є величинами, які визначаються однозначно. Але в реальних умовах принаймні деякі з перерахованих вище показників відомі лише приблизно, у багатьох можуть виникнути сумніви відносно практичної цінності методів оптимізації з детермінованих визначенням величин.

Була розроблена модель на основі класичної транспортної задачі, але яка має змогу врахувати ймовірнісний характер вхідних величин, таких як вартість транспортування та необхідні потреби споживачів та можливості постачальників. В умовах ринкової економіки класична постановка транспортної задачі не може відповідати реальності, так як параметри задачі, як правило, не являються детермінованими величинами. На практиці випадковими є можливості постачальників, потреби споживачів (попит на продукцію), а також вартість

перевезень. Стає зрозуміло, що в цих умовах вирішення задачі також є випадковим і його отримання традиційним методом неможливе.

У зв'язку з цим введемо набір щільностей випадкових величин $\tilde{c}_{ij}$

$$\varphi_{ij}(c_{ij}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_i}} \exp\left\{-\frac{(c_{ij} - \mu_{ij})^2}{2\sigma_{ij}^2}\right\}, \quad (1.1)$$

$$i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n.$$

Тоді щільність розподілу випадкової величини сумарної вартості перевезення

$$R = L(X) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \tilde{c}_{ij} x_{ij}, \quad (1.2)$$

має вигляд

$$f(R) = f(L(X)) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_\Sigma}} \exp\left\{-\frac{(R - \mu_\Sigma)^2}{2\sigma_\Sigma^2}\right\}, \quad (1.3)$$

$$\text{де } \mu_\Sigma = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \mu_{ij} x_{ij}, \quad \sigma_\Sigma^2 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sigma_{ij}^2 x_{ij}^2.$$

Задача полягає в пошуку набору $X = (x_{ij})$, який би доставив екстремальне значення вибраної функції від щільності (2.1) та задовольняючому обмеженням

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, i = 1, 2, \dots, m, \sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, j = 1, 2, \dots, n. \quad (1.4)$$

$$x_{ij} \geq 0, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n \quad (1.5)$$

де x_{ij} - кількість вантажу, запланований для перевезення від і-го постачальника до j-го споживача;

a_i - обсяг поставок від і-го постачальника,

b_j - потреба j-го споживача,

c_{ij} - вартість перевезення одиниці вантажу від і-го постачальника до j-го споживача.

В результаті математичних перетворень задача зведена до наступної: знайти план X , максимізуючий дробно-квадратичну функцію

$$F(X) = R^2(X) = \frac{\left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n d_{ij} x_{ij}\right)^2}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sigma_{ij}^2 x_{ij}^2} \quad (1.6)$$

і задовольняючу обмеженням (1.4) та (1.5).

Критерій ефективності визначається як

$$C(X) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \mu_{ij} x_{ij}. \quad (1.7)$$

де $\mu_{\tilde{c}}$ - математичні очікування значень матриці цільових елементів зі змінною вартістю транспортування $\tilde{c}$, грн.

$C(X)$ - сумарні витрати транспортування, грн.

Точне вирішення цієї задачі було отримано в результаті вирішення рекурентної послідовності задач квадратичного програмування.

Відмітимо, що в окремому випадку, коли дисперсії всіх вартостей доставки одиниці товару рівні між собою, задача відшукування потрібного плану спрощується до звичайної транспортної задачі.

За результатами проведення експерименту була проведена оптимізація планів постачання вантажів за критерієм мінімізації сумарної вартості транспортування та при умові постійного значення дисперсії всіх вартостей транспортування одиниці вантажу – тобто визначені оптимальні плани закріплення відправників за споживачами. Проведено регресійний аналіз. Дані моделі характеризуються високою статистичною значимістю, так як вони враховують 94% факторів при транспортуванні вантажів.

В результаті можна зробити висновок, що математична модель з високим ступенем достовірності описує процес, що досліджується та при використанні на практиці може підвищити ефективність та якість транспортного обслуговування.

Список літератури

1. Гаджинский А.М. Логистика. Учебник. М.: 2005 - 432 с.
2. Математические методы исследования операций/[Ермольев Ю.М., Ляшко И.И., Михалевич В.С., Тюптя В.И.]. – К.: Вища школа, 1979. – 311 с.
3. Раскин Л. Г., Кириченко И.О. Задачи линейного программирования транспортного типа. – М.:– Наука, 1969. – 384 с.

КОМПЛЕКСНИЙ КРИТЕРІЙ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ОБ'ЄДНАНИХ ТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ В МІСТАХ В УМОВАХ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

В.М. Моспан, асп.,

Є.В. Нагорний, проф., д-р техн. наук

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Сьогодні важко уявити сектор міського пасажирського транспорту в розвинених країнах без об'єднаних транспортних підприємств (ОТП). Мережа комплексних міських транспортних послуг, що надаються через ОТП, є частиною іміджу громадського транспорту. В останні роки в ЄС та Росії активно створюються нові ОТП. Одним з найбільш актуальних питань в умовах підвищення якості та надійності транспортного обслуговування є розробка методики обґрунтування комплексного критерію ефективності функціонування ОТП в містах.

Розглядаючи концепцію розвитку ОТП в містах в першу чергу можна виділити проблему якості та надійності транспортного обслуговування пасажирів. Для того, щоб ОТП використовувалось якомога частіше, більш якісніше та надійніше, воно не повинне втратити свої головні переваги: швидкість, комфорт, доступність. Саме в цьому полягає суть проблеми якості та надійності обслуговування пасажирів в містах. У літературних джерелах в якості основного критерію ефективності функціонування ОТП в містах, в більшості випадків, приймаються економічні показники, до яких відносяться доходи і витрати. Проте збільшити доходи та зменшити витрати ОТП можна лише шляхом підвищення якості та надійності з урахуванням інтересів всіх учасників процесу перевезення: пасажирів, муніципалітету та, безпосередньо, перевізника.

ОТП беззаперечно підвищують привабливість громадського транспорту, оскільки забезпечує його надійність і формує імідж як інтегрованої системи, таким чином служить засобом для досягнення регуляторних та соціальних цілей муніципалітету.

Критерій, що дозволяє показати ефективність роботи ОТП з точки зору муніципалітету можна представити наступним чином:

$$K_{\text{мун}} = \frac{Дб}{Кб}, \quad (1)$$

де Дб – надходження коштів до міського бюджету від діяльності ОТП; Кб – кошти, що направляються з міського бюджету на підтримку діяльності ОТП.

Для ОТП найбільш важливим є надання якісної транспортної послуги та отримання прибутку, яке взаємопов'язане з числом перевезених пасажирів. Враховуючи вищезазначене, можна запропонувати коефіцієнт ефективності транспортного обслуговування ОТП:

$$K_{\text{пер}} = \sqrt[3]{\frac{Q_l}{Q_{\text{зарл}}} \cdot \alpha_a \cdot \gamma \cdot \frac{\Delta\tau^{\text{ОТП}}}{\Delta\tau^{\text{ф}}} \cdot \frac{\omega^{\text{ОТП}}}{\omega^{\text{Г}}} \cdot \frac{Y^{\text{ОТП}}}{Y^{\text{Г}}} \cdot R_d \cdot \frac{Q^{\text{ОТП}}(\Delta T)}{Q^{\text{Г}}(\Delta T)} \cdot K \cdot \frac{C^{\text{ОТП}}}{C^{\text{Г}}} \cdot P_{\text{ст}}}, \quad (2)$$

де Q_l – кількість пасажирів, що скористалися послугами ОТП; $Q_{\text{зарл}}$ – загальний пасажиропотік; α_a – коефіцієнт випуску транспортних засобів (ТЗ) ОТП на лінії; γ – коефіцієнт використання місткості ТЗ ОТП; $\Delta\tau^{\text{ф.о.}}$ – фактичний час витрачений пасажиром на поїздку; $\Delta\tau^{\text{ОТП}}$ – оптимальний час поїздки ТЗ ОТП; $\omega^{\text{Г}}$ – частота руху громадського

транспорту; $\omega^{\text{ОТП}}$ – частота руху ТЗ ОТП; $Y^{\text{Г}}$ – рівень інформаційного забезпечення громадського транспорту; $Y^{\text{ОТП}}$ – рівень інформаційного забезпечення ОТП; R_d – регулярність руху ТЗ ОТП на маршрутній мережі; $Q_i(\Delta T)$ – ймовірність безвідмовної роботи i -го виду громадського транспорту певний період ΔT ; $Q^{\text{ОТП}}(\Delta T)$ – ймовірність безвідмовної роботи i -го виду ТЗ ОТП на за певний період ΔT ; $C^{\text{Г}}$ – вартість проїзду на громадському транспорті; $C^{\text{ОТП}}$ – вартість проїзду в ОТП; $P_{\text{ст}}$ – споживча вартість транспорту (визначається за результатами експертних оцінок); K – показник комфортності

Що стосується населення, то однією з основних задач ОТП є організація системи інтегрованого громадського транспорту відповідно до якомога більш високих стандартів якості при прийнятній вартості.

Рівень надаваних транспортних послуг ОТП з точки зору пасажирів можна оцінити за допомогою коефіцієнта якості, заснованого на використанні функції бажаності:

$$K_{\text{пас}} = \sqrt[3]{K_{\text{тр}} \cdot K_{\text{ек}} \cdot K_{\text{бр}}}, \quad (4)$$

де $K_{\text{тр}}$ – коефіцієнт, що враховує рівень транспортного обслуговування населення ОТП; $K_{\text{ек}}$ – коефіцієнт, що враховує екологічність перевезення; $K_{\text{бр}}$ – коефіцієнт, що враховує безпеку дорожнього руху.

Для комплексної оцінки ефективності ОТП визначено складові показники, за допомогою яких його можна представити таким чином:

$$K_k = (K_{\text{мун}} \cdot \beta_{\text{мун}} + K_{\text{пер}} \cdot \beta_{\text{пер}} + K_{\text{пас}} \cdot \beta_{\text{пас}}) \cdot 100\%, \quad (5)$$

де $\beta_{\text{мун}} + \beta_{\text{пер}} + \beta_{\text{пас}} = 1$ – вагові коефіцієнти компонентів критеріїв ефективності.

З метою дослідження впливу кожного з складових критеріїв ефективності ОТП на комплексний показник побудовано графік залежності, шляхом варіювання кожного окремого показника в діапазоні від $[0,5;1]$ при фіксованих значеннях інших показників (рисунок 1).

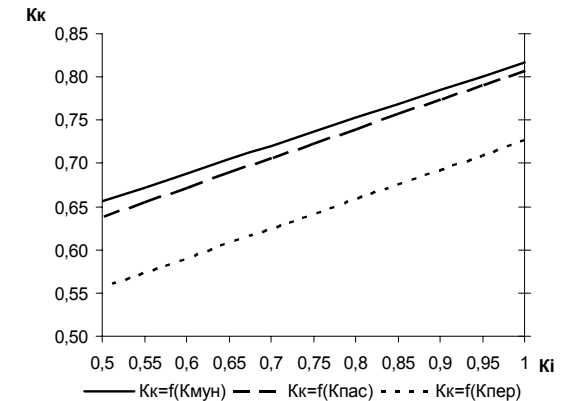


Рисунок 1 – Графіки залежності комплексного критерію ефективності ОТП від його складових

З метою визначення комплексного критерію ефективності функціонування ОТП запропонована методика, котра включає в себе показники якості.

В подальшому за допомогою даної методики можна визначити оптимальне значення комплексного критерію ефективності ОТП, при якому буде досягатися максимальний обсяг перевезень пасажирів та, відповідно, оптимальний рівень якості послуг ОТП.

Список літератури

1. Caprasso, Axel (1993): Verkehrs gemeinschaft - Verkehrsverbund und die Praxis; in: der stadtetag, 26. Jg., 6/1993, S. 340 - 345.
2. Вельможин А.В. Эффекты внось городского пассажирского общественного транспорта: / Нижне-Волжское издательство - Волгоград, 2002
3. Сериков А.А. Оценка эффективности функционирования городского общественного пассажирского транспорта: дисс. к.т.н.: 5.22.10/2003.

АНАЛИЗ РЫНКА ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЕДИТОРСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В ХАРЬКОВСКОМ РЕГИОНЕ С ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ГРУЗОВОГО ТРАНСПОРТА

О.О. Орда, ас., В.С. Наумов, доц., канд. техн. наук
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Изучение особенностей сферы транспортно-экспедиторского обслуживания и исследование тенденций рынка грузовых перевозок в целом (при соответствии объемов перевозок грузов объемам транспортных услуг) является актуальным вопросом развития самого процесса ТЭО.

На фоне роста показателей международной торговли услугами для ТЭО характерны высокие темпы роста объемов: 75 % всех международных перевозок грузов в мире происходит с участием экспедиторов [1]. Первоочередной задачей экспедитора в современных условиях рынка становится предоставление комплекса качественных услуг, соответствующих требованиям клиентов, а сокращение эксплуатационных затрат, при этом, отходит на второй план.

Целью работы является определение особенностей рынка ТЭО и перспективных направлений повышения качества и надежности обслуживания грузовладельцев экспедиторами.

По данным Государственного комитета статистики в Украине различными видами транспорта за 2012 год перевезено 1848 млн тонн грузов, что на 2,1% меньше, чем в 2011 году. Уменьшение показателя транспортной работы по стране составило 28,2 млрд ткм, что на 6,3% меньше, чем за предыдущий год.

Структура объемов перевозок грузов различными видами транспорта свидетельствует о том, что 67 % от общего объема грузов перевезено автомобильным транспортом, это на 42 % больше железнодорожного. На фоне общего падения объемов перевозок по стране, увеличение объемов перевезенных грузов автомобильным транспортом в 2012 году составило 1 млн тонн.

Рынок автотранспортных услуг в Украине представлен более чем 126,6 тыс. перевозчиками, которые используют более 400 тыс. транспортных средств. В частности, около 62,4 тыс. перевозчиков занимаются грузоперевозками с использованием в работе

порядка 219 тыс. грузовых автомобилей. Динамика объемов перевозок грузов и транспортной работы, выполненной предприятиями автомобильного транспорта за 2008-2012 годы, имеет «волновой» характер. Экономический кризис оказал негативное влияние на работу транспортной отрасли страны в целом. Об этом свидетельствует падение объемов перевезенных грузов автомобильным транспортом в 2009 году на 198 млн тонн, что на 15,6% меньше, чем за 2008 год. Итоговые показатели работы автомобильного транспорта за 2012 год еще не достигли значений «докризисного» уровня: в сравнении с 2008 годом разница составляет 12 млн.т. Однако, наблюдается рост транспортной работы на 8,5 млрд ткм за счет увеличения расстойний, на которые перевозятся грузы.

На фоне негативных тенденций спада объемов рынка транспортных услуг за последние годы, в силу экономической и политической нестабильности в стране и в мире в целом, можно выделить и позитивные моменты:

- рост уровня конкуренции на рынке ТЭО;
- изменения требований грузовладельцев, предъявляемых к качеству и комплексу предоставляемых услуг;
- пересмотр политики ценообразования на предоставляемые услуги;
- изменение роли экспедитора с «посредника» между грузовладельцем и перевозчиком на полноправного «участника логистической системы» доставки грузов.

Распределение объемов перевозок по экономическим регионам Украины имеет неравномерный характер. Так, 47 % всех перевозимых грузов в Украине приходится на Восточный регион, что связано с преимуществом данного региона по численности населения и промышленных предприятий. Согласно статистическим данным, объемы перевозок грузов железнодорожным и автомобильным транспортом в Харьковском регионе распределены почти в равнозначной степени. Доля автотранспорта в 2012 году превышает долю железнодорожного на 4 %. Для сравнения, в 2008 году эта разница составляла 15 %. Объем перевезенных грузов в 2012 году составил 14,3 млн тонн. Из них, порядка, 30% грузов было перевезено отраслевыми автопредприятиями, около 70 % - предпринимателями [2].

Перевозка грузов в Харьковском регионе, в основном, осуществляется небольшими транспортными фирмами-экспедиторами и курьерскими службами. В такой ситуации, клиентами операторов являются торговые компании, сети супермаркетов, дистрибьюторы и компании сетевой торговли, производственные компании, которым необходим полный комплекс услуг по перегрузке, ответственному хранению или адресной доставке сборных грузов, а также население.

Существенную долю в общем объеме грузовых отправок по городу занимают потребительские товары, автозапчасти, доставка продукции с производственных предприятий (химкомбинатов, нефтеперерабатывающих заводов, карьеров и т.д.) и корреспонденция.

В условиях повышения уровня конкуренции на рынке ТЭУ деятельность экспедитора стала возможной лишь при условии предоставления услуги высокого уровня качества и надежности, комплексности обслуживания, гибкости реакции на меняющиеся запросы рынка.

За основу проведения анализа комплекса услуг, предоставляемых фирмами-экспедиторами в Харьковском регионе [2], был взят перечень операций, предложенный автором в работе [3].

Результаты анализа свидетельствуют о том, что услуги отечественных ТЭП, преимущественно, не являются комплексными. Основными услугами, выполняемыми экспедиторами на внутреннем рынке ТЭО, являются транспортировка грузов (89 %), преимущественно автомобильным транспортом (более 50 %) в международном сообщении (43 %), и услуги информационные (79 %). Такая ситуация на рынке ТЭО в Харьковском

регионе отрицательно сказывается на состоянии внутреннего рынка обслуживания грузовладельцев.

Обеспечивая качественное и надежное обслуживание грузовладельцев в регионе экспедиторы сталкиваются с многочисленными проблемами, препятствующими развитию процесса ТЭО. Решение выделенных в работе проблем в перспективе планируется за счет разработки новых и совершенствования существующих моделей процессов ТЭО в современных условиях рынка.

Список литературы

1. Сич Є., Кірюхін О. Формування транспортно-експедиційних послуг логістичного центру//36. наук. пр. Київ. ун-ту екон. і технол. тр-ту: Сер «Економіка і управління». – К.:КУЕТТ, 2005. – Вип. 7 – С. 19-27.
2. Internet -источник <http://kh.ukrstat.gov.ua>
3. Наумов В.С. Комплекс услуг экспедиционных предприятий на автомобильном транспорте // Восточноевроп. журнал передовых технологий: Сб. научн. тр. – Х., 2009. – Вип. 2/3 (38). – С. 33-35.

ПРОБЛЕМИ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ УЧАСНИКІВ МАСОВИХ ЗАХОДІВ

Д.Д. Удовиченко, ст. гр. ТС-41

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Масові заходи - це заздалегідь сплановане і визначене за місцем, часом, кількістю учасників і причин збору людей, що носить характер свята, культурно-спортивного або рекламного заходу, або ділової зустрічі [1].

Масові видовищні заходи не несуть постійного або навіть регулярного характеру і, здавалося б, не мають ознак стійких технологічних зв'язків. Проте логістичний підхід до організації транспортного обслуговування учасників таких заходів є доцільним і високоефективним.

Завдання організації перевезень в таких випадках полягає в тому, щоб в максимально стислі терміни перевезти велику кількість людей між заздалегідь відомими зонами території міста: районами житлової забудови і місцем проведення видовищного заходу.

Завдання може мати двоякий характер: доставити людей з місць проживання до місця проведення заходу і назад, або тільки в одному напрямі.

Складнішим є перевезення людей після закінчення заходу, оскільки практично одночасно на відносно невеликій площі виникає «пік» транспортних потреб.

Масові видовищні заходи характеризуються концентрацією великої кількості жителів міста на відносно невеликій площі протягом обмеженого інтервалу часу. До таких подій можуть бути віднесені і концерт популярної музичної групи, і спортивні змагання, і відвідування кладовищ, що здійснюються в християнські пам'ятні дати.

Три найкрупніших, найбільш популярніших і найскладніших з точки зору транспортного забезпечення і логістики спортивних масових заходів в світі – це чемпіонат світу по футболу, літні Олімпійські ігри і чемпіонат Європи по футболу.

Складне транспортне завдання по забезпеченню більше 3 млн. поїздок у зв'язку з

чемпіонатами по футболу між 6-12 віддаленими один від одного містами-організаторами.

Існує чотири найважливіші об'єкти інфраструктури:

- аеропорт - прибуття і убування + інші транспортні пункти доступу (залізничні станції, автобусні термінали);
- транспорт в місті-організаторі + управління мобільністю;
- стадіон + останній кілометр;
- місця розміщення в місті-організаторі і в регіоні.

Головна проблема міста-організатора - як з'єднати аеропорт і інші важливі транспортні термінали із стадіоном, місцями тимчасового мешкання і іншими зонами міської «активності».

Нижче перераховані транспортні інновації на попередніх найбільших масових заходах:

1. Сідней 2000. 100 % перевезення глядачів, робочого персоналу і волонтерів на громадському транспорті на всі олімпійські об'єкти. Відсутність паркінгів для відвідувачів масового заходу в радіусі одного кілометра від олімпійських об'єктів, за винятком паркінгів для акредитованих осіб і логістичних транспортних засобів. Безкоштовний громадський транспорт 24 години на добу для власників квитків. Тестування нової моделі поведінки глядачів масового заходу в реальному масштабі за 2 роки і за рік до початку Олімпійських ігор шляхом проведення іншого крупного заходу.

2. Афіни 2004. У Афінах вперше ввели мережу пріоритетних реверсивних олімпійських смуг руху довжиною 150 км для забезпечення вищої швидкості переміщення для акредитованих користувачів. Введення автономних олімпійських транспортних підсистем для клієнтських груп Олімпійських ігор - автобусний парк, призначений лише для спортсменів, автопарк лише для ЗМІ і так далі.

3. Євро-2008. Комбі-квиток (квиток на матч) давав право протягом 36 годин безкоштовного проїзду на залізничному транспорті Швейцарії і Австрії і на громадському транспорті у всіх містах організаторах Євро-2008. Найвищий пріоритет віддавався пересуванню на громадському транспорті. Величезний успіх роботи громадського транспорту у всіх 8 містах-організаторах. Транспорт перевозив в 4-6 разів більше фанатів без квитків, чим глядачів і фанатів з квитками.

4. Пекін 2008. Найбільша в історії Олімпійських ігор система реверсивних смуг руху (300 км) для зв'язку всіх олімпійських об'єктів і забезпечення з високою надійністю перевезень учасників масових заходів. Масові обмеження руху автомобільного транспорту. Політика обмеження дорожнього руху зводилася до того, що на протязі 60 днів для зниження транспортного потоку і зниження забруднення повітря вводився принцип парно-непарних цифр номерних знаків. Дуже важливу роль зіграв Центр управління дорожнім рухом, контролю і зв'язку. Це був найбільший в світі центр з якого відстежувалася транспортна ситуація в місті під час проведення Олімпійських ігор. Постійно працювали чергові евакуатори для швидкого усунення будь-яких перешкод на дорогах, що утрудняють ефективний рух олімпійського транспорту. Використовувалися «олімпійські смуги руху» усередині терміналу аеропорту для пасажирів, що прибувають [2].

