

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

01.11 – МР.2398«С»2023.12.29. 022 ПЗ

СКУРАТІВСЬКИЙ ДМИТРО МИКОЛАЙОВИЧ

2024 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ

І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет конструювання та дизайну

УДК 656.11(477.42)

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри
технічного сервісу та інженерного
менеджменту імені М. П. Момотенка

_____ Іван РОГОВСЬКИЙ
(підпис)

— ” _____ 2024 р. _

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: Удосконалення технології і обладнання ультразвукового очищення корпусних деталей двигунів лісових тракторів

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»
(код і назва)

Освітня програма «Обладнання лісового комплексу»
(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна, або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

кандидат технічних наук, доцент
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

Олександр БАННИЙ
(ім'я, прізвище)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

д.т.н., проф.

_____ (підпис)

Іван РОГОВСЬКИЙ

Виконав

_____ (підпис)

Дмитро СКУРАТІВСЬКИЙ

КИЇВ – 2024

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ

І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет конструювання та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

**Завідувач кафедри технічного сервісу та
інженерного менеджменту**

імені М. П. Момотенка

проф., д.т.н. _____ Іван РОГОВСЬКИЙ
(підпис)

—29” _____ грудня 2023 року

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Дмитру СКУРАТІВСЬКОМУ

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»
(код і назва)

Освітня програма «Обладнання лісового комплексу»
(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської роботи: Удосконалення технології і обладнання ультразвукового
очищення корпусних деталей двигунів лісових тракторів

затверджена наказом ректора НУБіП України від —29” грудня 2023 р. №2398 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру _____ 25 жовтня 2024 р. _____
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської роботи: параметри технології і обладнання ультразвукового очищення корпусних деталей двигунів лісових тракторів, конструкція існуючих робочих органів машин технології і обладнання ультразвукового очищення корпусних деталей двигунів лісових тракторів.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Удосконалити технології і обладнання ультразвукового очищення корпусних деталей двигунів лісових тракторів і обґрунтувати нову технологічну схему.
2. Розробити математичну модель взаємодії технології і обладнання ультразвукового очищення корпусних деталей двигунів лісових тракторів, що враховує особливості виробничих умов.
3. Обґрунтувати основні технології і обладнання ультразвукового очищення корпусних деталей двигунів лісових тракторів.
4. Розробити технології і обладнання ультразвукового очищення корпусних деталей двигунів лісових тракторів, провести експериментальні дослідження, визначити агротехнічні показники його роботи, розробити рекомендації щодо впровадження у виробництво, оцінити економічну ефективність.

Перелік графічного матеріалу (за потреби)

Дата видачі завдання —29” грудня 2023 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи
РОГОВСЬКИЙ

(підпис)

_____ Іван

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____
СКУРАТІВСЬКИЙ

(підпис)

Дмитро

(прізвище та ініціали студента)

УДК 629.3: 65.21

78 сторінки текстового поля, 17 ілюстрацій, 9 таблиць, 5 аркушів.
Речова ілюстрація, 26 бібліографічні джерела.

Роботи включають ремонт та технічне обслуговування дизельного обладнання сучасних мобільних лісогосподарських машин, а саме розпилувачів, поршнів, клапанів та інших дрібних точних деталей системи Common Rail та інших дизельних систем. Основними дефектами деталей форсунок є забруднення та відкладення на прецизійних деталях. Проведено аналіз діяльності компанії «Дизель Сервіс». Встановлено, що підприємство стабільно працює та добре технічно та технологічно оснащене. З метою підвищення якості ремонту форсунок було вирішено розробити нову конструкцію ультразвукової ванни для очищення деталей. Пропонується провести переобладнання та розширити ділянку ремонту паливної апаратури. У цій частині запропоновано використання розробленого пристрою для ультразвукового очищення деталей. У магістерській роботі розглянуто питання охорони праці та визначено техніко-економічні показники роботи станцій технічного обслуговування. Розроблено природоохоронні заходи.

ЗМІСТ

ВХІД	8
1 АНАОРЕНДА ОБЛАДНАННЯ ТА ВІДОМІ ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ	9
1.1 осаконструктивні дефекти компонентів системи уприскування	9
1.2 осанові дефекти форсунок і методи їх усунення	13
1.3 осаваріанти ремонту форсунок Common Rail.....	16
1.4 ПрПричини несправності інжектора Common Rail	17
1.5 Загальна інформація про компанію	18
1.6 Деякі корпоративне обладнання та технології	20
1.7 Оцрізна організація праці	22
2 ПОКРАЩЕНА ТЕХНОЛОГІЯ ОЧИЩЕННЯ.....	24
2.1 ногаудосконалення технологічного процесу очищення прецизійні частини паливної апаратури	24
2.2 Деякі вивчити методи ультразвукового очищення деталей	27
2.3 Розрахунок витрат матеріалів, запчастин і т.д. електроенергія для ремонту форсунок впорскування	31
3 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ РУКАВНИКА	34
3.1 орБудівництво та використання ванни мийної	34
3.2 ІNВибір схеми керування пристроєм	40
4 ОХРОНА ПРАЗИ	44
4.1 Деякі зміни в стані охорони праці на підприємстві.....	44
4.2 Хар вплив промислових загроз на відновлення АЗС обладнання дизельного двигуна	45
4.3 До теплозахист.....	46
4.4 вентиляція	47
4.5 Іправила техніки безпеки при роботі з ультразвуком	
4.6 ІNстанції	48
5 охСЕРЕДОВИЩЕ РОНА	49
5.1 Зміст проблеми забруднених стічних вод для підприємства.....	49