У містах, які приймали першість, були розроблені схеми розвантаження транспортних потоків в районах, де розташовані об'єкти Євро 2012. Для прийому автотранспорту в Києві було побудовано 22 паркінга загальною місткістю до 1500 місць. Харків забезпечив розвантаження центру міста будівництвом 6-ти перехоплюючих паркінгів на 4,5 тис. автомобілів у своїх віддалених районах і на під'їздах до міста [3]. Також зробили і у Львові, організувавши автопаркування для 800 автомобілів і автобусів. У Донецьку було створено 4 тис. паркувальних місць. Щоб від паркувань було зручно добиратися до місць проведення матчів, всі вони включені в маршрути руху громадського транспорту.

Основним принципом розвантаження міських вулиць стало виведення паркування

автотранспорту на околиці міст і пропаганда використання сучасного громадського транспорту для пересування по місту під час чемпіонату. Для цього був введений комбінований квиток на футбольні матчі.

На вимогу УЄФА, в радіусі 1,5 км навколо стадіонів Євро 2012 були організовані величезні паркувальні площі. НСК «Олімпійський» зміг розмістити 2900 автомобілів і 180 автобусів, у Харкові, навколо стадіону «Металіст» організували 16 парковок для 430 автобусів і 1600 автомобілів, а донецька «Донбас Арена» оточена паркінгами на 4000 паркувальних місць.

Одне із завдань, яке було успішно вирішено при підготовці до першості, стала оптимізація доставки пасажирів від аеропортів до міської інфраструктури.

Для забезпечення чемпіонату в Україні було введено 24 додаткових поїзди, а місткість діючих складів збільшилася на 47 вагонів. При підготовці до Євро 2012 було придбано 10 швидкісних міжрегіональних електропоїздів Hyundai Rotem і 2 двоповерхових регіональних поїздів виробництва Skoda. Ці сучасні комфортабельні електропоїзди здатні розвивати швидкість до 160 км/год, забезпечили швидкісне сполучення між містами, що приймали чемпіонат.

В результаті аналізу методів організації транспортного обслуговування учасників масових заходів були виявлені основні проблеми, що найчастіше зустрічаються, при проведенні найбільших масових заходів:

1. Дуже високі «піки» завантаження аеропортів і інших транспортних пунктів доступу за 10 годин до початку і через 10 годин після закінчення масового заходу.
2. Непередбачуваність пасажирських потоків у фазі матчів на вибування.
3. Висока завантаженість в місцях тимчасового проживання глядачів і фанатів.
4. Аеропорт – це найбільший «центр збору» під час убування – несиметричні рейси прибуття-убування.
5. Перемикання з нормального режиму роботи міського громадського транспорту до операційного режиму.
6. Заторові ситуації на автомобільних дорогах.
7. Перевезення пасажирів відразу після закінчення масового заходу (велика кількість людей на відносно невеликій площі обумовлює «пік» транспортних потреб).
8. Узгодження роботи видів транспорту в транспортному вузлі.

Список літератури

1. Маслов О.В. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Транспортна логістика». – Макіївка: 2011. – 224 с.
2. Бови. Ф. Олимпийские и футбольные мега-мероприятия: достижения в решении транспортных задач и устойчивое наследие. / Семинар по транспортной инфраструктуре и обслуживанию. – М.: 2011. – 100 с.
3. План мобільності м. Харкова під час підготовки та проведення в Україні фінальної частини чемпіонату Європи 2012 року з футболу. – Харків: 2010. – 116 с.

ВИЗНАЧЕННЯ МОЖЛИВИХ ВАРІАНТІВ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ РУХОМОГО СКЛАДУ НА МІСЬКИХ МАРШРУТАХ

В.М. Чижик, асп.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

В теперішній час в міському пасажирському транспорті (МПТ) України сформувалася досить велика кількість варіантів організації роботи рухомого складу на маршрутах. Це обумовлено зазвичай не повним виконанням органами місцевого самоврядування функцій замовника перевезень пасажирів міськими маршрутами. Фактично відсутній контроль за додержанням розкладу руху, наведеного в паспортах маршрутів та навіть за кількістю транспортних засобів (ТЗ), що на них працюють. Це призводить до занадто великої свободи транспортних підприємств у виборі форми організації руху ТЗ на маршрутах. З врахуванням того, що на цей ринок вийшло багато підприємців, що не є спеціалістами в сфері транспорту, в українських містах виникло багато різних регульованих чи не регульованих варіантів взаємодії між водіями на маршрутах.

Серед радянських учених-транспортників вагомий вклад в дослідження міських транспортних систем зробив видатний лєнінградський інженер Хаїм Абрамович Зільберталь [1]. Особливе місце серед поглядів і цінностей класика займало питання витрат часу міського населення на пересування та його вартісна оцінка. В зв'язку з цим існує його вислів, який в ХХІ столітті набув ще більшої сутності: “ вирішення питань пересування не є чисто математичною задачею, а дійсно залежить від того, як високо суспільство оцінює свій час і свої зручності ” [2].

Задачею пошуку математичної моделі розрахунку часу очікування пасажирів (ЧОП) займалися і зарубіжні вчені [3, 4], при цьому паралельно були спроби врахувати рівень завантаженості маршруту, але вони виявилися малопереконливими. Німецький вчений Зігфрід Рюгер, створив аналітичну залежність ЧОП, яка враховує нерівномірність інтервалів руху ТЗ, що виникає на загальних ділянках різних маршрутів [5]

Обслуговування пасажирів міськими маршрутами за рівнем їх інформаційного забезпечення обмежене двома крайніми випадками. При інтервальному способі обслуговування жодному пасажирові взагалі не відомий розклад руху ТЗ на маршруті, тоді час очікування при цьому є випадковою величиною.

При обслуговуванні за розкладом руху, вважається, що всі пасажирові мають повне уявлення про параметри роботи міських маршрутів. В цьому випадку, час очікування визначається виключно пасажиром, при умові чіткого виконання розкладу руху на маршрутах.

Найліпші умови руху ТЗ по маршруту, з точки зору якості обслуговування пасажирів, створюються коли ТЗ прибувають на ЗП через рівні інтервали часу, тобто

$$\begin{cases} I_{\phi} = I \\ y_i = 0 \end{cases}, \quad (1)$$

де I_{ϕ} – фактичний інтервал руху ТЗ на маршруті; I – середній інтервал руху ТЗ на маршруті.

Такий спосіб організації роботи МПТ забезпечує мінімум витрат часу очікування пасажирів на ЗП. Процес прибуття ТЗ на ЗП відповідає умовам стаціонарного потоку, рис 1.

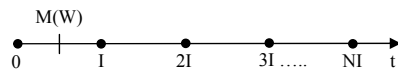


Рисунок 1 – Графік прибуття ТЗ на ЗП, що описується стаціонарним потоком

У відповідності із стаціонарним потоком, ЧОП на зупинці рівномірно розподіляється в межах від 0 до I. Тоді, математичне очікування цієї випадкової величини завжди буде дорівнювати половині середнього інтервалу руху ТЗ

$$M(W) = \frac{1}{I} \int_0^I t \, dt = \frac{I}{2} \quad (2)$$

Дисперсія та середньоквадратичне відхилення ЧОП має наступний вид

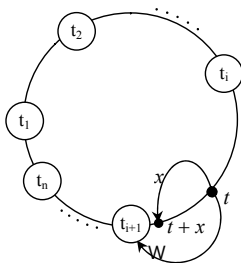
$$D(W) = \frac{I^2}{12} \quad y = \frac{I}{2\sqrt{3}} \quad (3)$$

Тобто найкращий спосіб організації роботи маршруту забезпечує середнє значення випадкової величини ЧОП, що дорівнює половині середнього інтервалу руху транспортних

засобів з середньоквадратичним відхиленням рівним $\frac{I}{2\sqrt{3}}$.

З іншого боку найгіршим варіантом організації роботи маршруту, слід вважати спосіб, коли час відправлення ТЗ із кінцевого ЗП є випадковим та не залежить від часу відправлення інших ТЗ. Слід відзначити одне важливе обмеження, яке використовувалося при формуванні цього способу. Воно полягає в тому, що спарювання ТЗ на маршрутах можливе лише випадково. Без цього обмеження найгіршим варіантом організації руху було б одночасне прибуття на ЗП усіх ТЗ, тобто рух цугом.

Припустимо, що в момент підходу пасажирів до ЗП, ТЗ рівномірно розподілені на маршруті, рис. 2.



Умовні позначення:

t_i, t_n – моменти часу на яких знаходяться ТЗ; t – момент підходу пасажирів до ЗП; x – невід’ємний аргумент функції розподілу ймовірності ЧОП наступного ЗП

Рисунок 2 – Рівномірний розподіл ТЗ на маршруті

Оскільки на маршруті може працювати деяка кількість ТЗ то ймовірність того, що час очікування буде більшим ніж x , знаходиться з умови рівномірності та незалежності розподілу ТЗ на маршруті за наступною залежністю

$$P\{W > x\} = \left(1 - \frac{x}{I}\right)^n \quad (4)$$

Математичне очікування знаходиться шляхом інтегрування виразу (4)

$$M(W) = \int_0^I \left(1 - \frac{x}{I}\right)^n \cdot dx = \frac{I}{n+1} \quad (5)$$

Тобто найгірший спосіб організації роботи маршруту забезпечує середнє значення випадкової величини ЧОП, яке майже дорівнює середньому інтервалу руху, при реальній їх кількості.

Дисперсія випадкової величини ЧОП на ЗП становить

$$D(W) = I^2 \cdot \frac{n}{(n+1)^2 \cdot (n+2)} \quad (6)$$

Із залежності (6) можливо зробити висновок, що при $n \rightarrow \infty$, $M(W) \approx \sqrt{D(W)}$.

Для інтервального способу обслуговування пасажирів міськими маршрутами, при оцінці витрат часу очікування пасажирів необхідно враховувати технологію організації роботи рухомого складу на маршрутах, так як навіть без спарювання ТЗ, ЧОП може коливатися в широкі межі: від половини інтервалу до величини, майже рівної інтервалу руху ТЗ на маршруті.

В результаті проведеного аналітичного моделювання середнього ЧОП на ЗП МПТ, розглянуто лише два випадки організації роботи рухомого складу. Необхідна подальша формалізація та аналітичне моделювання можливих проміжних варіантів організації роботи рухомого складу на міських маршрутах.

Список літератури

1. Блинкин М.Я. Модифицированная схема Зильберталя: анализ обобщение применение / М. Блинкин, Г. Гуревич // Совершенствование перевозок пассажиров автомобильным транспортом. – Сб. тр. НИИАТ. – 1981. – № 5. – С. 16-32.
2. Зильберталь Х. А. Трамвайное хозяйство / Хаим Абрамович Зильберталь. – Ленинград: Огиз, Гострансиздат. – 1932. – 304с.
3. Bowman L. Service frequency, schedule reliability and passenger wait time at transit stops / L. Bowman, M. Turnquist // Transportation Research. – 1981. – № 15A. – P. 495-471.
4. Hendrikson T. Travel time and volume relationships in scheduled, fixed-routed public transportation / Transportation Research. – 1981. – № 15A. – P. 173-182.
5. Рюгер З. Эксплуатация городского пассажирского транспорта / Зигфрид Рюгер : [пер. с нем. Ю. : Ваклер, В. Феоктистова, Э. Шабарова]. – М. : Транспорт, 1977. —462с.

ЩОДО ПИТАННЯ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА МІСЬКОМУ ПАСАЖИРСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ

М.О. Оленець, ст. гр. Т-52, О.О. Шуліка, асист.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Міський пасажирський транспорт забезпечує право громадян на вільне пересування й виконує соціально-значущу функцію з перевезення пасажирів від місць мешкання до місць роботи, навчання та відпочинку. На його частку приходить близько 80 % від загального обсягу перевезень у містах.

Основними вимогами щодо якості надання послуг транспортних підприємств є безпека послуг по перевезеннях пасажирів; надійність транспортного обслуговування; своєчасність перевезення пасажирів; своєчасність доставки вантажів (багажу); схоронність перевезення вантажів (багажу); комфортність перевезення пасажирів; дотримання нормативних строків доставки вантажу; наповнення автобуса; витрати часу на поїздки; регулярність руху рухливого складу й безпека руху пасажирів під час перевезення.

Функціонування системи міського пасажирського транспорту супроводжується суттєвим протиріччям між інтересами перевізника будь-якого з видів пасажирського транспорту та пасажирів. Для перевізника економічно вигідно скоротити кількість транспортних засобів на маршруті при одночасному збільшенні наповнення їх салонів, оскільки це знижує витрати. Але в свою чергу це суттєво впливає на зниження якості обслуговування пасажирів, яким поряд з комфортабельністю перевезень вигідне збільшення кількості транспортних засобів на маршруті.

Алгоритм пошуку компромісу між інтересами перевізника та пасажирів засновується на порівнянні годинних витрат транспортних підприємств на здійснення перевезень з годинними витратами на очікування транспортних засобів з боку пасажирів. Мінімум сумарних витрат має відповідати оптимуму.

У роботі необхідно було визначити таку кількість автобусів на маршруті, при якій при збереженні прийнятого для пасажирів рівні якості обслуговування (що виражається через дотримання прийнятого інтервалу руху), сумарні витрати будуть мінімальними.

Тож, цільову функцію можна надати у наступному вигляді: критерій - мінімум сумарних витрат, який з дотриманням необхідного рівня якості враховує економічні інтереси обох сторін процесу перевезень – пасажирів та перевізника, й дозволяє знайти певний компроміс у витратах транспортних організацій та пасажирів.

$$B_{\Sigma} = t_{\Sigma} \cdot B_{\text{пас.-год.}} + B_a \rightarrow \min,$$

де t_{Σ} – сумарні витрати часу на очікування пасажирів за годину, год.;

$B_{\text{пас.-год.}}$ – вартісна оцінка пасажиро-години очікування, грн/год.

B_a – витрати підприємства на експлуатацію одного автобуса протягом години, грн/год.

У дослідженні пропонується вартість пасажиро-години визначати як відношення величини заробітної плати пасажирів до фонду робочого часу, що уявляється нам найбільш прийнятним за ринкових умов, що склалися.

В основі визначення сумарних витрат часу на очікування пасажирів автобусу лежить середній час очікування пасажирів автобусу.

Для визначення годинних витрат підприємства на експлуатацію автобусів на маршруті було проведено обстеження та збір даних на маршруті №2 (м. Миргород).

На основі розрахованих величин вартості очікування та годинних витрат на експлуатацію автобусів на міському маршруті при різних кількостях автобусів та інтервалах руху була побудована крива, що описує зміну сукупних витрат. Точкою оптимуму є точка, в якій досягається мінімум сумарних витрат як перевізника на експлуатацію маршрутів, так й пасажирів на очікування.

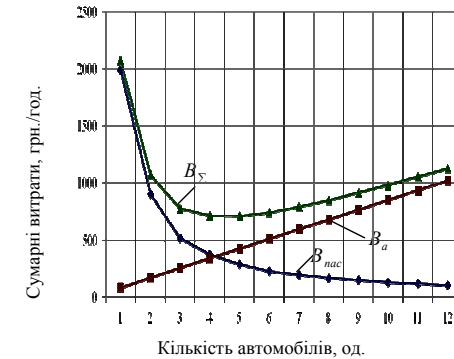


Рисунок 1 – Графік залежності загальних витрат від кількості автобусів на маршруті (на прикладі маршруту №2)

У роботі виконана спроба поєднання показників якості роботи перевізника (мета – забезпечення конкурентних переваг та закріплення контингенту пасажирів) та показників якості послуг, що надаються пасажиром, через запропонований показник – сумарні годинні витрати.

Отже, відповідно до розрахунків, за розглянутих умов функціонування міського автобусного маршруту №2 м. Миргорода оптимальною кількістю автобусів є 4 одиниці при часі очікування 8 хв. та інтервалі руху – 14 хв.

Список літератури

1. Антошвили М.Е., Либман С.Ю., Спирин И.В. Оптимизация городских автобусных перевозок. М. – Транспорт, 1985. – 102 с.
2. Гілевська К.Ю. Встановлення відповідності між потребами в перевезеннях та ресурсами для їх задоволення з урахуванням якості // Автомоб. трансп. / Сб. научн. тр. – 2006. – Вып. 17. – с. 76 – 78.
3. Гюлев Н.У. Выбор рационального количества автобусов на маршрутах города с учетом влияния человеческого фактора: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.21.01. – Харьков: ХАДИ, 1993. – 28 с.
4. Штанов В.Ф. Исследование и разработка методов оценки и управления качеством обслуживания населения автобусами на городских маршрутах: Автореф. дис... канд. техн. наук. – Киев: КАДИ, 1980. – 23 с.

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ДЕТАЛЕЙ МАШИН НА ЙОГО ЗНОСОСТІЙКІСТЬ

А.А. Вичавка, асп., С.Ф. Посонський, ст. викл.
Хмельницький національний університет

Сучасне машинобудування характеризується складними умовами експлуатації машин, пов'язаними з високим рівнем діючих напружень, вібраціями, високими температурами, агресивними середовищами, тощо. Тому необхідно дотримуватись особливих вимог до матеріалів, зокрема високої надійності і довговічності деталей, з яких вони виготовлені. Матеріали деталей, що перебувають в умовах тертя, повинні володіти високою зносостійкістю. За статистикою, більшість машин (85-90%) виходять з ладу в результаті зношування поверхонь окремих деталей. Витрати на ремонт та технічне обслуговування машини в кілька разів перевищують її вартість. Створення машин, що не вимагають капітальних ремонтів, дозволяє заощадити величезна кількість фінансових коштів, трудових ресурсів, матеріалів.

Серед різних способів підвищення зносостійкості поверхонь тертя основними є цементация, нітроцементация, азотування і інші хіміко-термічні способи, що зміцнюють поверхню тертя. Особливої уваги заслуговують способи дискретного зміцнення поверхонь деталей до яких відносять електромеханічну обробку. Так, наприклад, при електроконтактній цементации на поверхневому шарі деталей створюють зміцнені зони [1], насичені вуглецем, та зони з основним металом (м'які зони), що в поєднанні утворюють регулярну дискретну структуру (РДС) поверхні. Параметри окремих структурних зон, такі як форма, розмір, взаємне розташування, визначають якість поверхневого шару і впливають на експлуатаційні властивості.

Технологічне забезпечення експлуатаційних властивостей деталей машин нерозривно пов'язане з параметрами стану поверхневого шару деталей, що визначають їх експлуатаційні властивості. Найважливіші експлуатаційні характеристики деталей машин - зносостійкість, міцність, герметичність значною мірою залежить від стану поверхневого шару, який визначається параметрами механічної обробки при виготовленні. Для успішного вирішення завдання підвищення якості машин необхідно розглянути теоретичні аспекти впливу параметрів стану поверхневого шару деталей на їх експлуатаційні властивості. Зносостійкість є найважливішою експлуатаційною характеристикою деталей машин. Для більшості машин основною причиною відмов є досягнення гранично допустимого рівня зносу їх найбільш відповідальних деталей, у зв'язку з чим підвищення зносостійкості деталей машин є актуальним завданням. Зносостійкість деталей машин значною мірою залежить від стану поверхневого шару, який визначається параметрами механічної обробки при виготовленні. Відоме рівняння [2] для розрахунку інтенсивності зношування в період нормального зносу при постійних умовах роботи і фізико-механічних властивостей матеріалу в залежності від параметрів поверхневого шару може бути представлено:

$$I = \frac{1,2\pi\rho^{\frac{2}{3}}}{n\lambda t_m^{\frac{3}{2}}(H_\mu)^{\frac{2}{3}}} \cdot \sqrt{\frac{30(1-\mu^2)(2\pi R_a W_z H_{\max})^{\frac{2}{3}}}{ES_m}}, \quad (1)$$

$$I = \frac{K(R_a W_z H_{\max})^{\frac{2}{3}}}{\lambda t_m^{\frac{3}{2}} S_m^{\frac{1}{2}} (H_\mu)^{\frac{2}{3}}}, \quad (2)$$

де t_m - відносна упорна довжина профілю на рівні середньої лінії;

R_a - середнє арифметичне відхилення профілю;

S_m - середній крок нерівностей;

W_z - параметр хвилястості;

$H_{\max}$ - максимальне макровідхилення;

K - постійний коефіцієнт, що залежить від властивостей матеріалу деталі та умов її навантаження.

Список літератури

1. Дробот О.С. Структура поверхні після електроконтактного науглецювання / О.С. Дробот, С.Ф. Посонський / Вісник Хмельницького національного університету. №2, 2011. с.11-13.
2. Суслев А. Г. Технологическое обеспечение параметров состояния поверхностного слоя деталей. - М.: Машиностроение, 1987. – 208 с.

УМОВИ УТВОРЕННЯ ГРАНИЧНОГО МАСТИЛЬНОГО ШАРУ ПРИ ОБМЕЖЕНОМУ ДОСТУПІ МАСТИЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

Т.В. Гедзюк, асп.,

О.В. Диха, проф., д-р техн. наук
Хмельницький національний університет

Мастильна дія багатофункціональна. Вона зменшує тертя, задирання, схоплювання, фрикційний нагрів і зношування поверхонь контакту [1, 2].

В загальному випадку мастильна дія зовнішнього середовища зумовлена здатністю середовища вступати в фізичну, хімічну і фізико-хімічну взаємодію з активними поверхнями зони контакту і утворювати на них адсорбційні (фізично зв'язані) і хімічно зв'язані мастильні плівки [3]. Ці види мастильних плівок прийнято називати граничними мастильними шарами [4].

Б. Харді [5] почав дослідження утворення і будови граничних мастильних шарів в 30-х роках XX століття. Його роботу продовжили А.С. Ахматов [6], Ф. Боуден і Д. Тейбор [7], Г.В. Виноградов [8], Б.В. Дерягін, Р.М. Матвієвський, І. А. Буяновський [9] та ін. Кінетичні аспекти формування мастильного шару досліджував В.А. Годлевський [3]. Ефективність мастильної дії граничних плівок визначається їх стійкістю до дії високих нормальних і низьких дотичних напружень, що діють у зоні контакту [10, 11]. Їх утворення часто має динамічний характер – вони періодично утворюються і руйнуються. У більшості вчених [3] моделі мастильної дії ґрунтуються на тому, що на поверхнях тертя утворюються вторинні структури, які запобігають безпосередній взаємодії металів у точці контакту. Вищезгадані дослідники виділяють наступні моделі мастильної дії у відповідності з механізмами утворення поверхневих вторинних структур: 1) хімічна; 2) контактено-гідродинамічна; 3) дифузійно-хімічна; 4) фізико-хімічна.

Класична модель гідродинамічного змащування була побудована О. Рейнольдсом в 1886 році. Математичні залежності цієї моделі – є рівняннями гідродинаміки, які виведені з врахуванням дії різних факторів в процесі руху твердих поверхонь, які не дотикаються одна до одної. Поверхні тертя розділені шаром мастильного матеріалу в кілька мікрометрів і більше. В цьому випадку в'язкість мастил має принципове значення. За таких умов, мастильний матеріал, заповнюючи замкнуті порожнини, здатний сприймати високі контактні тиски і виконувати роль контактно-гідродинамічного мастила.

Сучасні уявлення про механізм фізичної адсорбції [12] полягають у тому, що атоми і молекули зовнішнього середовища утримуються на поверхнях тіл силами Ван-дер-Ваальса, які досить малі і супроводжуються незначними тепловими ефектами [12]. Існує три основних типи адсорбційних плівок: мономолекулярні, полімолекулярні і конденсовані.

Дослідження А. С. Ахматова [6] показують, що при деякій характерній температурі зникає структура шару (що виявляється електронографічно), при цьому при цьому різко зменшується його мастильна здатність. Протилежні висновки витікають з робіт С. Хакраборті [13], який експериментально показує, що на операціях різання мастильний матеріал проявляє хімічний механізм взаємодії з металічними поверхнями. Праці В.Н. Латишева присвячені вивченню процесу формування і дії хімічних мастильних плівок в умовах обробки різанням [1]. Ефективними він вважає хімічні активні плівки, які утворюються на металічних поверхнях контакту: кисне-, азото-, сірко-, хлоро- або фосфоромісні сполуки, які входять до складу мастильного матеріалу в якості протизносних і протизадирних присадок.

Питання впливу розмірів частинок, що входять у склад мастильного матеріалу, на ступінь їх рухомості, постійно виникає при дослідженні кінетики проникнення зовнішнього середовища в малі області трибологічного контакту. При умові, якщо розмір частинок мастильного матеріалу перевищує характерний розмір дискретного контакту, то мастило не може проникнути на поверхні контакту і реалізувати мастильну дію. Г.В. Роу і Е.Ф. Смарт [14] у своїй відомій роботі розглянули взаємозв'язок між розмірами молекул і мастильною здатністю. Вони дослідили різні хлоровмісні речовини на операції різання. У своїй роботі Д. Мур [15] також висуває гіпотезу, згідно якої для забезпечення ефективної дії мастила в умовах екстремального тертя, необхідно щоб хімічні речовини мастильного матеріалу володіли малим розміром молекул. З цим твердженням також погоджувалися: В.М. Латишев, А.М. Теренін, Clark J., Rowen R., Kington G.L., Laing W. та інші.

Ми вважаємо що в усіх наведених вище дослідженнях при поясненні мастильної дії змащувального матеріалу є суттєвий недолік, який не дозволяє адекватно описати деякі особливості трибо логічної системи. Змащувальний ефект залежить як мінімум від трьох факторів, а саме: геометричної форми контакту, розміру молекул мастильної речовини, їх фізичної і хімічної активності, а також до здатності цих молекул утворювати надмолекулярні структури

Якщо розглядати процес змащування в рамках капілярної моделі, яка найкраще висвітлена в роботах В.А. Годлевського, В.М. Латишева, А.В. Волкова і Л.М. Мауріна, то він являє собою багатоступінчасте формування мастильного шару. В реальному процесі режиму важкого тертя температура в зоні контакту суттєво вища від температури кипіння мастила, а тиск в точках реального контакту співставний з границею міцності матеріалу. Реальний процес змащування в цьому випадку включає в себе етапи капілярного проникнення під дією капілярних сил і атмосферного тиску і випаровування внаслідок високих температур в зоні контакту. Потім відбувається рух пару внаслідок дифузії і надлишкового тиску пару, пізніше відбувається адсорбція розчинених в мастильному середовищі поверхнево-активних речовин на внутрішніх стінках міжповерхневого капіляру, що і забезпечує змащуючу дію.

В.А. Годлевський [3] сформував так званий необхідний принцип змащуючої дії. Він полягає у тому, що сума часу, що витрачається на кожну із стадій мастильного процесу

окремо, повинна бути менше або дорівнює часу існування одиничного капіляру, інакше не відбудеться адсорбція трибоактивних речовин на стінках капіляру, і не досягнеться необхідний ефект мастильної дії.

На нашу думку, це формулювання є фундаментальним для розуміння кінетики мастильної дії. Цей принцип пояснює цілий ряд питань і ефектів, що спостерігаються при тяжких режимах і дає можливість кількісно розрахувати межі ефективності використання мастильних матеріалів при екстремальних умовах тертя.

Список літератури

1. Латышев В.Н. Повышение эффективности СОТС / Латышев В.Н. - М. : Машиностроение, 1975. - 88 с.
2. Малиновский Г.Т. Масляные смазочно-охлаждающие жидкости для обработки металлов резанием / Малиновский Г.Т. - М. : Химия, 1988. - 192 с.
3. Годлевский В.А. Поверхностные явления : учебн. пособ. / Годлевский В.А. - Иван. гос. ун-т. Иваново, 1995. - 164 с.
4. Чердниченко Г.И. Физико-химические и теплофизические свойства смазочных материалов / Чердниченко Г.И., Фройштетер Г.Б., Стулак П.М. - Ленинград : Химия, 1986. - 222 с.
5. Hardy W.B. Collected Scientific Papers / Hardy W.B. // Cambridge University press. 1936.
6. Ахматов А.С. Молекулярная физика граничного трения / Ахматов А.С. - М. : Физ-матгиз, 1963. - 472 с.
7. Bowden F.P., Tabor D. The friction and lubrication of solids / Bowden F.P., Tabor D. - Oxford, Part II, 1964. - 370p.
8. Вертц Дж. Теория и практические приложения метода ЭПР / Вертц Дж., Болтон Дж. - М. : Мир, 1975. - 548 с.
9. Матвеевский Р.М. Противозадирная стойкость смазочных сред при трении в режиме граничной смазки / Матвеевский Р.М., Буяновский И.А., Лазовская О.В. - М. : Наука, 1978. - 192 с.
10. Ахматов А.С. Граничный смазочный слой как квазитвердое тело : труды II Всесоюзной конференции по трению и износу в машинах. Т. III, М.-Л., Изд-во АН СССР, 1949. - С. 144-154
11. Бобрышева С.Н., Маркова Л.В. Диагностика смазочных свойств мезогенных веществ с помощью зондового метода / Бобрышева С.Н., Маркова Л.В. // Трение и износ, 1998. - Т. 19, №3.
12. Основы трибологии (трение, износ, смазка) / под общ. ред. А.В. Чичинадзе - [изд-е 2-е]. - М. : «Машиностроение», 2001. - 663 с.
13. Chemistry of Cutting Fluids Action / Chakraborty S.K., Bhattacharya A., Sen G.C. // J. Inst. Engrs. (India). Chem. Engng. Div. - 1968. - V. 48, Part 3, № 10. - P. 149-159.
14. Experiments on Lubrication Breakdown in Friction and in the Cutting of Metal on Lathe / Rowe G.W., Smart E.F. // Proc. Inst. Mech. Engrs., 1964. - V. 179. - 229 p.
15. Мур Д. Основы и применения трибоники / Мур Д. - М.: Мир, 1978. - 488 с.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ВРАЗКІВ ПІСЛЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

О.В. Диха, проф., д-р техн. наук,
О.В. Лівіндір, ст. гр. ТВМм 08-1,
К.О. Диха, ст. гр. ІТП 08-1

Хмельницький національний університет

Постановка задачі. За дослідженнями відомих фахівців [1], оцінка властивостей конструкційних і мастильних матеріалів є однією з найбільш складних проблем у сучасній трибології. Експериментальні дослідження проводять на машинах тертя різних типів. При випробуваннях на знос матеріалів підшипників ковзання виникають складності при

виготовленні зразків. При цьому зручним є використання схеми випробувань «сфера-циліндр», коли циліндр виготовлений з матеріалу валу підшипника, а як контрольний зразок використовується підшипникова кулька зі сталі ШХ15 для порівняльних випробувань ефективності технологій зміцнення поверхні валів. В даній роботі для двохфакторної моделі зношування (контактний тиск – швидкість ковзання) реалізована на базі спеціально розробленої установки методика випробувань зразків після електромеханічного зміцнення по схемі «циліндр-куля».

Теоретичні співвідношення. Для оцінки зношування досліджуваного циліндричного зразка за схемою циліндр-кулька приймалась модель у вигляді залежності інтенсивності зношування від безрозмірних параметрів контактного тиску і швидкості у вигляді:

$$\frac{du_w}{dS} = K_w \left(\frac{\sigma}{HB} \right)^m \left(\frac{V}{V^*} \right)^n, \quad (1)$$

де σ – тиск у контакт, МПа; HB – твердість за Брінелем, МПа; u_w – лінійне зношування циліндричної поверхні, м; S – шлях тертя для конуса, м; K_w , m , n – параметри закономірності зношування; V, V^* – відповідно швидкість випробувань і базова швидкість ковзання, м/с.

В результаті вирішення оберненої зносоконтактної задачі отримані вирази для шуканих параметрів зносостійкості.

$$m = \frac{1 - 2\beta}{2\beta}. \quad (2)$$

$$n = (2m + 2) \frac{\lg(c_1/c_2)}{\lg(V_1/V_2)}. \quad (3)$$

$$K_w = \frac{\beta c_1^{2m+2}}{R^*} \left(\frac{HB}{Q} \right)^m \left(\frac{V^*}{V} \right)^n. \quad (4)$$

Тобто вирази (2), (3), (4) дозволяють за результатами випробувань за схемою «циліндр-куля» побудувати розрахункову модель закономірності зношування від двох визначальних факторів контактного тиску і швидкості.

Експериментальні випробування. Для випробування зміцнених електромеханічною обробкою зразків доопрацьована багатфункціональна лабораторна установка, структурно-функціональна схема і технічна характеристика якої приведені в роботі [2]. Змащування зони тертя відбувається за рахунок ковзання змоченого мастильною оливою фетрового осердя по сліду рухомого контакту кульки 12 з випробувальною поверхнею зразка 11.

1-й зразок не піддавався зміцненню і використовувався для порівняння зносостійкості його поверхні твердістю 23 HRC з іншими зразками за однакових інших умов тертя.

2-й зразок піддавався електромеханічному обкатуванню твердосплавним роликком на токарно-гвинторізному верстаті з кроком правої подачі 1,75 мм.

3-й зразок також піддавався електромеханічному обкатуванню за тих же умов спочатку в напрямі правої, а потім в напрямі лівої подачі з однаковим кроком.

Твердість обточеної поверхні 2-го зразка становила 25 HRC, а 3-го зразка – 28 HRC. Сила притискання кульки становила 50 Н, швидкість ковзання при частоті обертання зразка 340 об/хв дорівнювала 25,6 м/хв., при 680 об/хв – 51,3 м/хв., змащування поверхні зразка здійснювали оливою Castrol 10W-40 (67%) ASEA A3/33.

Випробування на зносостійкість кожного зразка проводили протягом 3-х годин, що відповідало шляху тертя 4600 і 9200 м. Ширину сліду стирання поверхні зразка періодично

вимірювали через кожні 30 хв. бінокулярним мікроскопом МБС-10. Результати проведених випробувань представлені в таблиці 1 і на графіках (рис. 1).

Таблиця 1 – Результати випробувань

Тривалість випроб. t , хв.	Ширина сліду стирання b , мм					
	Зразок 1		Зразок 2		Зразок 3	
	V_1	V_2	V_1	V_2	V_1	V_2
30	0,75	1,234	0,55	0,916	0,25	0,33
60	1,08	1,536	0,78	1,174	0,32	0,40
90	1,25	1,68	1,00	1,284	0,36	0,42
120	1,36	1,78	1,10	1,35	0,38	0,45
150	1,45-	1,836	1,15	1,38	0,4	0,474
180	1,45-	1,856	1,15	1,396	0,4	0,488

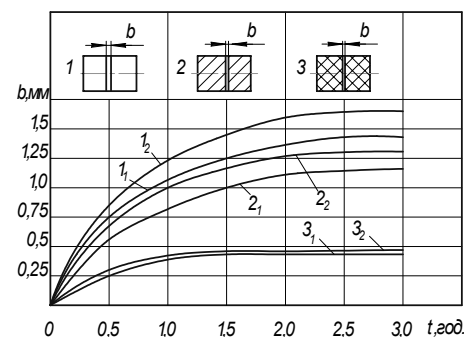


Рисунок 1 - Графіки залежності ширини сліду стирання від часу

За формулами (2-4) були розраховані параметри закономірності зношування (1), представлені в таблиці 2.

Таблиця 2 - Результати розрахунку параметрів моделі зношування.

№ зразка	m	n	K_w
Зразок 1	0,5466	1,5429	$3,0036 \times 10^{-9}$
Зразок 2	0,7259	0,9993	$1,0685 \times 10^{-9}$
Зразок 3	1,1896	0,3033	$5,5226 \times 10^{-14}$

По залежності (1) для постійного значення контактного тиску 0,5 МПа були отримані залежності інтенсивності від швидкості ковзання (рис. 2).

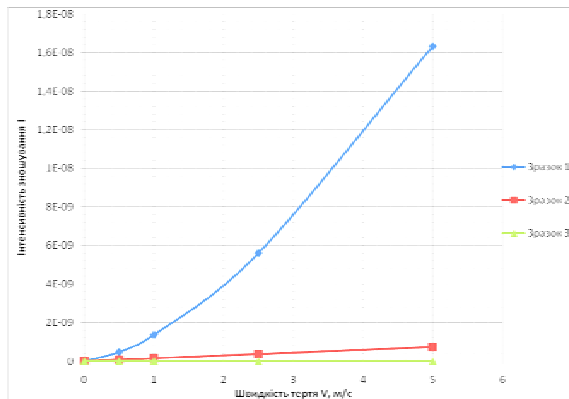


Рисунок 2 - Графіки залежності інтенсивності зношування від швидкості ковзання

Аналіз залежностей рис. 2 показав, що зношування необроблених зразків істотно залежить від швидкості ковзання, в той же час оброблені електромеханічною обробкою зразки мають достатньо високу зносостійкість при високих швидкостях ковзання.

Висновок. Реалізована теорія методу випробувань для двохфакторної моделі зношування за схемою «циліндр-кулька» з визначенням чисельних параметрів, що дозволило прогнозувати поведінку трибосистеми при різних умовах експлуатації.

Список літератури

1. Системный анализ методологии трибологических испытаний конструкционных материалов / В. Пекошевски, В. Потеха, М. Щерек [та ін.] // Трение и износ. – 1996. – Т. 17, № 2. – С. 178–186.
2. Вельбой В.П., Кузьменко А.Г., Диха О.В., Диха М.В. // Проблеми трибології. – 2008. – №1. – С. 94 - 98

УДОСКОНАЛЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ЛІНІЙНОГО ТЕПЛООВОГО РОЗШИРЕННЯ ТВЕРДИХ ТІЛ

В.П. Свідерський, доц., канд. тех. наук,
В.С. Яремчук, ст. викл.,
Ю.О. Захарчук, ст. гр. ТВМ_м-08
Хмельницький національний університет

Тверді тіла при нагріванні розширюються. Це може призвести до виникнення значних механічних напруг, а тому в техніці доводиться запобігати наслідкам теплового розширення твердих тіл або враховувати їх.

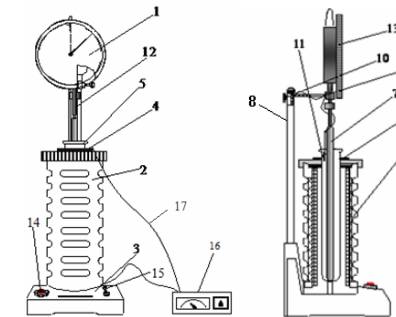
Так, при застосуванні ущільнюючих елементів з неметалевих матеріалів в компресорах без змачення необхідно детально розраховувати теплові зазори в ущільненнях. В

протилежному випадку при роботі компресора ущільнення в результаті теплового розширення може вийти з ладу.

Установка для визначення коефіцієнта лінійного розширення методом Д.І. Менделєєва [1] має такі недоліки: а) в зв'язку відсутнім термостатуванням зразка цю установку застосовують в основному для визначення середнього коефіцієнта лінійного розширення ізотропних речовин – металів; б) зміна довжини нагрітого зразка порівняно з його початковою довжиною (при кімнатній температурі) вимірюється індикатором годинникового типу з ціною поділки шкали 0.01 мм, що не забезпечує достатньо точне вимірювання.

Для визначення коефіцієнта лінійного розширення не тільки металів, а й неметалів з достатньо високою точністю розроблена і вдосконалена експериментальна установка (рис. 1)

Опис експериментальної установки



- 1 – ричажно-зубчаста головка; 2 – корпус; 3 – основа; 4 – прокладка; 5 – пробірка; 6 – нагрівач;
7 – досліджувані зразок; 8 – стійка; 9 – кронштейн; 10 – гвинт; 11 – кришка; 12 – штюк; 13 – обертальна шкала;
14 – індикаторна лампа; 15 – кнопка викидача; 16 – термостатуючий пристрій; 17 – термопара

Рисунок 1 – Удосконалена експериментальна установка для визначення коефіцієнта лінійного розширення металів і не металів

Досліджувані зразок 7 твердого тіла що заходиться в скляній пробірці 5 нагрівають в охолоджувальній рідині Тосол А40 (з температурою кипіння 120 0С) [4] до температури 100 0С. Після цього за допомогою термостатуючого пристрою 16, з термопарою 17, зразок витримують при 100 0С на протязі 10 хвилин. Зміна довжини нагрітого зразка порівняно з його початковою довжиною (при кімнатній температурі) вимірюється з допомогою ричажно-зубчастої головки 2МИГ з ціною поділки 0,002 мм і границею вимірювань 0÷2 мм – 1, яка має штюк 12, що рухається вгору та вниз. Прилад складається з корпусу 3, всередині захисного корпусу 2 знаходиться нагрівач 6 , до якого під'єднано термостатуючий пристрій 16 . При проведенні дослідів в нагрівач через прокладку 4 та отвір в кришці приладу 11 вводять скляну пробірку 4 із дослідним стрижнем 7. На корпусі приладу встановлено стійка 8 з кронштейном 9, що може повертатись навколо осі на 90 0. Кронштейн фіксується гвинтом 10.

Проведення експерименту

1. Пробірки з комплекту приладу на 4/5 наповнити охолоджувальною рідиною Тосол А40 кімнатної температури , опустити в кожен досліджувальний стрижень , сферичним кінцем у низ. Лабораторним термометром виміряти температуру води t1 .

2. В кронштейн 9 встановити ричажно-зубчасту головку 2МИГ і відвести її на чверть обороту в бік до упору . Пробірку з досліджувальним стрижнем через гумову прокладку 4 та отвір в кришці приладу 11 ввести в нагрівач . Встановити в пробірку термопару 17.

3. Відтягнути шток ричажно-зубчастої головки встановити ричажно-зубчасту головку над пробіркою, повертаючи кронштейн до упору в протилежному напрямку. Опустити шток в заглиблення на торці стрижня зафіксувати кронштейн гвинтом.

4. За допомогою оберальної шкали ричажно-зубчастої головки 13 встановити стрілку на нулеву відмітку. Після цього можна ввімкнути прилад в електромережу (світиться індикаторна лампа 14),

5. Збільшення довжини зразка ΔL визначають за відхиленням стрілки ричажно-зубчастої головки від початкового до кінцевого положення термостатування зразка при 1000С на протязі 10 хвилин. Для більш точного визначення коефіцієнта лінійного розширення (α) проводять 3-5 відліків, які ведуть з точністю до половини ціни поділки шкали ричажно-зубчастої головки 2МИГ (1мікрометр). Після цього вимкнути живлення приладу.

Обробка результатів

1. Після закінчення роботи з приладом підраховують чисельне значення коефіцієнта лінійного розширення зразка за формулою:

$$\alpha_1 = \frac{l_2 - l_1}{l_1(t_2 - t_1)} = \frac{\Delta L}{l_1(t_2 - t_1)} \quad (1)$$

де t_1 і t_2 – початкова та кінцева температура тіла, 0С; l_1, l_2 – довжини тіл, що відповідають цим температурам, мм; ΔL – зміна довжини тіла, мм;

2. Визначаємо вибіркоче середнє значення коефіцієнта лінійного розширення зразків:

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i}{n}, \quad (2)$$

де α_i – відповідний коефіцієнт лінійного розширення за даними одного заміру;
n – кількість замірів;

3. Знаходимо вибіркочну дисперсію і середнє квадратичне відхилення коефіцієнта лінійного розширення відповідно:

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (\alpha_i - \bar{\alpha})^2, \quad (12) \quad \sigma = \sqrt{\sigma^2}, \quad (3)$$

4. Визначаємо вибіркочний коефіцієнт варіації:

$$\gamma = \frac{\sigma}{\bar{\alpha}} \cdot 100\%, \quad (4)$$

Приклад визначення коефіцієнта лінійного розширення сталевго зразка з застосуванням стандартної установки [1].

Сталевий стрижень (сталь 45) довжиною $L = 160$ мм., встановлено в пробірку наполовину наповнену водою при температурі $t_1 = 200$ С. Результати п'яти дослідів приведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Експериментальні і розрахункові дані.

№ n/n	$\Delta L, \text{мм}$	$\alpha_1 \cdot 10^{-6}, 1/K$	$\bar{\alpha} \cdot 10^{-6}, 1/K$	$\sigma^2, 10^{-12}, 1/K^2$	$\sigma, 10^{-6}, 1/K$	$\gamma, \%$
1	0.15	11.72				
2	0.15	11.72				
3	0.16	12.5	11.95	0.1217	0.349	2.92
4	0.155	12.11				
5	0.15	11.72				

Приклад визначення коефіцієнта лінійного розширення антифрикційного матеріала Ф4УВ20 [3] з застосуванням удосконаленої установки. Результати п'яти дослідів приведені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Експериментальні і розрахункові дані.

№ n/n	$\Delta L, \text{мм}$	$\alpha_1 \cdot 10^{-6}, 1/K$	$\bar{\alpha} \cdot 10^{-6}, 1/K$	$\sigma^2, 10^{-12}, 1/K^2$	$\sigma, 10^{-6}, 1/K$	$\gamma, \%$
1	0.861	67.3				
2	0.845	66				
3	0.870	68	66.94	0.608	0.78	1.16
4	0.850	66.4				
5	0.858	67				

Висновки

1. Удосконалена експериментальна установка для визначення коефіцієнта лінійного теплового розширення твердих тіл дає можливість проводити дослідження як металів так і неметалів.

2. Точність виконаних досліджень коефіцієнта лінійного теплового розширення антифрикційного матеріалу Ф4УВ20 з застосуванням удосконаленої установки зростає в 2,5 разів.

Список літератури

- Кортнев А.В. Практикум з фізики. / А.В. Кортнев, Ю.В. Рубанов, А.Н. Куценко. – М. і Вища школа, 1993, – с. 154–156.
- Фотин Б.С. Поршневые компрессоры. / Б.С. Фотин, И.Б. Парумов, И.К. Прилукий, П.И. Пластилин. – М. : Машиностроение. – Ленинград. – 1987. – 372 с.
- Сиренко Г.А. Антифрикционные карбопластики. / Сиренко Г.А. – Киев. – «Техніка». – 1985. – 195с.
- Милованов А.В. Топливо и смазочные материалы. / А.В. Милованов, С.М. Ведищев. – Учебное пособие. – Тамбов.: Издательство ТГТУ, – 2003. – 80с.

ВИЗНАЧЕННЯ ПОХИБКИ РОЗМІРУ ПРИ НАПЛАВЛЕННІ ЗОВНІШНЬОЇ ПОВЕРХНІ ЗАГОТОВКИ

А.А. Осадчук, ст., А.Ю. Осадчук, ст.вickl.,
В.І. Савуляк, проф., д-р техн. наук
Вінницький національний технічний університет

Важливою характеристикою заготовки є її точність та якість. Для заготовок, отриманих у результаті нанесень покриття, у тому числі наплавлення, дані по точності відсутні.