5.2 Зочисні засоби та обладнання для очищення стічних вод.....	49
	7
5.3 застосування фільтрації води	51
6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ВПЛИВУ	53
6.1 Розрахунок собівартості продукції	53
6.3 Розрахунок плану доходів і прибутку	55
ВИСНОВКИ.....	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	58

ВХІД

Техніко-економічні показники дизелів залежать головним чином від стану паливної апаратури. Порушення його регулювання або знос деталей може призвести до падіння потужності і погіршення ККД дизеля на 25-35%. Ознаками несправності паливної системи є утруднений запуск дизеля, зниження номінальної потужності і максимального крутного моменту, нестабільна робота, підвищена димність вихлопних газів, погіршення економічності та ін. Робота точних деталей призводить до підвищення у витоку палива через з'єднання і, як наслідок, зменшенні кількості впорскуваного палива. Проте в більшості випадків поломки паливної апаратури відбуваються через забруднення та закоксовування деталей. Тому тема моєї кваліфікаційної роботи, пов'язана з регенерацією деталей форсунок і муфт дизельних двигунів, є важливою.

Чим менше частота обертання вала двигуна, тим більше масла протікає через зазор, тому що при цьому збільшується час впорскування і зменшується циклова потужність, що ускладнює запуск дизеля. Це означає, що перед розбиранням і рішенням про заміну/регенерацію форсунок необхідно провести ретельну діагностику двигуна, щоб визначити справжню несправність. Тому в роботі є фрагменти, що стосуються технології діагностики.

Конструкторське обладнання – технології промивання та очищення прецизійних деталей дизельних двигунів лісогосподарських машин.

Предмет design – вплив використання нової технології ультразвукового очищення на якість ремонту прецизійних деталей паливної апаратури лісогосподарських машин.

Метою проекту є збільшення частки, що підлягає ремонту, наприклад обладнання для розпилення, шляхом очищення та полірування.

1 ІВІЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ТА ВІДОМІ ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ

1.1 Особливості конструкції елементів системи уприскування

На продуктивність дизельних двигунів суттєво впливає конструкція системи уприскування. Фактично, найбільш значні досягнення в дизельних двигунах є прямим результатом вдосконалення конструкції системи вприскування палива. Хоча основною метою системи є подача палива в циліндри дизельного двигуна, спосіб подачі палива впливає на продуктивність двигуна, викиди та рівень шуму.[1].

На відміну від бензинового двигуна, дизельна система вприскування подає паливо під надзвичайно високим тиском (від 200 бар для системи Common Rail). Це означає, що конструкції та матеріали компонентів системи повинні бути вибрані таким чином, щоб витримувати більші навантаження, працювати протягом більш тривалого періоду часу та відповідати цільовим показникам довговічності двигуна. Для ефективного функціонування системи також потрібна більша точність виготовлення та більш жорсткі допуски. Крім дорогих матеріалів і витрат на виробництво, дизельні системи вприскування також мають складніші вимоги до контролю. Усі ці функції створюють систему, яка може коштувати до 30% від загальної вартості двигуна [2].

Основне завдання системи вприскування палива - подача палива в циліндри двигуна. Для того, щоб двигун ефективно використовував це паливо. Паливо необхідно вприскувати своєчасно, а значить, необхідно контролювати час вприскування. Щоб задовольнити потребу в потужності, необхідно подавати потрібну кількість палива, а це означає, що необхідно контролювати час вприскування. Однак для досягнення хорошого згоряння недостатньо забезпечити точно відміряну кількість палива в потрібний час. Інші аспекти мають вирішальне значення для правильної роботи системи вприскування палива[3]. Розберемо їх.

Розпилення палива. Основна мета конструкції дизельної системи впорскування полягає в тому, щоб забезпечити розпилення палива на дуже дрібні частинки. Маленькі краплі забезпечують випаровування всього палива та участь у процесі згоряння. Краплі рідини, що залишилися, дуже сильно горять або викидаються з двигуна. Незважаючи на те, що сучасні системи впорскування палива здатні виробляти характеристики розпилення палива, які значно перевищують ті, які необхідні для забезпечення повного випаровування палива протягом більшої частини процесу впорскування, деякі конструкції систем уприскування можуть мати слабке розпилення протягом певних коротких, але критичних періодів фази впорскування. Кінець процесу введення є одним із таких критичних періодів [2, 4].

ДОМасове змішування – Хоча розпилення та повне випаровування палива є критично важливими, не менш важливо переконатися, що випарене паливо містить достатню кількість кисню під час процесу згоряння, щоб забезпечити високу ефективність згоряння та оптимальну продуктивність двигуна. Кисень подається всмоктуваним повітрям, захопленим у циліндрі, і достатня кількість кисню повинна бути втягнута в потік палива, щоб повністю змішатися з доступним паливом під час процесу впорскування, щоб забезпечити повне згоряння.

Споживання повітря. Ефективне використання повітря в камері згоряння тісно пов'язане з об'ємним змішуванням і може бути досягнуто шляхом поєднання проникнення палива в щільне повітря, стиснене в циліндрі, і розподілу всього впорскуваного палива на кілька потоків. Має бути достатньо форсунок, щоб захопити якомога більше доступного повітря, уникаючи при цьому перекривання форсунок і створення зон з високим вмістом палива та дефіцитом кисню.

Форсунка – це частина корпусу/голки інжектора, яка з'єднана з камерою згоряння двигуна. Такі терміни, як P-type, M-type або

C-Тип на основі стандартизованих розмірів параметрів сопла відповідно до специфікацій ISO [5,6].

Тримач форсунки або корпус інжектора відноситься до частини, на якій кріпиться форсунка. У традиційних системах уприскування ця частина в основному служила для утримання сопла та попереднього натягу пружини голки сопла. У системах Common Rail він містить найважливіші функціональні частини: сервогідравлічний контур і гідравлічний привід (електромагнітний або п'єзоелектричний).

Інжектор зазвичай відноситься до тримача форсунки та вузла форсунки.

Початок упорскування (SOI) або час упорскування — це момент часу, коли паливо впорскується в камеру згорання. Зазвичай він виражається в градусах кута кривошипа (CAD) відносно верхньої мертвої точки такту стиснення. У деяких випадках важливо розрізнити зареєстрований SOI та фактичний SOI (рис. 1.1).

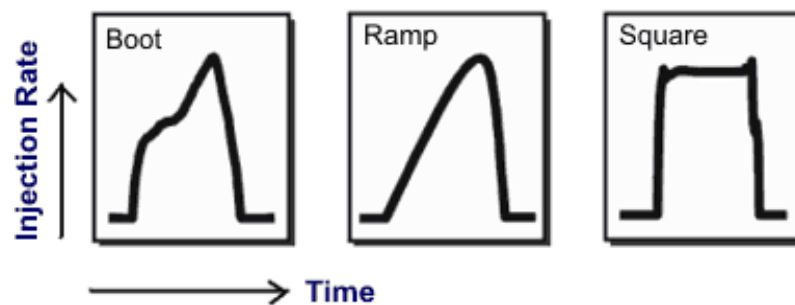


Рисунок 1.1 – Види осцилограм уприскування дизеля [7]

SOI часто вказується параметром, який легко виміряти, наприклад, часом, необхідним для відправки електронного тригера до інжектора, або сигналом від датчика підйому голки, який вказує, коли голчастий клапан інжектора починає відкриватися. Точкою циклу, в якій це відбувається, є певний SOI. Через механічну реакцію інжектора може бути затримка між показаним тахометром та фактичним тахометром, коли паливо виходить з інжектора та надходить у камеру згорання. Різниця між фактичним і вказаним КІР є затримкою впорскування.

ПТочка введення. У деяких паливних системах уприскування палива узгоджено з генерацією високого тиску. У таких системах це початок.

Час подачі – це момент часу, коли насос високого тиску починає подавати паливо до форсунки. На різницю між початком подачі та SOI впливає час, необхідний для проходження хвилі тиску між насосом та інжектором, а також довжина лінії між насосом високого тиску та інжектором і швидкість звук у паливі. Різницю між початком ін'єкції та SOI можна назвати затримкою ін'єкції.

Кінець уприскування (EOI) — це точка в циклі, в якій закінчується вприскування палива.

Швидкість вприскування палива — це кількість палива, що надходить у циліндр двигуна за один робочий хід. Його часто виражають у мм³/ін'єкцію або мг/ін'єкцію.

Час впорскування - це час, за який паливо потрапляє в камеру згоряння з інжектора. Це різниця між EOI та SOI і пов'язана з кількістю ін'єкції.