Це утруднює розробку оптимального технологічного процесу подальшої механічної обробки, не дає можливості визначити кількість переходів для подальшої механічної обробки, утруднює розрахунок припусків, та як наслідок не дає можливості знайти і оптимальну товщину наплавленого шару.

Похибки розміру напавленої заготовки мають випадковий статистичний характер. При великій кількості дослідів і відповідних вимірювань можна одержати поле допуску вимірюваної величини. Такі дослідження виконуються за допомогою кривої нормального розподілу. Але статистичні методи визначення похибок вимагають здійснення значної кількості дослідів та вимірювань. Тому доцільно визначити похибку непрямим способом. Для цього необхідно величину, яку ми шукаємо, розрахувати, склавши функціональну залежність від безпосередньо вимірюваних величин [2].

Для цього спочатку знаходиться залежність між об'ємом заготовки до напавлення та після за умови, що густина наплавлюваного металу не змінюється після напавлення, а похибка частоти обертання заготовки на точність не впливає.

На рис. 1 показано схему напавлення циліндричної заготовки дротом суцільного перетину.

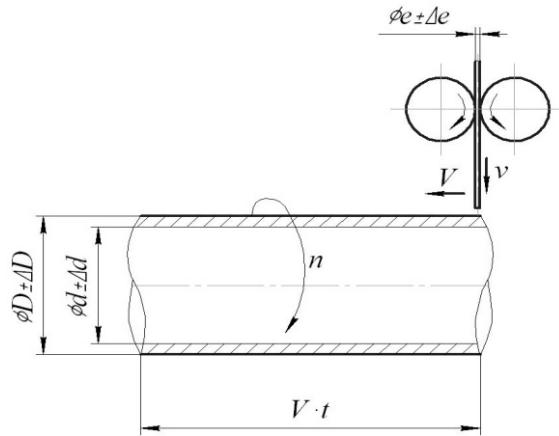
Об'єм напавленої заготовки діаметром D можна визначити як суму об'єму циліндричної заготовки (до напавлення) діаметру d та об'єму напавленого електродного дроту з урахуванням коефіцієнту втрат на розбризкування та угар ψ .

Таким чином, об'єм напавленої деталі можна записати, як:

$$\frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot V \cdot t = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot V \cdot t + v \cdot t \cdot \frac{\pi \cdot e^2}{4} \cdot (1 - \psi). \quad (1)$$

Тоді діаметр напавленої заготовки у формі функції:

$$D(d, v, e, \psi, V) = (d^2 + v \cdot \frac{e^2}{V} \cdot (1 - \psi))^{0.5}. \quad (2)$$



d – діаметр заготовки до напавлення; D – діаметр напавленої заготовки; Δd – похибка на діаметр заготовки до напавлення; ΔD – похибка на діаметр заготовки після напавлення; e – діаметр електродного дроту;

Δe – похибка на діаметр електродного дроту; v – швидкість подачі дроту в зону напавлення;

V – швидкість пересування дуги електрода вздовж осі наплавлюваної заготовки; t – час напавлення

Рисунок 1 – Схема напавлення циліндричної заготовки дротом суцільного перетину

Крім похибки Δd та Δe на діаметр D також впливають:

– похибка на коефіцієнт втрат $\Delta\psi$, який залежить від багатьох параметрів зварювання;

– похибка швидкості подачі дроту Δv ;

– похибка швидкості пересування дуги ΔV вздовж осі заготовки, яка теж залежить від точності налаштування механізму пересування дуги, виду привода та ін..

Знаючи усі ці похибки та функціональну залежність діаметра напавленої заготовки (2) можна знайти непрямим способом похибку величини D .

Тобто при відомих абсолютних похибках всіх прямих величин: Δd , Δv , Δe , Δk , ΔV , за умови, що ці похибки малі у порівнянні із самими вимірюваними величинами d , v , e , ψ , V похибка шуканої величини ΔD обчислюється подібно повному диференціалу функції [2].

Після визначення частинних похідних залежності (2) та врахування того, що напавлення здійснюється з протилежних сторін циліндричної заготовки отримуємо складові похибки діаметра напавленої циліндричної поверхні:

– від похибки на діаметр заготовки:

$$s_d = \left| \frac{d}{(d^2 + \frac{v \cdot e^2 \cdot (1 - \psi)}{V})^{0.5}} \right| \cdot \Delta d; \quad (3)$$

– від похибки швидкості подачі електродного дроту:

$$s_v = \left| \frac{e^2 \cdot (1 - \psi)}{(d^2 + \frac{v \cdot e^2 \cdot (1 - \psi)}{V})^{0.5} \cdot V} \right| \cdot \Delta v; \quad (4)$$

– від похибки на діаметр електродного дроту e :

$$s_e = \left| \frac{v \cdot e \cdot (1 - \psi)}{(d^2 + \frac{v \cdot e^2 \cdot (1 - \psi)}{V})^{0.5} \cdot V} \right| \cdot \Delta e; \quad (5)$$

– від похибки на коефіцієнт втрат ψ :

$$s_\psi = \left| -\frac{v \cdot e^2}{(d^2 + \frac{v \cdot e^2 \cdot (1 - \psi)}{V})^{0.5} \cdot V} \right| \cdot \Delta \psi; \quad (6)$$

– від похибки швидкості пересування дуги вздовж осі заготовки V :

$$s_V = \left| -\frac{0,5 \cdot v \cdot e^2 \cdot (1 - \psi)}{(d^2 + \frac{v \cdot e^2 \cdot (1 - \psi)}{V})^{0.5} \cdot V^2} \right| \cdot \Delta V. \quad (7)$$

Тоді абсолютну похибку діаметра напавленої циліндричної поверхні за методом "максимум-мінімум":

$$\Delta D = s_d + s_v + s_e + s_\psi + s_V. \quad (8)$$

Але наведений вище метод розрахунку похибок ще називають методом максимум-мінімуму, він враховує найгірший випадок. Але цей метод не забезпечує реальних комбінацій елементарних похибок та може давати завищене у 1,5 – 10 разів значення похибки.

Вирогідносний метод розрахунку можливий, якщо на усі величини розглядаються як випадкові.

Таким чином абсолютна похибка розміру діаметра при зовнішньому наплавлюванні за вирогідносним методом:

$$\Delta D^e = \sqrt{s_d^2 + s_v^2 + s_e^2 + s_\psi^2 + s_V^2}$$

Похибку на діаметр електродного дроту суцільного перетину Δe можна взяти ⁽¹¹⁾ з міждержавних стандартів на зварювальні та наплавні дроти суцільного перетину [3, 4].

Для оцінювання похибок Δv та ΔV можна скористатися паспортними даними електродвигунів, які подають дріт та пересувають зварювальну голівку. Також можна зважити на те, що швидкість подачі електродного дроту v за даними [5] у сучасних механізмів подачі підтримується з точністю $\pm(5 - 10)\%$ від цієї швидкості. А швидкість наплавлювання (зварювання), яка найчастіше кінематично пов'язана із швидкістю пересування дуги вздовж осі заготовки V , повинна підтримуватися на завданому рівні з точністю не нижче $\pm 10\%$. Для особливо відповідальних випадків точність підтримання швидкості зварювання $\pm 2\%$ [5].

Коефіцієнт втрат на розбризкування а угар та його похибка залежать від середовища де проводиться зварювання, діаметру електрода, довжини дуги, тощо. Так при наплавленні (зварюванні) в CO_2 коефіцієнт втрат металу на угар і розбризкування $\psi = 0,10 - 0,15$ [7].

При наплавленні (зварюванні) під шаром флюсу цей коефіцієнт є найменшим і коливається в межах $\psi = 0,01 - 0,02$ [6, 7].

В середовищі аргону $\psi = 0,02 - 0,03$ [7].

Таким чином непрямим способом за двома методами («максимума-мінімуму» та вивірності) знайдено залежності для визначення абсолютних похибок на діаметр наплавленої заготовки.

Отриманні результати дослідження дозволяють оптимізувати розміри наплавленої заготовки, скорегувати режими наплавлення та її подальшу механічну обробку, що врешті приведе до економії електродного дроту, електричної енергії та зменшить припуски механічної обробки.

Список літератури

1. Косилова В. Г. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1 / Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. -М.: Машиностроение, 1986. 656 с.
2. Пискунов Н. С. Дифференциальное и интегральное исчисления. В 2-х т. Т.1 М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1985. - 432 с.
3. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия
4. ГОСТ 10543-98 Проволока стальная наплавочная. Технические условия
5. Оборудование для дуговой сварки: Справочное пособие / Под ред. В. В. Смирнова. Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1986. — 656 с.
6. Справочник сварщика / Под ред. В. В. Степанова. – Перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1982. – 560 с.
7. Сварка в машиностроении: Справочник в 4-х т. / Под ред. Г.А. Николаева и др. – М.: Машиностроение, 1978 – Т1 / Под ред. Н.А. Ольшанского. 1978. 504 с.

ОЦІНКА РІВНЯ ЯКОСТІ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ З ПОЗИЦІЇ ПАСАЖИРА

А.П. Іщенко, ст. гр. ІАТ-10,

В.П. Кужель, ст. викл., канд. техн. наук

Вінницький національний технічний університет

Як свідчить світовий досвід ринку транспортних послуг, їх конкурентоздатність на 95% залежить від якості послуг, що надаються. В свою чергу, попит та пропозиція на транспорті визначаються, з одного боку, платоспроможністю користувачів транспорту за транспортні послуги, а з іншого – виробничими можливостями транспортної системи щодо їх задоволення.

Для кращого розуміння поняття якості слід дати визначення транспортному обслуговуванню – згідно з Правилами надання послуг з перевезень міським електротранспортом [1], транспортне обслуговування (транспортні послуги) – це перевезення пасажирів та їх багажу, а також надання інших послуг під час перебування пасажирів у трамвайних вагонах (тролейбусах) та на проміжних зупинках і в кінцевих пунктах маршруту. Однак, на сьогоднішній день не існує чіткого визначення поняття транспортного обслуговування. Згідно з іншими джерелами – транспортне обслуговування (послуга) – це результат діяльності виконавця транспортної послуги із задоволення потреб пасажирів, вантажовідправників та вантажоодержувачів у перевезеннях згідно до встановлених норм та вимог.

Також до основних факторів якості перевезення пасажирів відноситься [1]: комфортність поїздки (наповнення транспортних засобів (ТЗ) та регулярність руху їх на маршрутах); час, затрачений на пересування пасажирів; безпека перевезень. А умови, що визначають ці фактори, такі: щільність маршрутної мережі, частота та точність руху міського електричного транспорту, швидкість сполучення, стан інформації та реклами про роботу пасажирського транспорту.

Як правило, невід'ємною властивістю якості будь-якої продукції є її здатність задовольняти певні потреби та видозмінюватись у відповідності з інтересами споживачів. Тому сутність якості продукції або послуги полягає як в їх споживчій вартості, так й у вартості, тобто в тій сумі суспільно або індивідуально необхідних витрат праці. Тому поняття “якість” застосовується не тільки до предметів, але й до транспортних послуг та процесів перевезень. Тобто під якістю продукції або роботи необхідно розуміти сукупність найбільш істотних їх властивостей (критеріїв), які обумовлюють ступінь придатності й можливості продукції, послуги або роботи до задоволення певних потреб у відповідності до їх призначення.

Попит на пасажирські автотранспортні перевезення залежить від їх якості, для визначення якої пропонуються наступні фактори та умови:

- безпека руху;
- якість маршрутних мереж;
- взаємодія з іншими видами транспорту;
- якість рухомого складу;
- регулярність руху ТЗ;
- надійність ТЗ;
- доступність тарифів;
- час очікування;
- кількість пересадок;
- наповнення ТЗ;

- витрати часу на поїздки;
- мікроклімат с салони ТЗ;
- рівень шуму у ТЗ;
- ступінь фізичної і психологічної втоми пасажирів;
- час на посадку і висадку;
- ввічливість персоналу.

Як відомо, на величину попиту пасажирів впливають багато факторів, тісно пов'язаних між собою. Ці фактори можна розділити на об'єктивні та суб'єктивні (табл. 1), класифікація за типом факторів і їх характеристики наведені в таблиці 2.

Таблиця 1 – Фактори впливу на попит користувачів транспортних послуг.

Об'єктивні фактори впливу	Суб'єктивні фактори впливу
соціальні фактори: стабільність соціально-політичного положення країни, зростання чисельності населення, орієнтація населення за професією і місцем проживання (міста і сільська місцевість), міграція, розвиток культурного рівня життя населення країни (рівень освіти і культура населення), національні, релігійні особливості	платоспроможність пасажирів, на яку впливають такі фактори, як тарифи, якість обслуговування пасажирів та різноманітність послуг на транспорті
економічні фактори відображають економічну стабільність країни (ступінь інфляції), розміщення виробництва і робочої сили, розвиток виробництва в цілому по країні та по окремим галузям (туризм) і фактичний рівень доходів населення;	наявність різноманітних видів транспорту, вартість проїзду і рівень якості перевезень, рівень і характер конкуренції
природні фактори: клімат, рельєф місцевості, кількість опадів і т.д.	

Таблиця 2 – Фактори впливу на попит транспортних послуг з позиції пасажирів.

Тип факторів	Характеристика
особистісні	вік, стать, професія, стиль життя
культурні	цінності, звички
психологічні	мотивація, переконання, сприйняття
соціальні	рівень доходів, етап життя, сім'я
що обумовлюють попит на перевезення	вільний час, час очікування ТЗ, якість обслуговування, платоспроможність

В умовах, коли витрати пасажирів на поїздки займають значну частину його бюджету, вплив вартісних факторів на величину попиту є найбільш суттєвим

Проведений аналіз дозволив виявити вагомість критеріїв оцінки якості автотранспортних послуг з точки зору пасажирів і вагомості факторів: рівень транспортної безпеки; комфорт перевезень; час, який пасажир готовий витратити на поїздки, співставлений з фактично витраченим; регулярність руху за маршрутами; зручність маршрутів та зупинок, тарифи на перевезення; що пропонуються; культура обслуговування; рівень екологічної безпеки.

Список літератури

1. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Правил надання послуг з перевезень міським електротранспортом» №386 [від 22 квітня 1997 р.] : Режим доступу <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/386-97-%D0%BF>

ВПЛИВ ПРОДУКТІВ ЗНОШЕННЯ ШИН НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ТА ЛЮДИНУ

О.Л. Добровольський, ст. викл., П.Д. Кукурудзяк, ст. Вінницький національний технічний університет

О.О. Борщевський
ДП “ДЕРЖАВТОТРАНСПОРТПРОЕКТ”

Під час руху автомобільної шини по тверді поверхні частина механічної енергії витрачається на її деформацію, виконання роботи при переміщенні елементів рисунка протектора по опорній поверхні, руйнування матеріалу шини, або його зношування. На інтенсивність зносу пневматичних шин впливає багато факторів, основними серед яких є навантаження, швидкість руху, крутий момент та температура. При цьому в навколишнє середовище виділяється велика кількість продуктів зносу, як дорожнього покриття так і шини.

На деяких магістралях Європи щорічно маса шинного пилу доходить до 250 кг на кожен кілометр дороги, а ґрунт у придорожніх смугах містить близько 2% гумових частинок [1]. Екологічна небезпека посилюється тим, що кількість виділеної в навколишнє середовище шинної пилу постійно зростає із збільшенням кількості автотранспорту. При русі автомобіля по асфальтовому або цементобетонних покриттях від шин відокремлюються дуже маленькі частинки, які переносяться по повітрю.

Джерелами забруднюючих не вихлопних часток є: гальмівні накладки, шини і зношення дорожнього покриття і ресуспендування дорожнього пилу. Використовуючи коефіцієнт забруднення навколишнього середовища відходами виробництва, 50-85% частинок РМ10 (частинки розміром 10 мкм і менше) були спричиненні автомобільним трафіком [2]. Експериментально встановлені коефіцієнти забруднення для часточок РМ10 що були зміряними на вулицях показали, що до 60% з маси від загального об'єму забруднюючих речовин які пов'язані з автомобільним трафіком не походять від вихлопних газів [3]. Загальний склад продуктів зношення шини представлено в табл. 1.

Таблиця 1 – Загальний склад продуктів зношення шини.

Основні компоненти	Частинки зносу шин
Мінерали	60%
Полімери	40%
Сажа	19%
Масла	19%
Сірка	1%

Фахівці на основі даних, отриманих в ході нових досліджень, прийшли до висновку, що близько 60% фрагментів шин (шинної пилу) настільки малі, що вони можуть глибоко проникати в легені людини, де латексна гума, що міститься в шинній пилу, може викликати алергічні реакції.

Алергічні реакції на шинну пил можуть поширюватися з багатьох причин. Протягом останніх 20 років стійко зростала кількість шин, росла пропорція латексу в шинах, а діагональна конструкція шин змінилася радіальною.

На відміну від діагональних, радіальні шини є джерелом більш дрібних, легко проникають у дихальні шляхи частинок, а процентне відношення радіальних шин зросла з 2% в 1970 р. до 95% в 2010 р.

Пил, що утворюється від радіальних шин, дрібніший і тому легше проникає в дихальні шляхи і, отже, глибоко в легені. Таким чином, шинний пил, що викидається в даний час, більш активно проникає в легені, ніж у попередні десятиліття. Імовірно, це частково є поясненням зростання випадків захворювання астмою.

Список літератури

1. Fugitive Particulate Matter Emissions, EPA Contract No. 68-D2-0159, Work Assignment No. 4-06, Midwest Research Institute, Kansas City, MO, April 2007.
2. University of California, Davis, Traffic Generated PM-10 Hot Spots, Final Report to Caltrans, Contract No. 53V606 A2, August 2006
3. Emission Factor Documentation For AP-42, Sections 11.2.5 and 11.2.6 – Paved Roads, EPA Contract No. 68-D0-0123, Midwest Research Institute, Kansas City, MO, March 2003

ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ РУХОМОГО СКЛАДУ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА, ШЛЯХОМ ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНОЇ НОМЕНКЛАТУРИ ТА КІЛЬКОСТІ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН

О.П. Антонюк, асп,

А.П. Поляков, проф., д-р техн. наук
Вінницький національний технічний університет

Автомобільний транспорт є не від'ємною складовою транспортного комплексу країни та відіграє важливу роль при перевезенні вантажів. Як підсистема різноманітних виробничих систем, автомобільний транспорт в значній мірі визначає ритмічність роботи та собівартість продукції основного виробництва. В той же час автотранспортні засоби є споживачами значної частини ресурсів, що припадають на долю транспорту в цілому. Тому на сьогоднішній день приділяється значна увага пошукам додаткових шляхів для підвищення ефективності його роботи.

На даний час більшість автотранспортних підприємств працюють в умовах виробництва, що характеризується жорсткою конкуренцією як з боку вітчизняних, так і іноземних підприємств. У цих умовах автотранспортним підприємствам для «виживання» на ринку і збереження конкурентоспроможності потрібно пошукати ділову активності, пошук нових форм і методів управління діяльністю.

Очевидно, що якість надання транспортних послуг є одним з ключевих факторів, що характеризує результативність ринкової діяльності автотранспортних підприємств.

Якісна транспортна послуга може бути надана з використанням надійного рухомого складу, який визначає можливість перевізника виконати своєчасну доставку вантажу. Підтримка автотранспортних засобів в працездатному стані вимагає вдосконалення роботи не лише служб, зайнятих технічним обслуговуванням і ремонтом, але і системи матеріально – технічного забезпечення.

Парадоксальність сьогоднішнього стану більшості автотранспортних підприємств полягає в тому, що, не дивлячись на ліквідацію дефіциту запасних частин в товарній мережі,

простої автомобілів через їх відсутність не зменшилися в порівнянні з тим періодом, коли в умовах планової економіки діяв лімітно-розподільний механізм постачання.

Причинами ситуації, що склалася, в першу чергу можуть бути високі ціни на запасні частини і агрегати, які не дозволяють підприємствам зберігати на складах запчастини в достатній кількості; збільшення різноманітності автомобільного парку та багаточисельність фірм – постачальників, які розташовуються на значній відстані від підприємства.

Крім цього, ціни на запасні частини інтегрально відображають ті зміни, які сталися в господарстві: збільшення числа посередників від заводу-виробника до споживача; зростання числа підприємств з невеликою кількістю автомобілів; збільшення різноманітності автомобільного парку; старіння рухомого складу.

Забезпеченню автотранспортних засобів запасними частинами постійно приділяється велика увага. Це пояснюється тим, що створити абсолютно надійний об'єкт неможливо й для підтримки його в працездатному стані завжди потрібні запасні частини. Запасні частини застосовуються для усунення випадкових відмов і заміни деталей, що зносилися і виробили свій ресурс.

Крім того, система матеріально – технічного забезпечення на автомобільному транспорті суттєво впливає на технічну готовність рухомого складу та тривалість його простоїв під час ремонту через відсутність необхідних запасних частин. Тому вдосконалення організації забезпечення запасними частинами рухомого складу автотранспортного підприємства є одним із напрямків підвищення ефективності його технічної експлуатації

Не дивлячись на досягнуті результати, розроблені підходи по визначенню необхідної номенклатури та кількості запасних частин підприємства не в повній мірі відповідають вимогам сьогодення. Непреривна зміна економічної ситуації в країні вимагає подальшого дослідження ряду теоретичних та практичних проблем, пов'язаних з розвитком і вдосконаленням моделей та методів управління запасними для забезпечення ефективного функціонування автотранспортного підприємства.

Збільшення парку та номенклатури вантажних машин вимагає зміну підходів щодо організації та проведення поточних ремонтів та технічного обслуговування під час експлуатації. Крім того, збільшення часу ремонту та обслуговування підвищує матеріальні збитки автотранспортних підприємств.

Для підвищення оперативності та зменшення витрат на ремонт різноманітного парку вантажних автомобілів доцільно удосконалити метод формування номенклатури та кількості запасних частин для ремонту засобів транспорту.

Таким чином розробка та реалізація методики прогнозування раціональної номенклатури та кількості запасних частин, що дозволить підвищити коефіцієнт технічної готовності рухомого складу автотранспортного підприємства та покращити економічні показники діяльності підприємства є актуальною.

Список літератури

1. Лукинський В.С. Логистика автомобильного транспорта / В.С. Лукинський, В.И. Бережной, Е.В. Бережная, И.А. Цвиренко. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 324 с
2. Щетина В.А. Снабжение запасными частями на автомобильном транспорте / В.А. Щетина, В.С. Лукинський, В.И. Сергеев. – М.: Транспорт, 1988. – 112 с.
3. Сумец А.М. Прогнозирование потребности в запасных частях / А.М. Сумец. – Харьков: ОКО, 1997. – 182 с

ОСНОВНІ КРИТЕРІЇ ВИБОРУ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ТРАНСПОРТНОЇ МАРШРУТНОЇ МЕРЕЖІ МІСТА

О.І. Добровольський, *ст. викл.*, А.О. Дзюба, *ст.*
Вінницький національний технічний університет

Системи міського пасажирського транспорту займають особливе місце в загальній структурі пасажирського транспорту, що пояснюється безупинним підвищенням ролі міст у житті суспільства, обумовленого розподілом праці та концентрацією виробництва. Зміни в житті України призвели до значної модифікації структури потреб населення в перевезеннях і перебудові маршрутних систем більшості українських міст, яка найчастіше носила стихійний характер. У той же час прийняття рішень про зміну маршрутних систем являє собою складну науково-практичну задачу, що торкається інтересів великої кількості городян та має величезне соціальне й економічне значення.