Діаграма введення. Під час упорскування швидкість вприскування палива часто змінюється. На малюнку 1.1 показано три типові форми: черевик, пандус і квадрат [3]. Швидкість відкриття та швидкість закриття відносяться до градієнтів швидкості впорскування під час відкривання та закривання голчастого сопла відповідно.

Термін *Ermine* «розділена ін'єкція» іноді використовується для позначення багаторазової стратегії ін'єкції, у якій основна ін'єкція ділиться на дві менші ін'єкції приблизно однакового розміру або меншу попередню ін'єкцію, за якою слідує основна ін'єкція.

Деякі системи впорскування палива можуть дозволити ненавмисне додаткове вприскування, коли інжектор знову відкривається після закриття. Їх іноді називають вторинними ін'єкціями [10].

Теорема ін'єкції не використовується послідовно в літературі [4, 8]. Це може бути середній гідравлічний тиск у системі Common Rail або максимальний тиск упорскування (піковий тиск упорскування) у звичайних системах.

1.2 Основні недоліки насадок і способи їх усунення

На сучасних дизельних двигунах, як і в будь-яких інших, з часом забруднюються пристрої, що подають паливо в камеру згорання, що може позначитися як на роботі двигуна, так і на способі його запуску. Моя бакалаврська робота присвячена форсункам CR Bosch. Основний і найпоширеніший діагноз, який в першу чергу стосується форсунок: «Тиск в паливопроводі наростає дуже повільно». Причин тому може бути дві: паливний насос високого тиску (ТНВД) зношений і погано прокачує паливо, або зворотний клапан не тримає форсунки і паливо тече через них, тобто «занадто багато зливають форсунки»[9].

Початковий стан: форсунка закрыта, робочий тиск палива на вході близько 300 бар і більше. Відкриття форсунки для впорскування: на магніт подається напруга, відкривається зворотний електромагнітний клапан, піднімається кулька, що закриває зливний дросель, і паливо під високим тиском починає надходити в зворотний канал, тиск палива в камері управління падає, а так як на всі інжекторні елементи цієї форсунки всюди діє однаковий робочий тиск, тобто на голку знизу, а на мультиплікатор зверху, то різниця тиску палива знизу і в контрольна камера починає рухати голку і мультиплікатор вгору, відкриваючи таким чином розпилювальні отвори форсунки. При вимкненні керуючої напруги зворотний клапан закривається, тиск у контрольній камері підвищується, і голка розпилювача щільно притискається до сідла внутрішнім тиском. А при відсутності робочого тиску голка притискається до сідла пружиною [7].

Від'єднуючи паливні лінії, необхідно бути дуже обережним, щоб запобігти потраплянню навіть найменшої кількості осаду в порожнину РА. Особливо це стосується частини РА, яка слідує за потоком палива після фільтра тонкого очищення (FTO). Якщо зовнішня поверхня арматури забруднена, цю вимогу важко виконати. Очищення точок з'єднання перед від'єднанням слід розглядати як економію часу, а не як втрату часу.

- Шлам потрапляє в ПНВТ і ЛВТ, що призведе до значних втрат. Очищення проводиться жорсткими щітками сухим і вологим способами [2]. Під щітками ми маємо на увазі щітки з металу та щетини (полімерні), щітки для малювання, круглі щітки в дрилі та зручні жорсткі зубні щітки. Очищення закінчується обдуванням стисненим повітрям з вузького сопла. При подальшому демонтажі вся арматура повинна бути закрита (пластиковими заглушками, саморобними заглушками з поліетиленової плівки з гумками) [11].

Вузлове очищення зовнішніх поверхонь ПНВТ, фільтрів, ТПН, рідше форсунок проводиться в струменевих або занурювальних мийних машинах і водних розчинах синтетичних миючих засобів, наприклад Ламбомід-101 (102), МС-6 (8), з використанням концентрація 10...30 г/л при 80°C. Перед цим всю арматуру необхідно герметично закупорити технологічними заглушками або пластиковими заглушками. Якщо існує ймовірність потрапляння промивного розчину в вузли ПА, цю процедуру слід припинити. Чистоту зовнішніх поверхонь для подальшого розбирання (ремонт) перевіряють за відсутністю слідів на серветці або лейкопластирі [16]. У таблиці 1.1 наведено дані про найпопулярніші пральні машини Jet Monitor.

Таблиця 1.1 – Особливості струменевих мийних машин [11]

марка автомобіля	Ом-5359	ДОМ-5362-61	Ом-22612	ДОМ-5361	Ом-22616	цКВ-1112
Продуктивність машини, включаючи м: ³ / годс	50	30	70	50-70	30	25
середовище для миття	гарячий вода	ХХолодний вода	вода Піщ. сумі	ХХолодни й вода	Пара водна суміш	ХДо-вода для
ІНВитрата води, кг/год	1000	2000 рік	4000	1000	450	5000
тиск рідини, МПа	10	10	10	10	5	10
потужність, кВт	5	7.5	25	4	5	7
Габарити, м	1,06* 0,95* 1,3	0,9* 0,6* 0,585	1,2* 0,9*0,8	0,86* 0,62*0,57	1,36* 0,96* 1/13	6*1,03
Вага, кг	430	200	600	185	330	225

Доспальник ОМ 5953. Мобільний верстат на колесах

Коляска має автономний насос і підігрівач миючої рідини. Вода підігрівається

горить гас. Додатково використовуються камерно-струйні машини: ОМ-4267М, ОМ-9313, ОМ-4610 - 01, ОМ-837Г, ОМ-22611. Вони мають великі розміри понад 9 м, важкі і дорогі. Такі машини використовуються для очищення перед ремонтом великих агрегатів. При пранні ПА небезпечні тим, що вода проникає у внутрішні порожнини [9].

У таблиці 1.2 подано інформацію про синтетичні мийні засоби. Вони найдешевші і безпечніші. Вони добре видаляють забруднення асфальту, смоли і вуглецю; більш ефективний, менш корозійний на вході в порожнину ПА, але більш дорогий, горючий і токсичний.

Таблиця 1.2 – Властивості синтетичних миючих засобів для чищення паливної апаратури [13]

засоби	Відправлено на	спосіб очищення	концентрація, г/л	робоча температура
МЛ-51	масло, грязь	струну	10...25	65.. .85
Ламбомід-101	масло, грязь	струну	10...15	65.. .80
Ламбомід-102	масло, грязь	струну	15.. .30	70.. .85
МС-6(8), МЛ-52 Ламбомід-203	масло, грязь помічникфальт дивОлень	струну зануритися	15.. .20 20.. .30	70.. .80 80.. .90
ІМ-15 Ламбомід-3 1 5	Мефективний для смоли	зануритися	100%	20.. .40
ТЕМР-100(А)	масло, бруд	струну	5...20	60.. .85
Аерол, МЛ-6	масаНу грязюка	Пара струну	0,5...5	80.. .95

Коксові відкладення з розпилювачів видаляють емульгаторами-розчинниками або емульсіями на основі АМ-15 або Ламбомід-315 в ультразвукових ваннах з подальшим протиранням і швидкою гарячою сушкою (або повним розбиранням з промивкою в дизельному паливі). При використанні механічних засобів (дерев'яних шпательів, латунних щіток) неприпустимо «втирати» в отвори насадок сажу - очищати поверхню до блиску не потрібно, використання наждачного паперу протипоказано.

Раніше для очищення форсунок від нагару використовувався набір інструментів ПІМ-5319.

Зсередини канали очищають серветками, загорнутими в бавовняну тканину. Для якісного очищення використовуються ультразвукові апарати типів 6610M, 6634, 6635, 6638. Зверніть увагу, що сильне закоксування (аж до забруднення розпилювача кратерами навколо форсунок) є наслідком несправності форсунки. або в цілому і без усунення причин утвориться знову [14].

1.3 Особливості ремонту форсунок Common Rail

Порядок монтажу насадки зрозумілий (рис. 1.2), який не можна змінювати, оскільки це вплине на якість роботи [13].



Рисунок 1.2 – Послідовність демонтажу форсунки [17]

Якщо відремонтувати/замінити один інжектор і не перевірити інші, вони можуть не працювати належним чином і не подавати дизельне паливо належним чином.

Діагностику дизельних форсунок неможливо провести в звичайному автосервісі, оскільки для їх перевірки потрібне спеціальне обладнання та інструменти. Крім того, майстер повинен розуміти, що означають ті чи інші параметри, щоб поставити правильний «діагноз» і прийняти рішення - нічого не робити, замінити інжектор або відремонтувати. Для цього потрібен високий рівень знань і досвіду.

Якщо одна з форсунок виходить з ладу, можливо, це виробничий брак або механічне пошкодження. При цьому руховий ресурс інших в нормі. Інші форсунки в цьому випадку замінювати не потрібно. Але якщо не вийшло.

Якщо одна форсунка і решта на межі виходу з ладу, рекомендується не тільки замінити або відремонтувати всі форсунки, але і комплексно вирішити проблему паливної системи:

- Промити бак дизеля, паливний фільтр і магістралі, що ведуть від бака до ПНВТ.
- Самостійно перевірте стан насоса.

Якщо ви усунете лише наслідки – несправність форсунки – і проігноруєте причину, поломка форсунки може виникнути знову.

Як захистити двигун і форсунки від пошкоджень:

- заправляти автомобіль якісним дизпаливом;
- Заміна паливного фільтра кожні 8000 км;
- проходити планове та сезонне обслуговування.