Метою міської політики в сфері міських пасажирських перевезень є гарантоване та ефективне задоволення потреб населення у безпечних та якісних послугах пасажирських перевезень. Міська транспортна політика в сфері пасажирського транспорту реалізується відповідно до Законів України «Про транспорт», «Про автомобільний транспорт», «Про дорожній рух», «Про державні соціальні стандарти й державні соціальні гарантії», «Стандартів роботи міського пасажирського транспорту і вимог до рухомого складу», нормативних актів органів місцевого самоврядування, чинного законодавства України, що регулює відносини в цій сфері.

Концепція розвитку є основою для формування конкретних програм в галузі міських пасажирських перевезень, пропонує варіанти рішення фінансового забезпечення окремих видів перевезень, може виступати підставою для формування планів діяльності в цій галузі окремих суб'єктів підприємницької діяльності та інвесторів.

Окремим, не менш важливим, напрямком розвитку міських пасажирських перевезень є побудова раціональної транспортної маршрутної мережі міста.

Найбільш ефективним способом одержання раціонального варіанта маршрутної мережі (ММ) є евристичні алгоритми [1], з активною участю проектувальника в процедурі формування раціонального набору маршрутів.

Це обумовлено тим, що навіть самі досконалі математичні моделі функціонування ММ не в змозі відбити всі сторони і наслідки роботи маршрутного транспорту в містах. Спроби створити досконалу модель маршрутизації в даний час не є перспективними, оскільки налаштування настільки точної моделі для одержання конкретного рішення вимагає значних матеріальних витрат і за часом порівнянне з тривалістю циклів природної зміни основних характеристик транспортного процесу.

Тому основним завданням створення раціональної математичної моделі в даний час варто вважати точний розрахунок транспортних характеристик роботи маршрутів і пересувань пасажирів для заданого варіанта ММ, котрий є складовою частиною всіх алгоритмів маршрутизації.

Для досягнення цієї мети необхідно визначити математичну залежність критерію ефективності оптимального варіанта маршрутної мережі й імовірності його досягнення.

У запропонованій авторами [2] моделі використовується один з оптимальних у даний час критерій, заснований на вартісній оцінці транспортної стомлюваності пасажирів і фінансових витрат транспортних підприємств.

$$E = \sum_i^N \sum_j^N \sum_l^m \left[h_{ijl} \cdot \sum_k^n (A \cdot t_{ouk} + B \cdot t_{nk}) \right] + T_n \cdot \sum_i^G [C_{непi} \cdot V_e + C_{ноcmi}] \cdot N_i \rightarrow \min$$

Використання цього критерію дозволяє врахувати різнобічність і комплексність транспортного процесу перевезення пасажирів у містах. Напрямок зміни цього критерію – зменшення сумарних витрат суспільства та транспорту.

Але, у даний час важко знайти таке українське місто, в якому функціонував би тільки один вид транспорту. Це можливо тільки в малих містах, у яких вирішення завдання маршрутизації не є значним завданням. Тому бажано, щоб при вирішенні завдання маршрутизації враховувалися особливості різних видів транспорту.

Основні розходження між маршрутами різних видів транспорту для даного завдання полягають у рівні комфорту, вартості і часу поїздки. Пішохідна доступність маршрутів не може бути в даний час належним образом врахована через неточність сучасних моделей маршрутної мережі і неприступності даних про транспортні потреби населення такого ступеню точності.

Що стосується інших розходжень між видами транспорту, то при відомій відстані поїздки її тривалість визначається швидкістю сполучення, що залежить від характеристик транспортних засобів і способу організації руху на маршруті, тобто від відмітних ознак міських видів транспорту.

Таким чином, облік розходжень між видами транспорту за допомогою завдання різної швидкості сполучення на маршрутах і проведення розрахунків є можливим в рамках мономаршрутної мережі.

Отже, на наш погляд, цьому критерію бракує ще однієї важливої складової як рівень комфортності перевезень, що у свою чергу може суттєво впливати на попит населення у бажанні скористатися тим чи іншим видом міського пасажирського транспорту. Результат не врахування такого фактора, як рівень комфортності перевезень може призвести до нерівномірності завантажень різних видів транспорту. Особливо це стосується муніципального автомобільного парку, який у більшості вітчизняних містах є морально і матеріально застарілим.

Список літератури

1. Сафронов Э.А. Транспортные системы городов и регионов: Учебное пособие. Издательство АСВ. – М., 2008. – 272 с.
2. Лубяный П.В. Модель функционирования системы городского пассажирского транспорта. (Пути повышения эффективности эвристических алгоритмов маршрутизации городского пассажирского транспорта) // Вестник Херсонского государственного технического университета. – Херсон, 2002. - № 1(14). - С. 370 - 372.

РОЗРОБКА ДІАГНОСТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ АВТОМОБІЛЬНИХ СИСТЕМ В СЕРЕДОВИЩІ SIMULINK

М.К. Забаштанський, ст. гр. ІАТ-12м,
Ю.І. Ситник, ст. гр. ІАТ-12сп,
Ю.Ю. Кукурудзяк, доц., канд. техн. наук
Вінницький національний технічний університет

Призначення діагностики – оцінка ступеня відхилення технічного стану об'єкта діагностування в поточний (контрольований) момент часу, а також перевірка працездатності та правильності функціонування об'єкта, пошук дефектів, що порушують працездатність і правильність функціонування. Діагностична модель – це будь-яке знання, що використовується в процесі вирішення діагностичної задачі і представлене в певній формі. Спектр форм діагностичних моделей широкий – від образів дефектів та їх ознак у свідомості окремого спеціаліста-практика з обслуговування та ремонту до математичних конструкцій, реалізованих у формальних діагностичних програмах.

Моделювання робочого процесу елемента автомобіля передбачає формальне описання цього об'єкта та його поведінки в справному та несправному стані. Така формалізація як правило зводиться до аналітичних залежностей, які характеризують необхідні параметри робочого процесу і може бути представлена в аналітичній, табличній, векторній, графічній та ін. формах.

Одним із інструментів розробки діагностичних моделей є середовище Simulink, яке являється розширенням програмного пакета MATLAB. При моделюванні з використанням Simulink реалізується принцип візуального програмування, відповідно до якого користувач може створювати візуальну модель і здійснювати дослідження в реальному часі. При цьому, на відміну від класичних способів моделювання, користувачу не потрібно досконально вивчати мову програмування і чисельні математичні методи, а досить загальних знань потрібних при роботі на комп'ютері і знань тієї предметної області в якій він працює.

При моделюванні користувач може вибирати метод вирішення тієї чи іншої задачі. В ході моделювання є можливість стежити за процесами в системі. Для цього використовуються спеціальні пристрої спостереження, що входять до складу бібліотеки Simulink. Результати моделювання можуть бути представлені у вигляді графіків або таблиць. Перевага Simulink полягає також у тому, що він дозволяє поповнювати бібліотеки блоків за допомогою підпрограм написаних як мовою MATLAB, так і на мовах C++, Fortran і Ada.

Прикладом розробки діагностичної моделі є модель турбокомпресора автомобільного двигуна. Вхідними параметрами такої моделі є: 1) тиск відпрацьованих газів, 2) температура відпрацьованих газів, 3) геометричні розміри турбіни, 4) кількість обертів двигуна і турбокомпресора, 5) циклова подача палива, 6) ряд сталих для певної моделі коефіцієнтів і величин, таких як потужність та об'єм двигуна, кількість циліндрів, густина палива, ступінь підвищення тиску та інші.

Вихідними параметрами такої моделі є: 1) тиск на виході з компресора, 2) температура на виході з компресора, 3) кількість повітря яка нагнітається компресором.

Кількість повітря яка нагнітається компресором G_K залежить від двох параметрів – це тиск наддуву після компресора P_K та частоти обертання ротора турбокомпресора n_{TK}

$$G_K = 1,4221 - 0,10627 \cdot 10^{-4} \cdot P_K - 0,32296 \cdot 10^{-5} \cdot n_{TK} - 0,52949 \cdot 10^{-10} \cdot P_K^2 + 0,27394 \cdot 10^{-11} \cdot n_{TK}^2 + 0,17181 \cdot 10^{-9} \cdot P_K \cdot n_{TK}; \quad (1)$$

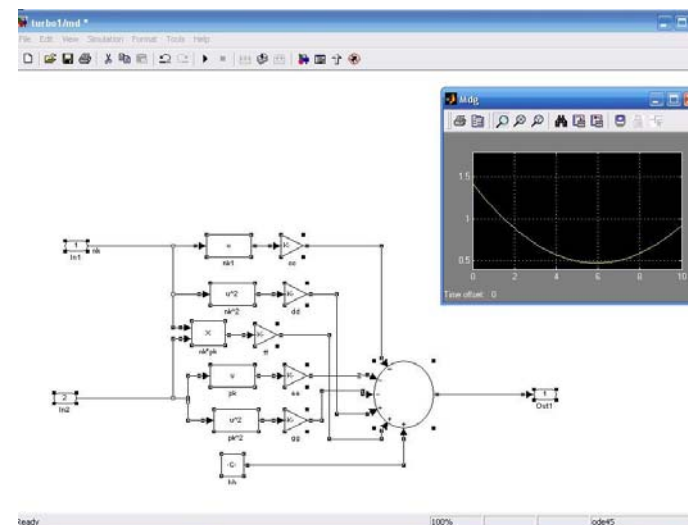


Рисунок 1 – Реалізація залежності $G_K = G_K(P_K, n_{TK})$ в Simulink

Температура повітря після компресора T_K залежить від циклової подачі палива q_c і частота обертання ротора турбокомпресора n_{TK} . Отримано залежність $T_K = T_K(q_c, n_{TK})$:

$$T_K = 303,45 + 0,93324 \cdot 10^{-5} \cdot q_c + 0,67719 \cdot 10^{-3} \cdot n_{TK} + 0,6595 \cdot 10^{-7} \cdot q_c^2 + 0,22139 \cdot 10^{-8} \cdot n_{TK}^2. \quad (2)$$

Циклічну подачу палива в свою чергу можна знайти за формулою

$$q_c = K_p \rho_{\text{пал}} \times (V_c), \quad (3)$$

де K_p - коефіцієнт подачі ПНВТ; $\rho_{\text{пал}}$ - густина палива, V_c - об'ємна циклова подача ПНВТ, яка знаходиться за формулою:

$$V_c = -65,622 + 0,10426 \cdot n_n + 25,741 \cdot h_n - 0,58308 \cdot 10^{-4} \cdot n_n^2 + 0,13588 \cdot h_n^2 - 0,65830 \cdot 10^{-2} \cdot n_n \cdot h_n, \quad (4)$$

де n_n - частота обертання кулачкового вала ПНВТ;

h_n - координата переміщення рейки ПНВТ.

Основна частина діагностичної моделі включає в себе функціональні залежності турбокомпресора і має наступний вид (рис. 2).

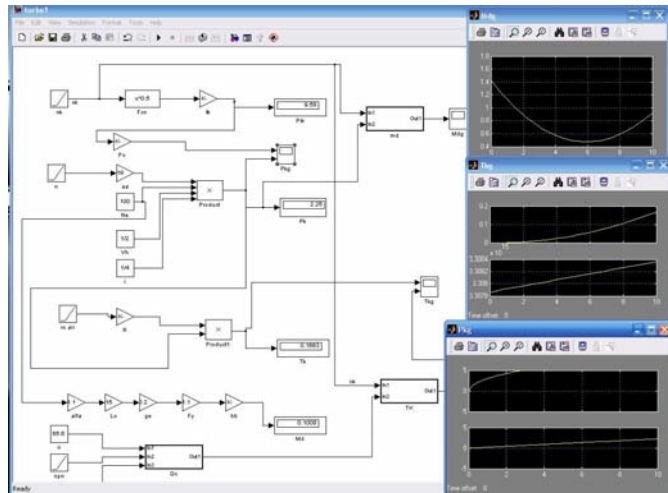


Рисунок 2 – Діагностична модель турбокомпресора двигуна автомобіля

Розроблена модель діагностування відцентрового компресора із доцентровою турбіною дозволяє порівнювати значення які можна визначити практично із теоретичними залежностями процесів, які протікають під час експлуатації автомобільного турбокомпресора.

Список літератури

1. Ануфриев И. Е., Смирнов А. Б., Смирнова Е. Н./ MATLAB 7/ СПб.: БВХ-Петербург, 2005. -1104 с.
2. Макушев Ю.П., Корнеев С.В., Рыдин В.В./ Агрегаты наддува двигателей: Учебное пособие/ Омск: Изд-во СибАДИ, 2006. – 58 с.
3. Хак Г./ Турбодвигатели и компрессоры: Справочное пособие/ М.: ООО Издательство «Астрель – АСТ», 2003. – 351 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗАВАНТАЖЕННЯ ОЧИСТКИ НА ВИХІД КОЛОСОВОГО ВОРОХУ НА ПОВТОРНИЙ ДООБМОЛОТ

С.М. Герук, доц., канд. техн. наук

Національний науковий центр

“Інститут механізації та електрифікації
сільського господарства” НААН України

С.В. Пустовіт, асист.

Житомирський національний агроекологічний університет

Технологія збирання зернових культур, а також рівень травмування зерна залежить від конструкції збиральних машин, режиму роботи їх робочих органів та фізико-механічних властивостей зерна.

Відомо, що в камеру колосового шнека вільне зерно попадає за рахунок винесення його з-під решітного простору і шляхом прямого сходу з решіт очистки.

У першому випадку схід зерна в камеру колосового шнека обумовлений недосконалістю очистки, в другому – залежить від величини завантаження очистки, її регулювань, фізико-механічних властивостей обмолочуваної хлібної маси, вологості компонентів і складу вороха. Колосовий ворох, що поступив в камеру колосового шнека складається з необмолочених колосів, вільного зерна і незернових компонентів.

Дослідження впливу завантаження очистки на вихід колосового вороху на повторний дообмолот проводили на експериментальній установці, при обробці вороху озимої пшениці сорту «Поліська 90». Результати досліджень представлені на рис. 1.1. Із представлених даних видно, що зі збільшення завантаження очистки з 1 до 6 кг/с вихід колосового вороху на повторний дообмолот збільшується з 0,12 до 0,75 кг/с.

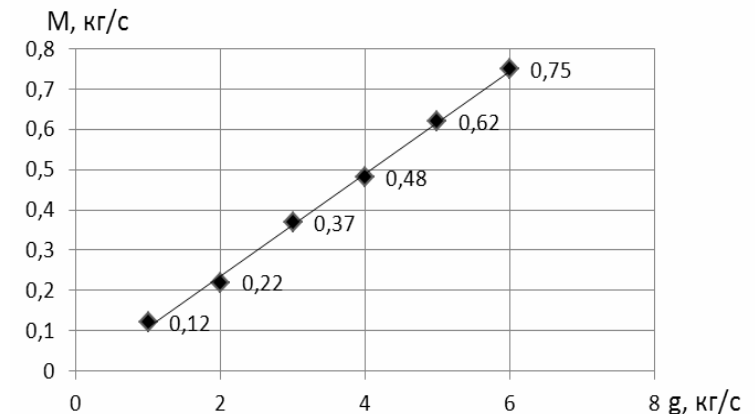


Рисунок 1.1. – Залежність виходу колосового вороху М, кг/с озимої пшениці Поліська 90 в дообмолочувальний пристрій, залежно від завантаження очистки g, кг/с

Умови проведення дослідів наведені у табл. 4.1.

Таблиця 4.1. – Вплив завантаження очистки на вихід вороха в дообмолочувальний пристрій.

Завантаження очистки, кг/с	Озима пшениця Поліська 90				Завантаження дообмолочувального пристрою, кг/с
	Вихід вороха в дообмолочувальний пристрій за дослід, кг				
	Повторності			Середнє значення	
	1	2	3		
1	2,2	2,5	2,3	2,3	0,12
2	3,8	4,2	4,0	4,0	0,22
3	6,9	7,2	7,7	7,3	0,37
4	9,5	9,1	9,3	9,3	0,48
5	12,1	12,3	12,5	12,3	0,62
6	14,6	14,8	15,1	14,8	0,75

Із проведених досліджень видно, що завантаження дообмолочувального пристрою, зростає пропорційно завантаженню очистки. Пропорційність завантаження дообмолочувального пристрою пояснюється тим, що зі збільшенням подачі вороху на очистку, збільшується його товщина на верхньому решеті, а відтак зменшується ймовірність проходження зерен через товстий шар вороху, що у свою чергу призводить до погіршення сепаруючої здатності очистки комбайна і збільшення сходу його компонентів в камеру колосового шнека.

Подання вороху на повторний дообмолот з великим вмістом обмолоченого зерна приводить до підвищення його травмування, а відтак зниженню посівних і товарних якостей насіння. Слід зазначити, що ці результати отримані практично в ідеальних умовах, коли очистка встановлена горизонтально, відсутні її коливання, які викликані рухом комбайна по нерівностям поля, а ворох що подавався на очистку мав низьку вологість. Дослідженнями встановлено, що в польових умовах в камеру колосового шнека потрапляє значно більше обмолоченого зерна. Результати експериментальних досліджень, приведені в цьому розділі, показують, що вихід вороху в камеру колосового шнека пропорційний завантаженню очистки.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕВОЗОК ПОВЫШЕНИЕМ НАДЕЖНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ

Л.О. Джаджа, ст. гр. НТ-402,
Т.Н. Замота, доц., канд. техн. наук,
О.Н. Замота, соискатель

Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля, г. Луганск

Эффективность транспортного процесса напрямую зависит от надежной работы автомобиля. Надежность, в свою очередь, отражается на себестоимости грузовых перевозок и зависит от системы технического обслуживания и сохранения автомобиля в

работоспособном состоянии. Проведенный анализ затрат на ТО и ремонт (ТО и Р) показал, что при существующей планово-предупредительной системе ТО и Р допускается значительный перерасход средств и не обеспечивается высокая надежность автомобиля. Предлагается усовершенствование организации перевозок на автопредприятии путем сокращения удельных расходов. Повышение качества технических действий с целью обеспечения надежности транспортного процесса предлагается за счет усовершенствования адаптивной системы ТО и Р. Для этого необходимо увеличить удельный вес профилактических операций; оптимизировать режимы ТО и Р; более полно учитывать условия эксплуатации на базе информационных технологий. Доказано, что усовершенствование системы вызывает необходимость изменения структуры производственно-технической базы и форм ее организации, широкое внедрение современных методов диагностирования ТС. Оперативное управление развитием материально-технической базы с целью обеспечения надежности транспортного процесса может осуществляться регулированием возрастного состава автомобилей. В частности, своевременным списанием изношенных автомобилей; изменением условий использования автомобилей со значительным сроком эксплуатации от ее начала; организацией технической помощи автомобилям на линии и применением резервирования исправного ТС.

Улучшение транспортного процесса повышением надежности автомобилей возможно при таких условиях: внедрение прогрессивных форм организации ТО и ремонта; контроль общих расходов на ТО и ремонт ТС в зависимости от пробега; своевременная замена изношенных автомобилей новыми.

При эксплуатации машины определяющим моментом является достижение наибольшего экономического эффекта от ее использования по назначению. Надежность является одним из основных показателей качества машины и непосредственно связана с ее стоимостью. Эксплуатация машины — сложный процесс, который состоит из нескольких периодов, во время которых потребительские свойства машины либо снижаются, либо восстанавливаются. Весь срок существования машины от выпуска заводом-изготовителем до списания можно разделить на три группы периодов:

1) работа, когда потребительские свойства машины снижаются в зависимости от интенсивности и условий ее эксплуатации;

2) простои при транспортировке, хранении и консервации, наладке или ожидании работы; в эти периоды потребительские свойства машины, как правило, изменяются незначительно (лишь длительное хранение в течение нескольких лет может существенно повлиять на них);

3) ремонты (плановые и аварийные), когда потребительские свойства машины восстанавливаются.

Степень снижения потребительских свойств машины, коррелирует с интенсивностью и условиями эксплуатации машины. Транспортное средство, которое работает в две смены с большими нагрузками, изнашивается быстрее, чем такая же машина, работающая в одну смену.

Обычно основное влияние на работоспособность транспортных машин оказывают ходовая часть, двигатель, тормозная система и механизмы управления [1, 2]. Затраты на обслуживание автомобиля, шины, тормозную систему и двигатель изменяются с увеличением пробега. Как видно из рис.1, увеличение пробега свыше 60000 км приводит к стабилизации или уменьшению затрат.

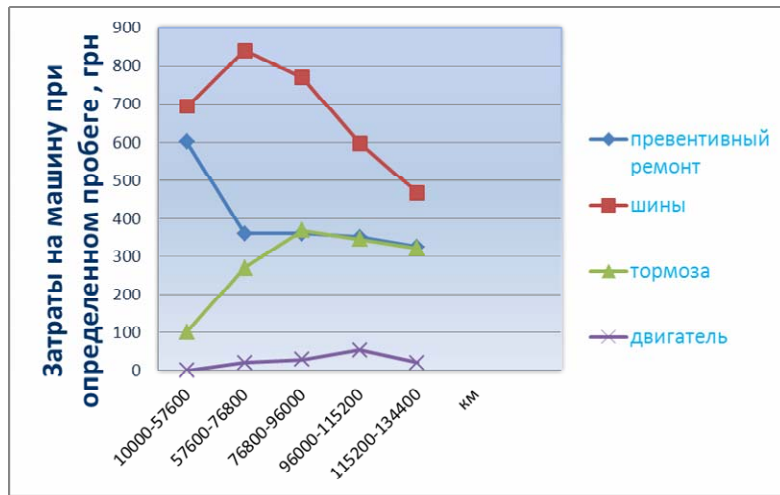


Рисунок 1 – Затраты на превентивный ремонт, шины, тормоза и двигателя автомобиля в зависимости от пробега

В общем случае изменение во времени экономической эффективности использования автомобиля происходит под влиянием двух основных факторов: затрат P на приобретение машины и эксплуатационных расходов $E(t)$ на поддержание и восстановление ее работоспособности в течение всего срока эксплуатации. Эти затраты являются отрицательными, причем $E(t)$ имеют тенденцию к возрастанию, так как по мере износа машины приходится затрачивать все большие средства на поддержание ее работоспособности.

С другой стороны, работа машины приносит доход $D(t)$ ее владельцу. Однако доход со временем имеет тенденцию к уменьшению, поскольку из-за простоев в ремонте и обслуживании общая производительность машины уменьшается.

Кривая суммарной эффективности $S(t) = P(t) + E(t) + D(t)$ начинается в точке, соответствующей $S(t) = P$, имеет максимум в точке T_{max} и дважды пересекает ось абсцисс t . В точке второго пересечения оси абсцисс суммарная эффективность $S(t) = 0$. Это — предельный срок эксплуатации T_{np} машины, дальше затраты на ее эксплуатацию будут больше того экономического эффекта, который она может дать. Поэтому длительность T_s ее экономически целесообразной эксплуатации лежит в диапазоне $T_{max} < T_s < T_{np}$. Показателем надежности с экономической точки зрения может служить коэффициент $K_n = (P + E_{сумм})/T_s$, где $E_{сумм}$ — суммарные затраты на эксплуатацию, ремонт и обслуживание машины (остальные величины определены выше).

Таким образом, длительность T_s экономически целесообразной эксплуатации машины определяется экономическими факторами — в первую очередь затратами, связанными с ее физическим износом.

Потеря машиной работоспособности в процессе ее нормальной эксплуатации — неотвратимый процесс. Обычно при некотором ее состоянии вероятность выхода ее показателей за допустимые пределы достигает установленного уровня. С этого момента машина нуждается в восстановлении их уровня, то есть в проведении ремонта.

Однако устранение накопленного износа с помощью ремонтов имеет свои пределы. Затраты на системы автомобиля резко возрастают после 60000 км, что связано с понижением надежности узлов и агрегатов (рис.2).

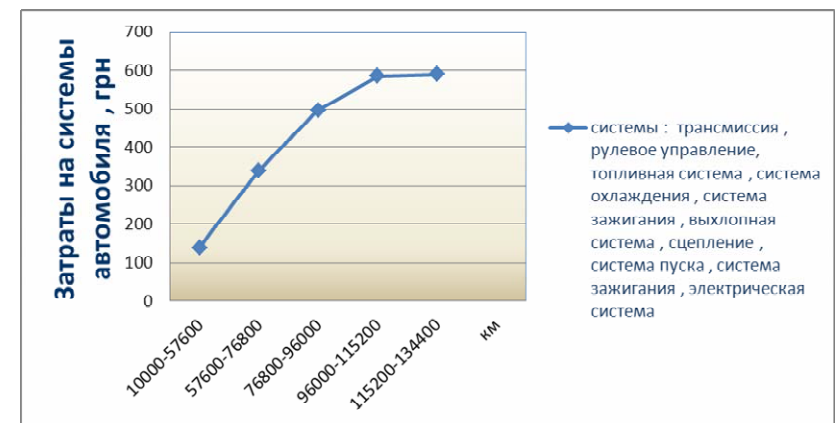


Рисунок 2 – Суммарные затраты на основные системы автомобиля

Обычно эти пределы определяются накопившимся функциональным (моральным) износом машины и чрезмерно большими затратами на устранение ее физического износа. В этом случае говорят о так называемом неустранимом износе машины в отличие от устранимого износа, когда восстановление машины не только физически возможно, но и экономически оправдано [3].

Выводы. 1. Экономическая эффективность использования автомобиля напрямую связана с затратами на техническое обслуживание и ремонт. 2. На автопредприятии необходим детальный учет этих затрат, а снижение рентабельности должно служить веским обоснованием для вывода автомобиля из эксплуатации. 3. Для повышения срока службы автомобиля необходимо применять современные системы технического обслуживания и ремонта.

Список литературы

1. Андрианов Ю.В. Оценка автотранспортных средств. М.: Дело, 2002.
2. Бирюков Б.М. Интернет — справочник автомобилиста. — М.: Экзамен, 2001. — 384 с.
3. Оценка стоимости машин, оборудования и транспортных средств / А.П. Ковалев, А.А. Кушель, В.С. Хомяков, Ю.В. Андрианов, Б.Е. Лужанский, И.В. Королев, С.М. Чемерикин. — М.: Интерреклам, 2003. — 488 с.

УВЕЛИЧЕНИЕ РЕНТАБЕЛЬНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАНСПОРТА НА АВТОТРАНСПОРТНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Т.Р. Седых, ст. гр. НТ-491,
Т.Н. Замота, доц., канд. техн. наук,
О.Н. Замота, соискатель

Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля, г. Луганск

В США большое внимание уделяют экономической эффективности и рентабельности, но их система финансирования транспортной отрасли кардинально отличается от нашей отечественной. С увеличением пробега автомобиля растет и сумма расходов для поддержания транспортного средства в работоспособном состоянии. Это объясняется детальной диагностикой для выявления всех мелких неполадок и их устранения на начальном этапе. Более отвечает действительности нелинейный рост суммы расходов. Большинство американских предприятий списывают легковые автомобили, пробег которых превышает 80000 миль. Они считают, что последующая эксплуатация такой техники экономически не выгодна.

На Украине затраты на эксплуатацию автомобиля зависят от его пробега. Средства выделяют на каждые 1000 км пробега, то есть используется линейная зависимость. Это не отвечает действительности, так как техника нуждается в больших капиталовложениях с ростом пробега и снижением эффективности использования транспортного средства в связи с износом. Поэтому планово-предупредительная система ТО и Р не обеспечивает уменьшения расходов на поддержание техники потому, что не учитывает действительное состояние машины и динамику его изменения. Кроме этого, требуют уточнения существующие методы расчета расходов на ТО и Р, которые не отвечают требованиям перехода на адаптивную систему обслуживания машин.

При эксплуатации машины определяющим моментом является достижение наибольшего экономического эффекта от ее использования по назначению. Надежность является одним из основных показателей качества машины и непосредственно связана с ее стоимостью. В общем случае изменение во времени экономической эффективности использования автомобиля происходит под влиянием двух основных факторов (рис. 1):

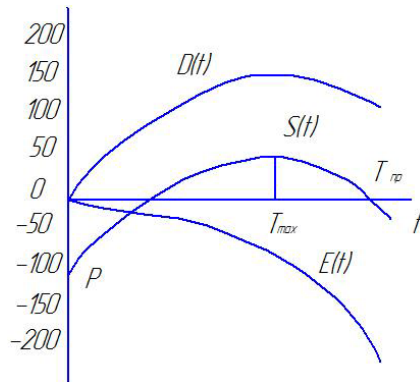


Рисунок 1 – Изменение экономической эффективности автомобиля во времени

затрат P на приобретение машины и эксплуатационных расходов $E(t)$ на поддержание и восстановление ее работоспособности в течение всего срока эксплуатации. Эти затраты являются отрицательными, причем $E(t)$ имеют тенденцию к возрастанию, так как по мере износа машины приходится затрачивать все большие средства на поддержание ее работоспособности.

С другой стороны, работа машины приносит доход $D(t)$ ее владельцу. Однако доход со временем имеет тенденцию к уменьшению, поскольку из-за простоев в ремонте и обслуживании общая производительность машины уменьшается.

Кривая суммарной эффективности $S(t) = P(t) + E(t) + D(t)$ начинается в точке, соответствующей $S(t) = P$, имеет максимум в точке T_{max} и дважды пересекает ось абсцисс t . В точке второго пересечения оси абсцисс суммарная эффективность $S(t) = 0$. Это — предельный срок эксплуатации $T_{пр}$ машины, дальше затраты на ее эксплуатацию будут больше того экономического эффекта, который она может дать. Поэтому длительность T_s ее экономической целесообразной эксплуатации лежит в диапазоне $T_{max} < T_s < T_{пр}$.

Показателем надежности с экономической точки зрения может служить коэффициент

$$K_n = (P + E_{сумм})/T_s,$$

где $E_{сумм}$ — суммарные затраты на эксплуатацию, ремонт и обслуживание машины (остальные величины определены выше).

Таким образом, длительность T_s экономической целесообразной эксплуатации машины определяется экономическими факторами — в первую очередь затратами, связанными с ее физическим износом.

Эксплуатация машины — сложный процесс, который состоит из нескольких периодов, во время которых потребительские свойства машины либо снижаются, либо восстанавливаются. Весь срок существования машины от выпуска заводом-изготовителем до списания можно разделить на три группы периодов:

- 1) работа, когда потребительские свойства машины снижаются в зависимости от интенсивности и условий ее эксплуатации;
- 2) простой при транспортировке, хранении и консервации, наладке или ожидании работы; в эти периоды потребительские свойства машины, как правило, изменяются незначительно (лишь длительное хранение в течение нескольких лет может существенно повлиять на них);
- 3) ремонты (плановые и аварийные), когда потребительские свойства машины восстанавливаются.

Степень снижения потребительских свойств машины, коррелирует с интенсивностью и условиями эксплуатации машины. Транспортное средство, которое работает в две смены с большими нагрузками, изнашивается быстрее, чем такая же машина, работающая в одну смену.

Допустимая степень износа транспортных машин связана в первую очередь с требованиями безопасности. Кроме того, износ влияет на параметрическую надежность машины, так как при этом снижаются скорость, тяговые свойства, коэффициент полезного действия, маневренность, управляемость и другие характеристики транспортного средства, определяющие безопасность движения [1, 2].

Обычно основное влияние на работоспособность транспортных машин оказывают ходовая часть, двигатель, тормозная система и механизмы управления.

Для различного оборудования характерен определенный вид износа, который проявляется в специфических местах и элементах машины. Важно учитывать абразивный вид износа соединений и рабочих поверхностей; коррозионно-механический износ, который возникает при трении материалов, вступающих в химическое взаимодействие с окружающей

средой. Изнашивание зависит от природы контактирующих материалов, их коррозионной стойкости, состава среды и наличия в ней активных компонентов.

Потеря машиной работоспособности в процессе ее нормальной эксплуатации - неотвратимый процесс. Обычно при некотором ее состоянии вероятность выхода ее показателей за допустимые пределы достигает установленного уровня. С этого момента машина нуждается в восстановлении их уровня, то есть в проведении ремонта.

Однако устранение накопленного износа с помощью ремонтов тоже имеет свои пределы. Обычно эти пределы определяются накопившимся функциональным (моральным) износом машины и чрезмерно большими затратами на устранение ее физического износа. В этом случае говорят о так называемом неустраняемом износе машины в отличие от устранимого износа, когда восстановление машины не только физически возможно, но и экономически оправдано.

Амортизация в бухгалтерском учете — это процесс распределения первоначальных затрат, связанных с приобретением машины, на весь срок ее полезного использования. Остаточная стоимость, которая определяется при учете амортизации, не учитывает состояния машины, ее полезности и возможного отставания от уровня современных машин того же функционального назначения. Это учетная остаточная стоимость машины. Примером, подтверждающим отсутствие связи между полезностью машины и ее остаточной балансовой стоимостью, является использование коэффициентов ускорения амортизации при лизинге, когда за три года эксплуатации машины у лизингополучателя ее балансовая стоимость практически приближается к нулю, а рыночная стоимость остается еще достаточно большой [3].

Экономическая эффективность использования автомобиля напрямую связана с затратами на техническое обслуживание и ремонт. На автопредприятии необходим детальный учет этих затрат, а снижение рентабельности должно служить веским обоснованием для вывода автомобиля из эксплуатации. Для повышения срока службы автомобиля необходимо применять современные системы технического обслуживания и ремонта.

Список літератури

1. Андрианов Ю.В. Оценка автотранспортных средств. М.: Дело, 2002.
2. Бирюков Б.М. Интернет — справочник автомобилиста. — М.: Экзамен, 2001. — 384 с.
3. Оценка стоимости машин, оборудования и транспортных средств / А.П. Ковалев, А.А. Кушель, В.С. Хомяков, Ю.В. Андрианов, Б.Е. Лужанский, И.В. Королев, С.М. Чемерикин. — М.: Интерреклама, 2003. — 488 с.

РОЗРОБКА ГІБРИДНИХ МОДЕЛЕЙ ОПЕРАТИВНОГО ПРОГНОЗУВАННЯ ВАНТАЖОПОТОКІВ У КРУПНИХ МІСТАХ

О.С. Черепанова, ас.

С.В. Нагорний, проф., д-р техн. наук

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Для ефективного планування та координації процесом перевезення товарів народного споживання потрібні точні прогнози, які дозволяють менеджерам-логістам можливість попередньо розподіляти ресурси, замість того щоб у відповідь на вже настали зміни оперативно здійснювати дорогі зміни для підбору раціонального рухомого складу та вибору схеми маршруту руху транспортних засобів при доставці товарів народного споживання (ТНС) замовникам. Точний прогноз дозволяє перевізникам заздалегідь запобігати виникненню «вузьких місць» і напруженість попиту на провізні можливості наявного парку рухомого складу. Прогнозування підвищує ефективність транспортної логістики, оскільки створює можливості для обміну попередньою інформацією. При цьому, визначення перспективного значення попиту на перевезення ТНП у містах повинне супроводжуватися одночасним урахуванням економічних і технологічних факторів і кон'юнктури транспортного ринку регіону. Отримані таким чином, в результаті прогнозування закономірності дозволяють вибрати оптимальну модель поведінки перевізника і замовника. Що забезпечує можливість гнучкої адаптації роботи автотранспортних підприємств на коливання попиту. Використання для планування доставки ТНС в містах прогнозних моделей, побудованих на вище зазначених принципах, призводить до зниження економічних витрат перевізника і, в теж час, - підвищує його прибуток. З іншого боку, наявність точного прогнозу обсягів перевезення на той чи інший вид товару народного споживання у відповідний період часу дозволяє досягти бажаного рівня якості обслуговування покупців (споживачів) при збереженні мінімальних запасів. В даний час разом із значним числом опублікованих методів прогнозування вантажопотоків відомі численні способи їх класифікації. Як правило, розрізняють прості методи прогнозування і комплексні методи прогнозування. При цьому під простим методом прогнозування розуміють метод, нерозкладний на ще більш прості методи прогнозування, і відповідно під комплексним розуміють метод, що складається з взаємозв'язаної сукупності декількох простих. Для вирішення поставленої задачі доцільно розробити сучасну методологію прогнозування попиту з використанням математичних моделей та їх адаптацією до особливостей даного ринку транспортних послуг.

Математична модель оперативного прогнозування попиту на товари народного споживання повинна бути відносно простою і наочною в застосуванні, дозволяти в найкоротші терміни отримувати якісний прогноз, а також максимально базуватися на наявній у розпорядженні перевізника інформації. До таких моделей, які дозволяють отримати найменшу помилку при прогнозуванні, ґрунтуючись на останніх тенденціях у сфері перевезень, можна використовувати, так звані гібридні системи. Розробка таких систем прогнозування передбачає застосування в сукупності математичних апаратів нечіткої логіки, нейронних мереж, генетичного алгоритму. В даному випадку, саме використання моделей розроблених на основі нейронних мереж (НС) дозволяє отримувати достовірні прогнози, що обумовлено принципом дії штучного нейрона. При цьому проведений аналіз визначив переваги і недоліки використання різної архітектури нейронних мереж. Модель мережі зі зворотним поширенням між вхідним і вихідним шарами розташовується один або більше прихованих (тіньових) шарів. Адже, як відомо при первинній розробці моделі дуже важливо коректно підібрати тип НС, що дозволить розробити адекватну математичну модель, яка

«повною мірою» (з найменшою помилкою) може описати ситуацію, що склалася в на ринку з перевезення ТНП в містах.

Практична реалізація запропонованої процедури формування стаціонарної моделі нечіткого часового ряду на основі генетичного алгоритму виконується в середовищі Matlab.

У запропонованій моделі, є тільки одна серія участь. Майбутні значення часового ряду у (т) прогнозується тільки від минулих значень цього ряду. Ця форма передбачення називається нелінійною авторегресії або NAR, і може бути записана таким чином:

$$Y(T) = F(Y(T-1), \dots, Y(T-D))$$

Ця модель також може бути використана для прогнозування, але без використання супутника серії за допомогою програмного продукту MatLab.

Список літератури

1. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы [Текст] /Д. Рутковская [и др.]; пер. с пол. И.Д. Рудинский. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007. –383 с.
2. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс / Хайкин С.; пер. с англ. – [2-е изд., испр.]. – М.:Вильямс, 2006. – 1104 с.
3. Herrera F. Tackling Real-Coded Genetic Algorithms: Operators and Tools for Behavioural Analysis / F. Herrera, M. Lozano, and J.L. Verdegay // Artificial Intelligence Review. – 1998. –Vol.12, No.4. – PP. 265-319.
4. Data: The World Bank [Електронний ресурс] // The World Bank. Washington, USA. Режим доступу: <http://data.worldbank.org>.
5. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / Пер. С польского И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.

АНАЛІЗ ЗАХОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ ЗА УЧАСТЮ ЕКСПЕДИТОРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ

Т.О. Омельченко, ас.,

В.С. Наумов, доц., канд. техн. наук

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Сучасні вантажовласники, замовляючи послугу перевезення вантажів у транспортно-експедиторського підприємства (ТЕП), висувають безліч вимог: дотримання схоронності вантажів, доставки «точно в строк», надання оперативної інформації про стан процесу доставки та ін. Таким чином, від ТЕП, як організатора та координатора процесу перевезення, вимагається надання якісного транспортно-експедиторського обслуговування (ТЕО) замовнику.

Процес перевезення вантажів нематеріальний, що сприяє формуванню суб'єктивних показників і ускладнює оцінку якості. Існує ряд наукових розробок з управління якістю транспортно-експедиторських послуг, основною метою яких є об'єктивна оцінка якості обслуговування клієнтів.

Якість ТЕО в роботі [1] визначається рівнем організації процесу, наявними виробничими потужностями та попитом на перевезення вантажів. Для підвищення якості

надання транспортно-експедиційних послуг визначається вид залежності показника якості ТЕО від основних параметрів потоку заявок. Визначено залежності для розрахунку комплексного показника якості ТЕО при перевезенні основних груп товарів - продовольчих, промислових та будівельних. Авторами [3] запропоновано ранжувати показники якості окремого процесу по їх впливу на кінцевий результат для визначення загально показника якості, а в роботі [3] для ранжирування використано метод експертних оцінок.

Показник якості перевезення вантажів за участю експедиторських підприємств безпосередньо залежить від ефективності процесу ТЕО. Для надання якісного перевезення вантажів експедиторам необхідно враховувати інтереси клієнтів (вантажовласників і перевізників), і в теж час забезпечувати максимізацію прибутку підприємства.

Інтересами вантажовласника є зниження витрат на перевезення вантажу і додаткові операції, що може забезпечити експедитор шляхом вибору перевізника і навантажувально-розвантажувальних механізмів, укрупнення партії відправки, координації взаємодії учасників транспортного процесу і організації вантажно-розвантажувальних робіт. Для перевізника необхідно ефективно використання рухомого складу, що досягається за рахунок зменшення холостого пробігу і зменшення часу непродуктивних простоїв. Для отримання максимального прибутку ТЕП потрібне ефективне обслуговування максимальної кількості клієнтів з найменшими витратами, для чого потрібно зниження часу на обробку замовлень і наявність актуальної інформації (процес виконання ТЕО, заявки від потенційних клієнтів).

Показник якості доставки вантажів буде високим у разі отримання максимального економічного ефекту всіма учасниками. Тоді, інтегральний показник Еинт визначається як сума всіх ефектів:

$$E_{\text{инт}} = \sum_{i=1}^n E_i \quad (1)$$

де E_i – ефект для і-го учасника процесу доставки, грн.

n – кількість учасників процесу доставки, од.

Економічний ефект для вантажовласника:

$$E_1 = (\bar{C}_{\text{авт}}^P - C_{\text{авт}}^P) \cdot t_{\text{об}} + (\bar{C}_{\text{ст}}^P - C_{\text{ст}}^P) \cdot t_{\text{онт}}^{\text{авт}} \quad (2)$$

де $C_{\text{авт}}^P$, $C_{\text{ст}}^P$ – вартість одиниці наданої послуги з використанням вантажного автомобіля і спеціальної техніки відповідно, грн/год.;

$\bar{C}_{\text{авт}}^P$, $\bar{C}_{\text{ст}}^P$ – середня ринкова вартість послуги і вартість послуги з використанням вантажного автомобіля і спеціальної техніки відповідно, грн/год.;

$t_{\text{об}}$ – час обороту на маршруті, год.;

$t_{\text{онт}}^{\text{авт}}$ – час простою автомобіля під ПРР при розробленому раціональному варіанті організації спільної роботи, год.

Економічний ефект для перевізника:

$$E_2 = C_{\text{авт}}^P \cdot \left(\frac{l_{\text{ез}} \cdot (2 \cdot \beta_p - 1)}{V_p \beta_p} + \Delta t_{\text{пр}}^{\text{авт}} \right), \quad (3)$$

де β_p – коефіцієнт використання пробігу на розробленому маршруті (базовим варіантом прийнято перевезення по маятниковому маршруті);

V_t – технічна швидкість руху автомобілів при роботі на маршруті, км/год.;

$l_{\text{ег}}$ – довжина вантажного пробігу на маршруті, км;

$\Delta t_{\text{пр}}^{\text{авт}}$ – економія часу простою автомобілів, год.

Економічний ефект для пункту навантаження-розвантаження:

$$E_3 = C_{ст}^P \cdot \Delta t_{пр}^{ст}, \quad (4)$$

де $\Delta t_{пр}^{ст}$ – економія часу простою засобів механізації, год.
Економічний ефект для ТЕП:

$$E_4 = (C_{експ}^P + \delta_{ст} \cdot P_{пост}) \cdot \Delta t_{експ}^P, \quad (5)$$

де $C_{експ}^P$ – вартість обслуговування заявки експедитором грн./год.;
 $\delta_{ст}$ – розмір надбавки за послуги експедитора, грн./год.;
 $P_{пост}$ – ймовірність надходження заявки за годину роботи ТЕП;
 $\Delta t_{експ}^P$ – економія часу обробки заявки, год.

Таким чином, максимізація інтегрального економічного ефекту учасників можлива за рахунок використання сучасних технологій обслуговування, що забезпечить якісне перевезення вантажів.

Список літератури

1. Наумов В.С. Основы повышения эффективности экспедиционного обслуживания на автомобильном транспорте: Монография. – Харьков: ХНАДУ, 2010. – 144 с.
2. Москвиченко И.М., Стадник В.Г., Управление качеством транспортно-экспедиторского предприятия // Экономичні інновації. – 2011. – Вип. 46, С.289-294.
3. Багиев Р.Е. Комплексная оценка качества транспортных услуг в международных смешанных перевозках. Автореф. дис. ... к.э.н. – СПб.: СПбГУЭиФ, 2000. -19 с.

РАЦИОНАЛІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ ДОСТАВКИ ДРІБНОПАРТІЙНИХ ВАНТАЖІВ І РЕГІОНАЛЬНОМУ СПОЛУЧЕННІ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВАНТАЖНИХ

**М.К. Черкашина, ст. гр. Тм-51,
Н.В. Потапан, доц., канд. техн. наук**
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Об'єктом дослідження логістики як науки і об'єктом управління логістики як сфери підприємництва є система матеріальних, інформаційних, фінансових і інших потоків. Потік є сукупністю об'єктів, що сприймається як єдине ціле, існує як процес на деякому тимчасовому інтервалі і вимірюється в абсолютних одиницях за певний період.

Матеріальні потоки утворюються в результаті транспортування, складування і виконання інших матеріальних операцій з сировиною, напівфабрикатами і готовими виробами – починаючи від первинного джерела сировини аж до кінцевого споживача.

Матеріальний потік утворюється в результаті сукупності певних дій з матеріальними об'єктами.