1.4 Причини несправності інжектора Common Rail

Під час роботи насадки її внутрішні робочі частини піддаються високому тиску і підвищеним термічним навантаженням. Це призводить до утворення нагару на робочих поверхнях і зносу основних частин насадки. І якщо таку несправність виявити вчасно під час регулярної діагностики, відсутність контролю форсунок може призвести до повного виходу з ладу окремих деталей або форсунки в цілому. Це, в свою чергу, значно збільшить вартість ремонту.

Найбільш чутливими елементами форсунок системи Common Rail є форсунка і клапан (мультиплікатор). Причинами несправностей можуть бути наступні фактори:

- Розвиток трудових ресурсів на пробігу 150-200 тис. км;
- неякісне паливо (наявність у ньому шліфувального пилю та домішок);
- потрапляння конденсату;
- Помилки при самостійному монтажі насадок;

- Порухення правил експлуатації.

Своєчасна перевірка форсунок CR дозволяє з мінімальними витратами усунути неполадки, а в деяких випадках продовжити термін їх служби.

Щоб зрозуміти, що форсунки працюють неправильно, слід звернути увагу на наступні ознаки. Більшість несправностей можна визначити самостійно, так би мовити, «на око», наприклад, коли з вихлопної труби йде рясний дим. Утруднений запуск двигуна або надмірний перегрів після нетривалого періоду роботи також можуть свідчити про пошкодження системи подачі палива. При виході з ладу однієї з форсунок двигун починає стогнати, що теж легко помітити на слух.

1.5 Загальні відомості про компанію

Diesel Technologies Service (DTS), в тому числі і Львів, пропонує свої послуги з ремонту дизельних форсунок будь-якої складності (Common Rail Bosch, Delphi, Denso Siemens/VDO/Continental та інші, механічні форсунки, п'єзoeлектричні форсунки) автомобілів різних марок і типів D, TD, TDI, SDI, CDI, HDi, TDS, GRDI, CRDI, Dturbo, JTD (Рис. 1.3).



Рисунок 1.3 – Продукція компанії: відремонтовані форсунки дизельних двигунів різних типів

Оскільки компанія проводить діагностику інжекторів на сучасному діагностичному обладнанні (рис. 1.4). При наявності необхідних форсунок у запасному фонді DTS можлива заміна несправних форсунок клієнта на ідентичні форсунки, які вже відремонтовані на підприємстві. У цьому випадку всі гарантійні зобов'язання залишаються в силі.



Рисунок 1.4 – Станція діагностики, очищення та калібрування форсунок, перевірки параметрів рейки

Ще одна комплексна послуга – діагностика та ремонт паливних систем. Це включає перевірку тиску палива та стану форсунок і рейок. Як тільки проблеми виявлені, проводяться коригувальні роботи (рис. 1.5).

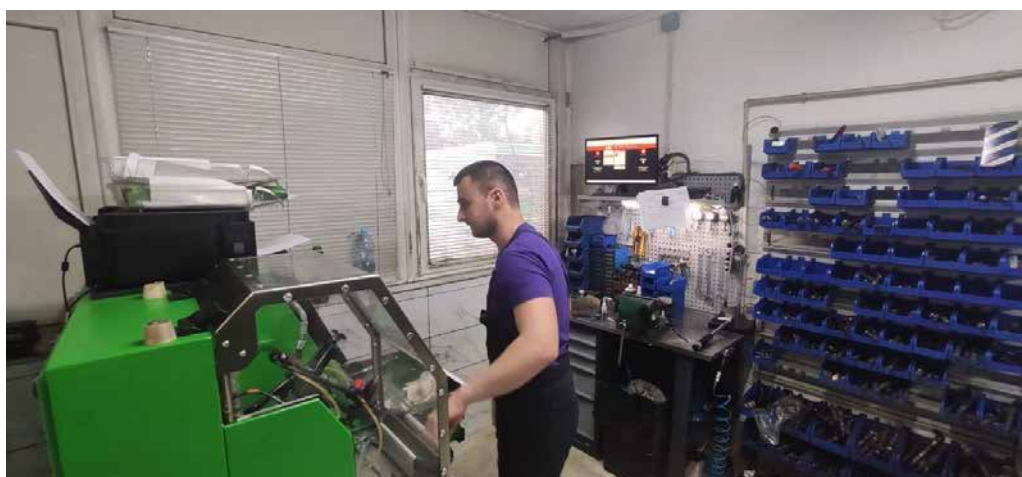


Рисунок 1.5 – Робоче місце підлягає ремонту

Заміна деталей: часто необхідно замінити пошкоджені або зношені частини паливної системи. При цьому важливо правильно визначити несправні елементи та відмовитися від їх заміни у встановленому порядку (рис. 1.6).