В цілому логістичні операції визначають як сукупність дій, направлених на перетворення матеріального або інформаційного потоку. До них відносять складування, транспортування, комплектацію, навантаження, розвантаження, внутрішні переміщення сировини і матеріалів при реалізації логістичних функцій виробництва, упаковку вантажу, укрупнення вантажних одиниць, зберігання і інші. Сукупність логістичних операцій складають логістичний процес.

Ланцюг поставань – це лінійно впорядкована безліч учасників логістичного процесу (постачальників, посередників, споживачів та ін.), які здійснюють логістичні операції по доведенню зовнішнього матеріального потоку від однієї логістичної системи до іншої в разі виробничого вжитку або до кінцевого споживача в разі особистого невиробничого вжитку.

Концепція ланцюга поставань ґрунтовно викладена у працях зарубіжних авторів – М. Крістофера, Г.Х–Пфоля, Д. Ламберта, С. Абта, К. Рутковського [1]. Адапували цю концепцію до потреб сучасного українського ринку вітчизняні дослідники М.М. Бойко, М.І. Долішній, М.А. Козоріз, [2, 3, 4]. Внесок у розробку основ логістичного планування в умовах ринкової економіки здійснили, зокрема, Д.Дж. Бауерсокс, Д.Дж. Клосс, Ф. Котлер, У.Р. Ешбі, Ст. Бір [5, 6, 7, 8].

Переміщення матеріальних потоків в ланцюгу поставань неможливе без концентрації в певних місцях необхідних запасів, для зберігання яких призначені склади. Величина матеріального потоку змінюється при зміні кількості складів та кінцевих споживачів. Таким чином, приймаючи рішення по кількості складів, фірма повинна виходити з умов найбільшої ефективності, яка безпосередньо пов'язана з найменшими загальними витратами.

Проблема визначення оптимальної кількості складів полягає в наступному: якщо число складів на обслуговуваній території менше оптимального, то транспортні витрати по доставці товару споживачеві будуть великими. Якщо ж число складів буде дуже велике, то при зниженні транспортних витрат на доставку продукції клієнтам підвищаться експлуатаційні витрати на утримання складів, витрати на доставку товарів на склади, а також витрати на управління всією системою розподілу, що спричинить зростання загальних логістичних витрат. На підставі всього цього можна виділити такі проблеми як:

- складність мережі поставань продукції;
- розосередженість учасників транспортного процесу унаслідок чого складність в визначенні місця розташування розподільчих складів;
- надлишок або надлишок складів, а також їх концентрації на шляху руху матеріальних потоків.

Процес доведення матеріального потоку до споживача зв'язаний з рядом витрат, залежних від кількості складів в ланцюгу поставань. Частина цих витрат при зміні кількості складів зростає, а частина знижується, що дозволяє ставити завдання оптимальної кількості складів.

Для визначення оптимальної кількості складів пропонується в розрізі всієї системи розподілу оцінити, як залежно від зміни кількості складів змінюються ті або інші витрати. Даний підхід до визначення оптимальної кількості складів рекомендують в своїх роботах такі учені, як Д. Бауерсокс, Д. Клосс[9], Л.Б. Міротін[10], Б.А.Анікін[11], В.М. Курганів[12] та інші. Проте при однаковому підході до визначення оптимальної кількості складів на підставі мінімальних загальних витрат на доставку продукції, визначення складових загальних витрат і їх математичну виставу мають відмінності в кожного з перерахованих авторів.

Доставка продукції кінцевим споживачам здійснюється за допомогою мереж поставання продукції. Проте дослідження мереж поставання продукції спричиняє за собою побудову громіздких математичних моделей. Використання такого показника, як ступінь

декомпозиції матеріальних потоків, дозволяє виділити ланцюжок постачань продукції з мереж постачань. Таким чином, відбувається спрощення математичних моделей. При цьому ступінь декомпозиції матеріальних потоків, дозволяє враховувати існування ланцюга постачань продукції в мережі доставки продукції кінцевим споживачам.

Ступінь декомпозиції/концентрації матеріального потоку (ϕ) – це зміна частки об'єму матеріального потоку попередньої ланки, розподіленої в подальшу.

Розрізняють ступінь декомпозиції/концентрації на останній ланці ланцюга постачань ($\phi_{пз}$)

$$\phi_{пз} = \frac{1}{n_{з(опт)}}, \quad (1.1)$$

де $n_{з(опт)}$ – оптимальна кількість пунктів заїзду на розвізному маршруті.

Ступінь концентрації/декомпозиції на всіх останніх ланках ланцюга постачань продукції (ϕ)

$$\phi = \left[\frac{1}{N} \right]^{m-1}, \quad (1.2)$$

де N – кінцева кількість споживачів; m – довжина ланцюга постачань; ϕ – ступінь концентрації/декомпозиції матеріального потоку ланцюга постачань.

В якості цільової функції обрано загальні приведені витрати, які складаються з витрат на транспортування, на навантаження-розвантаження, на утримання складу, на зберігання запасів, на заморожування капіталу, ступінь концентрації/декомпозиції матеріального потоку впливає на кожен вид витрат.

$$\begin{aligned} Z_{общ} = & \frac{\frac{L_{дл}}{\beta} \cdot \left(a_{пер} + e_{пер} \cdot g \cdot N \cdot z + \frac{a_{пост} + e_{пост} \cdot g \cdot N \cdot z}{V_T} \right) + (a_{пост} + e_{пост} \cdot g \cdot N \cdot z) \cdot (g \cdot \tau_{n(p)} \cdot N \cdot z + t_d)}{g \cdot N \cdot \gamma} + \\ & + C_{xp} \cdot t_n \cdot \left(\frac{1}{2} + \frac{R_c}{g \cdot N} \right) + \frac{C_{eo} \cdot H_d}{36500} \cdot \left(\frac{1}{2} + \frac{R_c}{g \cdot N} \right) + \frac{C_{пост}}{g \cdot N} + \frac{g \cdot N + R_c \cdot \phi^{-0,5(m-i)}}{H_{II} \cdot g \cdot N} \cdot C_{пер} + \frac{C_u}{W_g} \end{aligned} \quad (1.3)$$

Метою експерименту в даній роботі є визначення закономірностей впливу факторів на витрати на доставку продукції в ланцюгах постачань і на ступінь концентрації/декомпозиції матеріального потоку.

Враховуючи кількість факторів, яка впливає на кінцевий результат і рекомендації відносно вимог до планів, застосовуємо план повного факторного експерименту. В разі реалізації плану повного факторного експерименту визначається значення параметрів стану об'єкту (γ) при всіх можливих поєднаннях рівнів варіювання чинників.

В результаті проведеного експерименту отримано систему рівнянь, визначення загальних витрат на доставку продукції в ланцюгу постачань та ступінь концентрації/декомпозиції матеріального потоку

$$\begin{cases} B_{зв} = 0,107 \cdot g^{-0,702} \cdot N^{0,992} \cdot m^{5,031} \\ \phi = 0,035 \cdot N^{-0,699} \cdot m^{3,322} \end{cases}, \quad (3.5)$$

При розгляді питання підвищення ефективності доставки продукції в ланцюгу постачань було визначено вплив факторів, які в більшій мірі від інших впливають на загальні

приведені витрати та на ступінь декомпозиції/концентрації матеріального потоку, а саме вплив таких факторів, як: об'єм постачань продукції кінцевому споживачеві, кількість кінцевих споживачів, площа території обслуговування, глибина ешелонування. Було визначено, що дані фактори впливають нелінійно. Тобто, можливо знайти точку оптимуму для кожного з даних факторів.

Список літератури

1. Гаджинский А.М. Логистика: Учебник для высших и средних специальных учебных заведений. – 2-е изд. – М.: Информационно-внедренческий центр “Маркетинг”, 1999. – 228 с.
2. Логистика. Управление цепью поставок / Д. Уотерс. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 503 с.
3. Бауэрсокс Д., Клосс Д. Логистика: интегрированная цепь поставок. – М.: Олімп – Бізнес, 2001. – 640 с.
4. Джонсон Дж. С. и др. Современная логистика. – 7-е изд.; пер с англ. – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2002. – 624 с.
5. Кристофер М. Логистика и управление цепочками поставок / Под общ. ред. В.С. Лукинского. – СПб.: Питер, 2004. – 316 с.
6. Майкл Р. Линдерс, Харольд Е. Фирон. Управление снабжением и запасами. Логистика / Пер. с англ. – СПб.: ООО “Виктория плюс”, 2002. – 768 с.
7. Сток Дж. Р., Ламберт Д.М. Стратегическое управление логистикой: Пер. с 4-го англ. изд. – М.: ИНФРА-М, 2005. – XXXII, 797 с.
8. Смирнов И. Логистика: территориальные цепи сбыта и их проектирование // Дистрибуция и логистика. – 2003. – № 2. – С. 12–22.
9. Чухрай Н.И., Хтей Н.И., Патора Р. Партнерський маркетинг у постачанні: світовий і вітчизняний досвід // Вісник Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. Логистика. – 2004. – № 499. – С. 339–346.
10. Lewis H. T., Culliton J. W., Steel J. D. The role of Air Freight in Physical Distribution. – Boston: Division of Research, Graduate School of Busin. Admin. Harvard Univ., 1956.
11. Аникин Б.А. Логистика: Учебное пособие. — М.: ИНФРА-М, 1999. — 327 с.
12. Курганов В.М. Логистика. Транспорт и склад в цепи поставок товаров М.; Март, 2006.

ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЯКОСТІ ЕКСПЕДИТОРСЬКОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ В УМОВАХ СТОХАСТИЧНОГО ПОПИТУ НА ТРАНСПОРТНІ ПОСЛУГИ

А.М. Гордієвич, ст. гр. Тм-51,
В.С. Наумов, доц., канд. техн. наук
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

В умовах переходу до ринкових відношень і зростання конкуренції видів транспорту транспортно-експедиторські підприємства зіткнулися з необхідністю підвищення якості обслуговування клієнтів. З урахуванням цього комерційна і вантажна робота повинна базуватися на нових підходах, що враховують специфіку умов перехідного періоду в Україні і наявність наскрізного транспортно-експедиторського обслуговування в рамках гнучкої тарифної політики.

Нині доволі мало інформації щодо місткості, стану, тенденцій розвитку та ситуації, яка склалася на українському ринку транспортних послуг.

Дослідження попиту на транспортно-експедиторські послуги свідчать про те, що однією з головних вимог клієнтів до роботи є якість та своєчасність відправки та доставки

вантажів. Відсутність гарантії своєчасної доставки чи відправки потрібного вантажу, можливість відмови чи неодноразового відкладення заявки на перевезення були характерними особливостями системи роботи транспорту, що склалися у нас в країні.

Клієнт має можливість зробити вибір між різними перевізниками, тому попит на транспортно-експедиторські послуги є еластичним і в значній мірі залежить від якості транспортних послуг.

Характеризуючи конкурентну ситуацію на транспортному ринку, варто сказати, що в умовах ринкової економіки конкуренція набуває якісно нових рис, оскільки тепер усі види транспорту розвиваються за рахунок власних джерел фінансування. Постійне збільшення якості транспортно-експедиційного обслуговування разом із зростанням обсягів перевезень позитивно відображається на конкурентоздатності підприємств на ринку.

Конкуренція на ринку транспортно-експедиторських послуг у зв'язку з виникненням безлічі дрібних приватних компаній у поєднанні з жорсткою податковою політикою і подорожчанням ресурсів поставили транспортно-експедиторські підприємства перед необхідністю мобілізувати всі внутрішні резерви.

Очевидно, що основою функціонування будь-якої системи у транспортній галузі в ринковим умовах є забезпечення високого рівня якості обслуговування споживачів транспортно-експедиторських послуг. Тому в умовах ринку та стохастичного попиту на транспортно-експедиторські послуги необхідно узгоджувати логістичні цілі функціонування системи з маркетинговими потребами споживачів цих послуг.

Основою функціонування будь-якої системи у транспортній галузі в ринкових умовах є забезпечення високого рівня якості транспортного обслуговування споживачів транспортних послуг.

В умовах ринку при плануванні виробничої потужності системи та здійсненні транспортного обслуговування необхідно узгоджувати логістичні цілі функціонування цієї системи з маркетинговими потребами споживачів-вантажовласників. Тому, залежно від вимог споживачів, в якості критеріїв ефективності слід розглядати як витрати на транспортне обслуговування, так і якість транспортного обслуговування, що зумовлює отримання синергетичного ефекту системи.

В умовах поглиблення міжнародного поділу праці та інтеграції світового господарства істотне значення набуває транспортне забезпечення зовнішньої торгівлі, та транспортно-експедиційні організації, у свою чергу, покликані виконувати організуючу функцію створення стрункої і гнучкої транспортно-логістичного ланцюга доставки товару до споживача. Еталонне транспортно-експедиторське обслуговування повинно містити такі види діяльності:

- приймання заявок на перевезення та укладання договорів про транспортно-експедиційне обслуговування;
- попереднє планування перевезень (вибір типу транспорту, перевізника, страхувальника, попередній розрахунок витрат);
- приймання вантажів та підготовку до перевезення;
- організація перевезення та перевалки вантажів залізничним, морським, річковим, автомобільним та повітряним транспортом;
- організація перевезень зовнішньоторговельних вантажів різними видами транспорту по територіях зарубіжних країн відповідно до умов контрактів;
- надання послуг, пов'язаних із накопиченням, доробкою, сортуванням та комплеккуванням вантажів;
- оформлення документів відповідно до митних, карантинних і санітарних вимог, страхування вантажів;
- ведення обліку надходження та відправлення вантажів з портів і залізничних станцій;

- організація експертизи вантажів у портах і на залізничних станціях;
- здійснення навантаження та розвантаження транспортних засобів за цінами і тарифами, визначеними чинним законодавством України;
- контроль руху вантажопотоку і розгляд інцидентів;
- здійснення кількісного і якісного аналізів вантажопотоків;
- інформування клієнтів щодо руху вантажів.

В Україні транспортно-експедиторські організації швидко розвиваються у відповідь на вимоги ринку. Однак, через відсутність необхідної науково-методичної бази з регулювання якості послуг, що надаються, рівень пропонованого ними сервісу не відповідає світовим стандартам. Транспортно-експедиторське обслуговування (ТЕО) в нашій країні в більшості випадків не є комплексним транспортних, вантажно-розвантажувальних та інших експедиторських робіт. Вони розбиваються на самостійні операції, що виконуються розрізненими організаціями. Транспортно-експедиційне обслуговування організацій зводиться, в основному, до односторонньої спрямованості у вигляді продажу і перепродажу фрахту, що призвело до спотворення поняття «транспортно-експедиторське обслуговування».

У той же час, ТЕО все більш оцінюється не стільки вартістю, скільки нею якістю. Замовники перевезень стали дуже вимогливими, тому виживання на експедиторському ринку можливе лише за умови надання високоякісної послуги, комплексності обслуговування, гнучкості реакції на мінливі запити ринку.

Ситуація ускладнюється ще й тим, що правова база транспортно-експедиторської діяльності, як в цілому, так і в області якості обслуговування, розвинена недостатньо. В ній існують прогалини: інструменти регулювання транспортно-експедиторської діяльності (ТЕД) не узгоджені з міжнародними правовими стандартами. Відсутність відповідних правових основ, у свою чергу, є перешкодою для освоєння експедиторами нових видів організації перевезень і послуг, таких як мультимодальні перевезення, лізинг, факторинг, логістичні системи обслуговування та інші.

Транспортно-експедиторські організації займають домінуючі місце у транспортному забезпеченні торгівлі України. Розвиток експедитування сприяє розширенню зовнішньої торгівлі, раціональному використанню видів транспорту і сучасних схем доставки, залученню додаткових обсягів для вітчизняних перевізників. Однак на сучасному етапі вітчизняні транспортно-експедиторські організації відрізняє низький професійний рівень. Ефективних державних інструментів, що стимулюють підвищення якості ТЕО, також немає. Зважаючи на відсутність необхідної науково-методичної бази з регулювання якості пропонованих ними послуг, український транспортний ринок захоплюють закордонні компанії, рівень сервісу яких значно вищий.

ПОВЕДІНКА КАРБОПЛАСТИКІВ В УМОВАХ ТЕРТЯ ПРИ ПІДВИЩЕНИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Р.О. Каркозов, ст., О.С. Дробот, доц.
Хмельницький національний університет

Орієнтовані карбопластики на полімерній основі: карбошкловити та карбошкеліти зарекомендували себе як надійні зносостійкі матеріали. Вони використовуються для виготовлення торцевих ущільнень компресорів, підшипників, втулок, від яких вимагається висока міцність, низький коефіцієнт тертя, висока зносостійкість.

Однак, одним з основних недоліків цих матеріалів є їх невисока температуростійкість.

Як відомо, під час тертя карбопластиків по металевим поверхням внаслідок низької теплопровідності полімерної основи відбувається значне нагрівання елементів спряженої пари.

Для значної кількості матеріалів підвищення температури мало впливає на коефіцієнт тертя, однак карбопластики поведуть себе інакше. В роботі [1] для фторлону - 4 виявлено ефект різкого зниження коефіцієнту тертя з 0,5... 0,6 до 0,2...0,21 в інтервалі температур 150...180 °С. Подібне має місце і для фенілону С-2.

Оцінку термофрикційних властивостей проведено для карбошкловити, армованого стрічкою з графітізованих вуглецевих волокон і карбошкелітів, армованих тканинами з графітізованих волокон ТГН-2М та вуглецевих волокон УТМ-8.

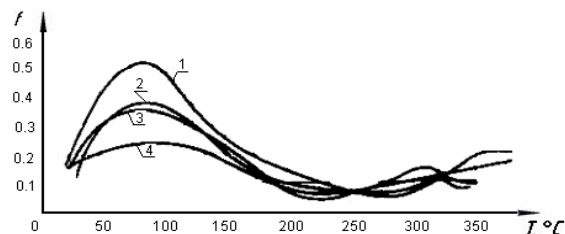
Термофрикційні властивості карбопластиків досліджені на торцевій трипальчиковій машині тертя типу ХТІ -72 за схемою «площина - площина». Конструкція машини дозволяє з допомогою двигуна постійного струму змінювати швидкість ковзання від 0,02 до 5 м/с. Для випробувань вибрано швидкість ковзання 0,42 м/с.

В комплект термовимірювального пристрою входять: точковий потенціометр ЕПП-0,9, КСП-2, КВП-1-503. Температуру вимірювали термопарою ХК (хромель-копель).

В комплект тензометричного пристрою входять підсилювач 8АНЧ-7М, УТ-4-1.

Питоме навантаження $P=2$ МПа, спряжена поверхня – сталь 45 (HRC 45...50).

Результати досліджень наведені на рис. 1..3, з яких видно, що ефект різкого зниження коефіцієнта тертя у досліджених карбопластиків проявляється при різних температурних інтервалах, які залежать від властивостей армуючого матеріалу.

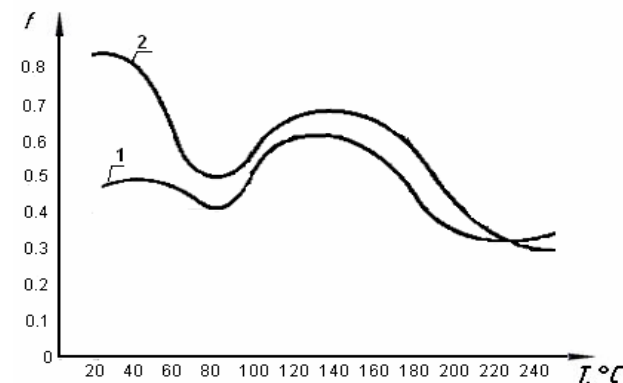


- 1 – армування стрічки перпендикулярно до поверхні тертя та вектора швидкості;
2 – армування стрічки паралельно до поверхні тертя та вектора швидкості;
3 – армування стрічки перпендикулярно до поверхні тертя та паралельно вектору швидкості;
4 – армування стрічки паралельно до поверхні тертя та перпендикулярно вектору швидкості

Рисунок 1 – Залежність коефіцієнту тертя від температури (матеріал-карбошкловит)

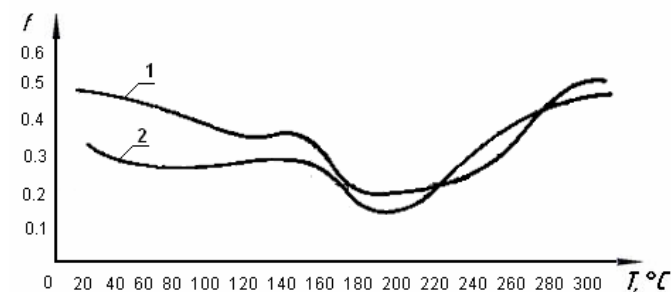
Так, для карбошкловити, армованого стрічкою, при підвищенні температури має місце більш суттєве зниження коефіцієнту тертя, ніж у карбошкелітів. При підвищенні температури до 115...150 °С у карбошкловити коефіцієнт тертя падає більш ніж у 2 рази: з 0,45 до 0,12...0,13 (Рис.1). Більш суттєве зниження коефіцієнту тертя має місце, коли стрічка, армована перпендикулярно до поверхні тертя. Коефіцієнт тертя зменшився до 0,06...0,012.

Для карбошкелітів значення коефіцієнту тертя в меншій степені залежать від напрямку армування, хоча вплив типу волокна, з якого виготовлена тканина, має місце. Так, для карбопластика, армованого вуглецевою тканиною УТМ -8 ефект проявляється при 210...260 °С, коли коефіцієнт тертя знижується з 0,6 до 0,3. (Рис.2).



- 1 – армування тканини УТМ-8 перпендикулярно до поверхні тертя;
2 – армування тканини УТМ-8 паралельно до поверхні тертя)

Рисунок 2 – Залежність коефіцієнту тертя від температури (матеріал-карбошкеліт)



- 1 – армування тканини ТГН-2М перпендикулярно до поверхні тертя;
2 – армування тканини ТГН-2М паралельно до поверхні тертя)

Рисунок 3 – Залежність коефіцієнту тертя від температури (матеріал-карбошкеліт)

Анізотропія, властива всім матеріалам, армованим довгими волокнами чи тканинами, впливає і на поведінку коефіцієнту тертя в наших дослідках.

Температурні інтервали прояву ефекту різкого зниження коефіцієнту тертя для різних напрямків армування не співпадають.

Висновки: результати проведених досліджень показали що для карботекстолітів спостерігається більш стабільні значення коефіцієнту тертя, він в меншій степені залежить від напрямку армування, хоча вплив типу волокна з якого виготовлена тканина, має місце. Результати мас-спектрометричного аналізу показали, що ріст коефіцієнту тертя при підвищенні температури до 100...120 °C викликано втратою молекул води, руйнуванням адгезійних зв'язків. Для карбопластика, армованого тканиною з графітизованих волокон (ТГН-2М) втрата молекул води менш впливає на коефіцієнт тертя. В цьому випадку втрата вологи компенсується шаруватою структурою графітизованого вуглецевого волокна.

Список літератури

1. Сиренко Г.А. Антифрикционные карбопластики. – Киев: Техніка, 1985. с.195.
2. Кочетков В.А.// Механика композит. материалов.-1990.– №5. –с.817- 822.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ ДВИГУНІВ НА РІЗНИХ РЕЖИМАХ РОБОТИ

**М.С. Фостус, ст. гр. АТ12М,
М.В. Красота, доц. канд. техн. наук
Кіровоградський національний технічний університет**

Важливою групою факторів, що визначають токсичність відпрацьованих газів (ВГ) дизелів, є експлуатаційні фактори. До цих факторів відносяться режими роботи двигуна, технічний стан дизеля й фактори навколишнього середовища, якість моторного масла і його витрата на вигорання, якість застосовуваного палива.

Істотний вплив на токсичність ВГ має швидкісний режим роботи дизеля. Причому залежність токсичності ВГ від цього параметра носить досить складний характер. Це обумовлено впливом різних факторів, що підсилюють або послаблюють утворення токсичних компонентів у тім або іншому діапазоні частот обертання. Так, зі збільшенням обертів зменшується час, що відводиться на процес згоряння. У результаті тепловіддача в стінки зменшується, що приводить до підвищення максимальних температур циклу й, як наслідок, до збільшення емісії NOx.

З іншого боку, при підвищенні частоти обертання збільшуються турбулізація повітряного заряду й тиск упорскування палива, що приводить до поліпшення умов сумішоутворення, більш рівномірному розподілу палива по об'єму камери згоряння й ліквідації локальних зон з низькими коефіцієнтами надлишку повітря й високих температур згоряння, у яких відбувається інтенсивне утворення NOx. Ці фактори в тому чи іншому ступені взаємно компенсують один одного.

Значний вплив на токсичність ВГ дизелів має навантаження. Підвищений вміст монооксида вуглецю СО і вуглеводнів СН у ВГ дизеля при роботі на режимах холостого ходу й малих навантажень викликаний низькими температурами згоряння палива й, як наслідок, його недогоранням. При збільшенні навантаження дизеля суміш збагачується й повнота згоряння погіршується, тому зростає викид С і різко підвищується димність ВГ. Вплив температурного фактора є визначальним у процесі утворення NOx в області малих і

середніх навантажень, і лише при більших циклових подачах палива зростання виходу NOx сповільнюється або навіть припиняється внаслідок появи в камері згоряння значних об'ємів, у яких практично відсутній вільний кисень.

У період розгону автомобіля з дизелем, особливо якщо останній має турбонаддув, у результаті короткочасного збагачення суміші значно зростає димність ВГ, у той же час має місце лише відносно невелике збільшення концентрації С, СН й NOx.

Кут випередження упорскування обумовлює значну зміну тривалості періоду затримки запалення й частки палива, вприснутого за цей період, що позначається на тривалості дифузійного згоряння.

Таким чином, можливо зробити висновок, що забезпечення оптимальних режимів роботи дизеля є важливою передумовою зниження токсичності відпрацьованих газів.

ТЕРМОМЕХАНІЧНА ОБРОБКА ПОКРИТТІВ ОТРИМАНИХ НАВАРЮВАННЯМ ТА НАПЛАВЛЕННЯМ

**Р.В. Чугай, ст. гр. АТ12М,
М.В. Красота, доц., канд. техн. наук
Кіровоградський національний технічний університет**

На експлуатаційні властивості деталей машин великий вплив має якість поверхневого шару металу. З поліпшенням якості поверхні підвищується зносостійкість спряження, збільшується міцність, особливо втомлена, зростає корозійна стійкість, поліпшується якість рухливих і нерухомих посадок.

Фізико-механічні властивості покриттів можливо істотно покращити методами нанесення зносостійких покриттів, серед яких найпоширенішим є наплавлення та наварювання. Покриття, отримані за цими технологічними методами володіють високою твердістю, зносостійкістю і водночас характеризуються значними залишковими напруженнями.

Обробка покриттів, отриманих наплавленням та наварюванням, може здійснюватися обточуванням та шліфуванням.

Велика твердість і ламкість покриття, отриманих способом наплавлення не допускає великих зусиль різання, які притаманні токарній обробці. Тому використовувати токарну обробку навіть як чорнову недоцільно внаслідок виривання частинок з поверхневого шару і можливості розтріскування покриття.

Шліфування застосовується для чорнкової, чистової і фінішної обробки відновлених поверхонь.

Шліфування – динамічний процес фізико-хімічної дії на поверхневий шар деталі з притаманними йому термомпружнопластичними деформаціями. За час обробки деталь сприймає велику кількість силових і температурних імпульсів, величина яких варіюється у визначених межах. Температура нагріву деталі коливається від 500...600 до 900...1200 С. Амплітуда коливань змінюється в межах від 0,5...2 до 10...20 мкм. Поверхня, що шліфується знаходиться в складному напруженому стані.

Високі швидкості різання і масовість елементарних процесів забезпечують майже миттєве зняття великої кількості дрібних стружок. Динамічна дія кожного зерна на шорстку поверхню сприяє підвищенню температури різання і викришуванню ріжучих елементів, що викликає швидке зношування шліфувальних кругів.

При всіх видах обробки різання і навіть при самих тонких, як наприклад суперфінішування, хонінгування, полірування в поверхневому шарі відбуваються істотні зміни фізико-механічних властивостей металу, які визначають якість обробленої поверхні і її експлуатаційні властивості.

Головною проблемою при обробці зносостійких покриттів є велика тривалість процесу, а отже і висока трудоемкість операції.

Для скорочення часу на чорнову обробку виникає необхідність в розробці нової технології обробки деталі, яка б по продуктивності перевищувала б абразивне шліфування, а своєю дією на поверхневі шари оброблюємої деталі не погіршувала б їх фізико-механічні властивості.

Високими характеристиками володіє спосіб пластичного деформування в нагрітому стані – термомеханічна обробка (ТМО).

Внаслідок використання поверхневого пластичного деформування металу калібруючим інструментом отримується чиста поверхня, точні форми і розміри деталей, а також зміцнені поверхневі шари.

Якість обробленої поверхні (мікро- і макрогеометрія, глибина і ступінь наклепу поверхневого шару, його мікротвердість, характер розподілення залишкових напружень і т. інш.) і точність обробки деталей методами, що зміцнюють-калібрують, залежать від умов деформування і напруженого стану металу в місці контакту інструмента і деталі. На якісні показники процесу найбільший вплив мають максимальні значення нормальних і дотичних напружень, переданих від інструмента, що зміцнюють-калібрує, на деталь.

Тепла деформація звичайно проводиться при температурі (0,3...0,6) $T_{пл}$. Вона характеризується одночасною в ході деформації перебудовою тонкої структури безпосередньо переповзання дислокацій, але без істотної міграції границь.

Особливості теплової деформації обумовлені наступними факторами:

- при вказаних температурах відбувається одночасне введення дислокацій в метал (при деформуванні) і їх перерозподілення з утворенням більш стійких конфігурацій полігонізації;

- температурний інтервал деформації для ряду сплавів може співпадати з фазовим або структурним перетворенням в них, і тоді виникають нові явища в пластичному проведенні цих сплавів, обумовленими одночасно протікаючими перетвореннями;

- при нагріві знижується опір пластичному деформуванню (іноді без зміни фазового стану сплавів), що використовується на практиці для здійснення формоутворення важкодеформуємих металів і сплавів.

Тепла деформація сталей при температурах 300...600 °C приводить до отримання більш високих значень границі текучості і границі міцності на розтяг, ніж холодна деформація. У випадку обробки багатофазних матеріалів міцність багатофазних сплавів визначається міцністю кожної фази і може бути приблизно обчислена через відносні площини, які займають ці фази в сплаві.

Таким чином, використання тепла, яке залишається після наплавлення в покритті, для термомеханічної обробки може бути перспективним напрямком досліджень.

СУЧАСНІ ЕЛЕКТРОННІ МЕТОДИ ДІАГНОСТИКИ АВТОМОБІЛЬНИХ ДВИГУНІВ

Д.Є. Панарін, асп.,

В.В. Аулін, проф., канд. фіз.-мат. наук

Кіровоградський національний технічний університет

Автомобіль в сучасному розумінні, це не просто певна конструкція, що складається з механічних вузлів та агрегатів, що в загальному розумінні виконують одну роботу – пересування у просторі. Автомобільна галузь, одна з тих галузей промисловості, що найбільш динамічно розвиваються. Це обумовлено прагненням задовольнити зростаючі потреби людства в транспорті, як у вантажному, чи пасажирському, так і в індивідуальному. Але на фоні зростання кількісного показника автомобільного парку, удосконалюються і його конструктивні особливості. На автомобілі, накладається ще й ряд інших вимог: зниження токсичності вихлопних газів, підвищення активної та пасивної безпеки, зниження витрат пального, збільшення ресурсу вузлів та агрегатів автомобіля. Всі ці вимоги в комплексі призвели до того, що автомобіль став складною електронно-механічною системою, що в повсякденній експлуатації призводить до кардинальних змін у способах і методах діагностування його вузлів та агрегатів.

Комп'ютерна діагностика автомобілів виводить процес технічного обслуговування автомобілів на якісно новий рівень, забезпечуючи наступні переваги:

- скорочуються час і трудомісткість визначення технічного стану автомобіля і його агрегатів;

- зменшуються помилки вимірювання, оскільки датчики встановлені постійно, через що виключаються похибки вимірювання, пов'язані з установкою і підключенням, що мають місце в інших випадках;

- висока міра достовірності і об'єктивності контролю, що забезпечуються досконалістю комп'ютерної апаратури і методики;

- наявність надрукованого висновку - протоколу, який може бути використаний для вивчення і обробки отриманої інформації, зберігатися як звітний документ, або бути використаним, як статистичні данні для удосконалення існуючих або розробки нових рекомендацій, що до процесу технічного обслуговування (ТО) автомобілів.

Наявність в автомобілі великої кількості різноманітних електронних блоків керування (ЕБК) дає змогу користуватися параметрами роботи систем, що вони збирають і обробляють при діагностуванні цих систем.

На даний час існує велика кількість електронних діагностичних приладів, сканерів, мотор-тестерів, діагностичних комплексів. Умовно ці всі прилади можна розділити на дві групи. Перша група – сканери. До них відносяться всі прилади, що мають змогу, підключаючись до діагностичних роз'ємів різноманітних електронних систем автомобіля, зчитувати інформацію, що зберігається у пам'яті ЕБК цими системами. Данні, що доступні діагностичним приладам цієї групи – це коди помилок, що зберігаються у (ЕБК), або ж параметри, що отримує конкретний ЕБК від штатних датчиків, що встановлені в автомобілі і які необхідні цьому ЕБК для забезпечення роботи конкретної системи. Тобто сканер, не є вимірювальним приладом, це лише індикатор, що відображає інформацію, отриману від ЕБК по спеціальному сервісному протоколу.

Серйозний недолік діагностики автомобіля з використанням сканерів полягає в тому, що ЕБК отримує не всі данні, необхідні для точної комплексної діагностики. Наприклад такі, як склад вихлопних газів, стан циліндро-поршневої групи тощо. А в багатьох випадках ця інформація є ключовою для правильного діагностування наприклад двигуна. Варіантом

вирішення цієї проблеми є доукомплектування сканера газоаналізатором, тому що якість згорання паливно-повітряної суміші є одним з найважливіших показників роботи двигуна, компресометром, вольтметром та ін. Але навіть коли за допомогою додаткових пристроїв всі необхідні для правильної діагностики параметри зібрані, залишається питання коректного аналізу цих параметрів та визначення власне несправності. І тут виникає ще одна складність – ця робота покладается на людину, що проводить діагностування, а отже не виключений людський фактор і, як наслідок не точне визначення несправності. Проблема полягає в тому, що навіть маючи усі необхідні данні, покази датчиків та коди помилок не завжди можна точно діагностувати несправність використовуючи загальні методи та принципи діагностування. Така ситуація спричинена тим, що на даний час існує дуже велика кількість різноманітних конструкцій вузлів та агрегатів та систем автомобіля, що використовують у своїй роботі зовсім різні еталонні значення різних параметрів, чи то напруги у високовольтній мережі запалювання, чи ступеня стиснення або ж тиску мастила. Тому не знаючи значень цих параметрів для конкретної марки та моделі автомобіля, неможливо зробити правильні висновки що до його технічного стану.

Цю проблему, пов'язану з недосконалістю сканерів, можна вирішити шляхом використання іншої групи діагностичних приладів – мотортестерів, які, не дивлячись на більшу вартість, позбавленні ряду недоліків, притаманних сканерам. Мотор тестер зберігає в собі певну експертну систему в якій узагальнена і формалізована у вигляді комп'ютерної програми база даних, завдяки якій і використовуючи результати тестів, програмно визначається несправність певної системи автомобіля.

Принцип роботи експертної системи полягає в наступному. Після вибору з бази даних марки, моделі, року випуску автомобіля і ідентифікації двигуна програма діагностики пропонує провести ряд тестів на різних режимах роботи двигуна (запуск двигуна, холості оберти, підвищені оберти, режим прискорення і т.д.). Послідовність з 10-12 тестів проводиться протягом 2-3 хвилин. Далі програма аналізує дані, отримані під час тестів, і порівнює їх з даними з бази. У разі відхилення виміряних параметрів від базових експертна система виносить вердикт: несправна система, виявлена несправність (несправності), порядок усунення (у разі декількох можливих причин вони розташовуються в порядку убавання вірогідності). Причому оцінюється не окремий параметр (наприклад, струм стартера під час такту стиснення в кожному циліндрі, частота обертання або склад вихлопних газів), а всі дані сукупно. Існує велика кількість мотортестерів з різним набором можливостей, щоб показати весь спектр можливостей цієї групи діагностичного обладнання розглянемо один з найсучасніших мотортестерів – SMP4000 фірми SUN Electric Europe.

Цей мотортестер має наступні можливості:

- експертна система аналізу стану двигуна (автоматична процедура повної діагностики з аналізом даних і видачею технічного висновку по проблемах і проведенні подальших випробувань);
- діагностика механічного стану двигуна (оцінка стану поршневої групи - поршні, кільця, клапани по сумі 3-х тестів, тепловий режим двигуна по температурі мастила, пошук негерметичностей в системі впуску);
- діагностика системи запалювання (повний тест елементів - катушки, переривача, дрослів і свічок, осцилограми напруги, таблиця цифрових значень);
- діагностика процесу згорання палива (якість згорання палива по наявності HC , CO_2 , O_2 у вихлопних газах. Розрахунок величини «В». Тест «Баланс потужності» дозволяє достовірно виявити несправний циліндр, особливо в багатциліндрових двигунах)
- діагностика електронних систем управління (двоканальний цифровий осцилограф з можливостями цифрового оброблювання графіків дозволяє проводити пошук несправностей будь-якої складності);

– пуско-зарядні характеристики (тест виявляє причини утрудненого пуску двигуна із-за несправності стартера і акумулятора. Перевіряє стан генератора, регулятора напруги. Спеціальний тест іскро- і сумішоутворення в режимі запуску);

– діагностика бортової електрики (пошук обривів, коротких замикань, витоків струму в електричних ланцюгах. Оперативна перевірка генератора, випрямних діодів, регулятора напруги і ін.);

– сервісні функції (збереження результатів тестування, формування бази клієнтів, друк результатів тестування, кольорові фотографії підкапотних відсіків з вказівкою розташування компонентів i-part SUN кабель-адаптерів у разі потреби їх використання).

Враховуючи вищеперераховані переваги мотортестерів та їх можливості, можна зробити наступні висновки:

– використовуючи мотортестери в регламенті ТО сучасних автомобілів, можна суттєво покращити якість і швидкість виконуваних робіт з ТО;

– використовуючи статистичні данні, з бази даних тестеру, та на основі проведеного їх аналізу можна видавати рекомендації що до оптимізації процесу технічного обслуговування на автотранспортних підприємствах;

– статистичні данні тестеру, дають змогу будувати довгострокову стратегію ТО, виходячи з потреб і особливостей конкретного автотранспортного підприємства, як у сфері забезпечення запасними частинами та паливно-мастильними матеріалами, так і у оптимізації використання рухомого складу.

ВПЛИВ ГЕОМОДИФІКУЮЧИХ ПРИСАДОК НА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ МОТОРНОЇ ОЛИВИ

В.В. Слонь, асп.,

В.В. Аулін, проф., канд. фіз.-мат. наук,

С.В. Лисенко, доц., канд. техн. наук

Кіровоградський національний технічний університет

Дослідження фізико-хімічних показників та властивостей моторної оливи показали, що одним із способів подовження терміну її заміни є модифікування присадками. Аналіз дії та проведені теоретичні і експериментальні дослідження найбільш використовуваних на практиці різнофункціональних присадок в умовах експлуатації кар'єрних самоскидів свідчать про недостатню відновлюваність ними фізико-хімічних показників та властивостей моторної оливи M10Г₂к.

Авторами розроблена і запропонована нова багатфункціональна присадка "КГМТ-1". Основною перевагою запропонованої присадки є реалізація ефекту трибоелектричного відштовхування спряжених поверхонь деталей двигуна при її додаванні в моторну оливу. На яку отримано патент України на винахід [Пат. України №69657, МПК C10M 125/04, публ. 10.05.2012, Бюл. № 9].

Основними причинами погіршення якості оливи є забрудненість її водою, паливом, механічними домішками, обумовленою несправностями в роботі різних систем двигуна та умовами експлуатації. При роботі дизеля на обводненій оливі відбувається коагуляція

диспергуючих вуглецевих частинок, внаслідок чого підвищується осадоутворення в оливі, збільшується швидкість забруднення оливи, і як наслідок зростання показника коксівності.

В роботі отримано та проаналізовано такі фізико-хімічні показники зміни якості моторної оливи М10Г₂к як коксівність і густина оливи з напрацюванням. Коксівність моторної оливи вимірювали пристроєм ТЛ-ПХП ГОСТ 19932 – густину ареометром за ГОСТ 3900-85.

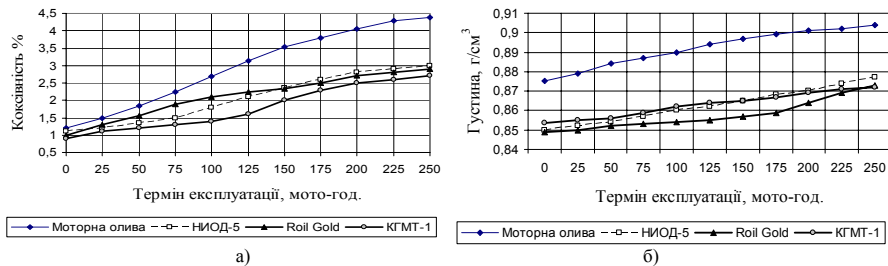


Рисунок 1 – Залежність зміни коксівності (рис. 1а) та густини (рис. 1б) моторної оливи М10Г₂к та моторної оливи з присадками залежно від терміну експлуатації двигуна

В процесі експлуатації дизеля, коксівність моторних оливи на відміну від більшості інших показників збільшується і в деяких випадках досягає гранично допустимого значення, рівного 4% (рис. 1а). Отримані результати можна пояснити накопиченням в моторній оливі продуктів окислення, продуктів спрацювання, надходженням в оливу частинок продуктів зносу деталей тертя і запиленості, а також наявністю частинок сажі, які є продуктами неповного згорання палива.

Виявлено, що в процесі експлуатації густина моторної оливи може збільшуватися, а може і зменшуватися. Збільшення густини працюючої оливи відбувається за рахунок процесу окислення моторної оливи і накопичення в ній різних видів експлуатаційних забруднень. На зменшення густини оливи впливає наявність палива в оливі, яке має густину дещо нижчу, від моторної оливи. Залежність густини оливи та оливи з присадками від напрацювання двигуна наведено на рисунку 1б.

При терміні експлуатації рівному 210 мото-годин величина густини працюючої оливи рівна 0,900 г/см³. Саме цю величину рекомендують, як гранично допустиму для густини моторної оливи, після досягнення якої здійснюють заміну оливи.

Встановлено, що між коксівністю оливи і її густиною існує деяка функціональна залежність (рис. 4), при якій із зміною величини одного показника відбувається зміна величини іншого, і навпаки.

Крім цього виявлено, що показник забрудненості оливи (ПЗО), дає можливість оцінити фактичний стан моторної оливи і спрогнозувати його подальшу експлуатаційну придатність. Граничнодопустиме значення ПЗО після досягнення якого експлуатацію двигуна доцільно припинити і здійснити заміну оливи, становить 71,5%.

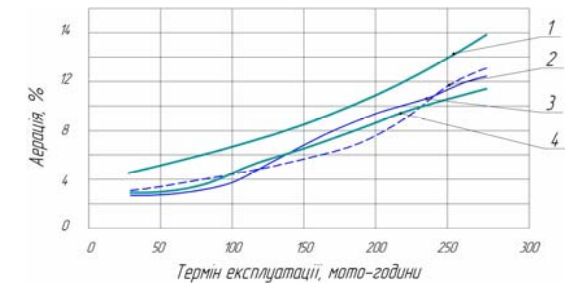


Рисунок 2 – Залежність зміни аерації від терміну експлуатації: 1 – Моторної оливи М10Г₂к; 2 – Моторної оливи М10Г₂к з присадкою "НІОД-5"; 3 – Моторної оливи М10Г₂к з присадкою "Roil Gold"; 4 – Моторної оливи М10Г₂к з присадкою "КГМТ-1"

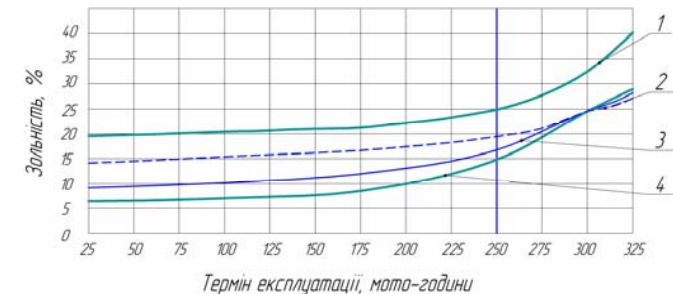


Рисунок 3 – Залежність зміни аерації від терміну експлуатації: 1 – Моторної оливи М10Г₂к; 2 – Моторної оливи М10Г₂к з присадкою "НІОД-5"; 3 – Моторної оливи М10Г₂к з присадкою "Roil Gold"; 4 – Моторної оливи М10Г₂к з присадкою "КГМТ-1"

З рисунка 3 видно що зольність моторної оливи при терміні експлуатації 250 мото-годин сягає 20% як і потрібно замінювати моторну оливу, а при застосуванні моторної оливи М10Г₂к з присадками видно що зольність 20% досягає при терміні експлуатації 300 мото-годин, що дає можливість збільшити термін її заміни.

Залежності зміни аерації від терміну експлуатації (рис 2) також свідчать позитивний ефект дії присадок та "КГМТ" на термін заміни моторної оливи.

Дослідженнями виявлено підвищення таких фізико-хімічних показників як коксівність, густина, зольність, аерація, які свідчать про відновні властивості моторної оливи з напрацюванням при додаванні присадки "КГМТ-1". Крім того змінюється в спряженнях двигуна режим тертя з переважанням гідродинамічного. Зазначене дає можливість подовжити термін заміни моторної оливи на 15...20%.