Рисунок 1.6 – Зона ремонту та огляду обприскувача

Надзвичайно комплексне обслуговування DTS – Технічне обслуговування: це слід виконувати регулярно після певного пробігу. Це включає очищення та калібрування форсунок, перевірку параметрів рейки та інші процедури для забезпечення нормальної роботи системи (рис. 1.7).

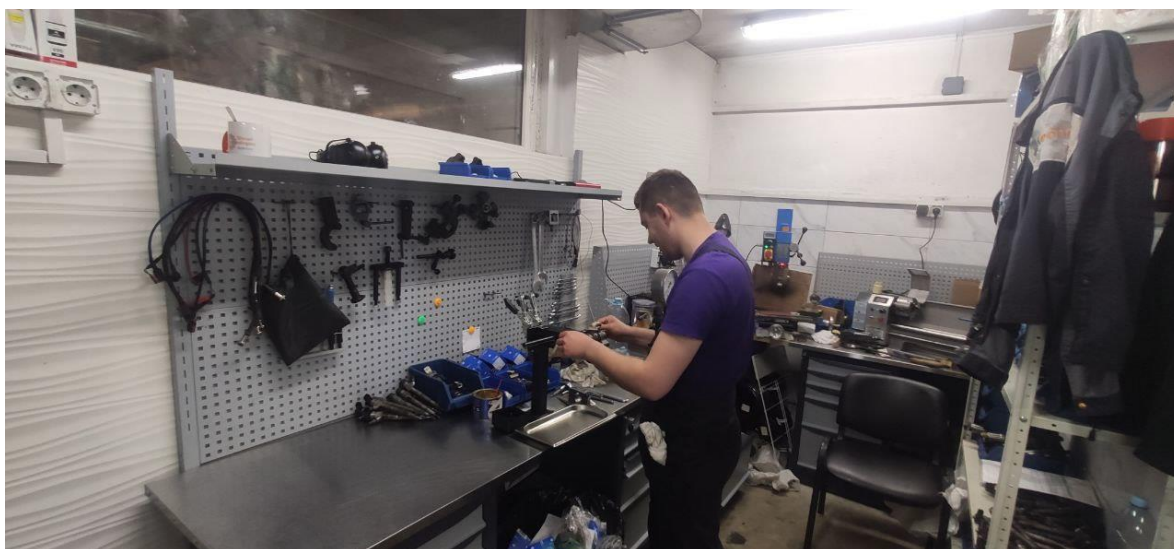


Рисунок 1.7 – Зона ремонту форсунки насоса

1.6 Аналіз комерційного обладнання та техніки

На СТО є великий асортимент запчастин і аксесуарів, необхідних для ремонту дизельного обладнання на автомобілях різних марок. Зокрема, він оснащений сучасним оригінальним обладнанням Bosch для діагностики та

налаштування:

- дві станції EPS100 і EFEP60H з баком для збору паливного туману EPS738 для перевірки форсунок (рис. 1.8);
- засоби перевірки та регулювання ПНВТ, включаючи EPS604 з модулем EPS720 для насосів з турбокоректорами та модулі EPS865 і EPS910 для насосів з електронними контролерами.

Перевірка насосів і форсунок системи Common Rail проводиться на випробувальному стенді EPS815 з електронною системою аналізу безперервної подачі палива КМА822 і комплектами CRS845H / CRS848H, які дозволяють працювати з тиском в системі до 2200 бар.

Діагностика автомобіля проводиться за допомогою приладів KTS540 і FSA450.



Рисунок 1.8 – Станції випробування паливної апаратури

1.7 Оцінка організації праці

Власник автосервісу як партнер Bosch Service залишається незалежним

підприємцем, який проходить численні навчальні курси від Bosch, необхідні для успішної роботи автосервісного бізнесу.

ПВід надання технічних знань та оригінального обладнання до пропозиції навчальних програм для персоналу та підтримки фінансового менеджменту, маркетингу та реклами.

ДООсновні характеристики власників і співробітників DTS наступні.

- приватна форма власності компанії та цілком легальна підприємницька діяльність;
- Має значні навички та професійний досвід у сфері автосервісу та (або) торгівлі автозапчастинами;
- ІНДефіцит авторАбоізація Інаш Потімроги Мардобре
ІНВиробник автозапчастин не погоджується з Bosch;
- ІНОхолодження будівлі (понад 10 років);
- сручне позиціонування відносно основних доріг/шосе;
- Площа будівлі АЗС становить понад 450 кв.м. Будівля має достатньо місця для ремонтної частини, складу, роздрібної торгівлі, кімнати для прийому клієнтів та оформлення замовлень, підсобних приміщень та ін.;
- Біля будівлі ДТС є велика стоянка для легкових та вантажних автомобілів клієнтів. Вся площа DTS займає в середньому близько 1000 м²;
- ІНоснащені стандартними діагностичними приладами.
- ІНзакупити необхідну кількість у Bosch та інших сертифікованих постачальників запчастин і реалізувати їх зі своїх складів;
- чітке виконання вимог фірмового стилю та дизайну приміщень, робочого одягу, ділової документації, реклами.
- Морганізувати організаційно-кадрову структуру компанії відповідно до рекомендацій. У вас працює 7 осіб, з них 4 слюсарі та електрики.
- ІНВикористовуйте ліцензійне програмне забезпечення Bosch ESI.
- АбоОрієнтація роботи на кінцевого споживача;

професійнийАналіз усіх цих характеристик дозволяє зробити висновок, що компанія в цілому є технічно та технологічно оснащеною та має прозору організаційну структуру. Подальший технологічний розвиток може

стосуватися вдосконалення існуючого обладнання для ремонту та обслуговування дизельних форсунок, зокрема найбільш поширеного обладнання для очищення форсунок від нагару.

2 ПОКРАЩЕНА ТЕХНОЛОГІЯ ОЧИЩЕННЯ

2.1 Удосконалення технологічного процесу очищення прецизійних деталей паливної апаратури

Очищення прецизійних деталей досягається взаємодією різних нелінійних ефектів, що виникають в рідині під впливом сильних ультразвукових коливань. Ці ефекти включають кавітацію, акустичні струми, акустичний тиск і акустичну капілярну дію, причому кавітація відіграє ключову роль. Кавітаційні бульбашки пульсують і вражають забруднення поблизу, руйнуючи їх. Цей ефект відомий як кавітаційна ерозія [10].

Основні види забруднень, видаляються за допомогою ультразвукового очищення, можна розділити на чотири групи:

- тверді та рідкі плівки – різноманітні жири, масла, мастила, пасти тощо;
- тверді відкладення – металеві або абразивні частинки, пил, сажа, водорозчинні неорганічні сполуки (накип, флюс) і водорозчинні або частково водорозчинні органічні сполуки (солі, цукру, крохмаль, білок тощо);
- Продукти корозії – іржа, окалина та ін.;
- Захисні покриття, консерванти та захисні покриття – емалі, смоли та ін.

З точки зору ультразвукового очищення, забруднення відрізняється трьома способами:

- *стійкість до кавітації*, тобто здатність витримувати мікроударні навантаження;
- *міцність зчеплення з поверхнею* очищеної і стійкий до відшарування;
- *ступінь взаємодії з миючою рідиною*, тобто за ступенем здатності цієї рідини розчиняти або емульгувати домішки.

Ультразвукове очищення не слід використовувати, якщо стійкість до кавітації очищеної поверхні нижча за стійкість до забруднення.

Наприклад, при видаленні клейких плівок з алюмінієвих деталей велика ймовірність руйнування самих деталей.

Стійкі до кавітації забруднення добре реагують на ультразвукове очищення, лише якщо вони слабо прилипають до поверхні або взаємодіють з миючим розчином [14]. Це жирні забруднення, які легко змиваються слаболужними розчинами. Фарби або лаки, шари окалини і оксиду зазвичай стійкі до кавітації і добре зчіплюються з поверхнею. Для ультразвукового очищення від подібних забруднень потрібні досить агресивні розчини, оскільки тут можна використовувати лише третину з перерахованих позначень.

Нестійкі кавітаційні забруднення (пил, пористі органічні речовини, продукти корозії) відносно легко видаляються без застосування спеціальних розчинів.

Залежно від типу забруднення рекомендується використовувати наступні значення інтенсивності:

- до 1-3 Вт/см² - для забруднень, що легко видаляються (маслянистих і жирних відкладень при механічній обробці виробів, відкладень, розчинних у мийних рідинах, флюсів тощо);
- від 3 до 10 Вт/см² – для забруднень, таких як полірування та полірувальні пасти, отримані в результаті обробки тиском фізичних забруднень і мастил, полімеризованих мастил тощо;
- понад 10 Вт/см² – для забруднень, які важко видалити (відкладення фарби, травлення тощо).

Для очищення довгих каналів невеликого діаметру використовується вібраційне очищення з високою амплітудою та інтенсивністю до 100 Вт/см². [14].

Миючі рідини. Використовуючи ультразвукове очищення, важливо підібрати відповідний миючий засіб, щоб він ефективно розчиняв або емульгував забруднення і в той же час не завдавав максимальної шкоди очищеній поверхні.

ПВ якості мийної рідини при ультразвуковій очищенні використовується чиста вода, а також водні розчини миючих засобів і органічних розчинників. Вибір засобу залежить від типу забруднення і властивостей поверхні, що очищається. За допомогою органічних розчинників (бензин Б-70, фреон-113, чотирихлористий вуглець, трихлоретилен, ацетон, дихлоретан та ін.) ефективно очищають поверхні деталей від полірувальних паст, масел (мінеральних, рослинних і тваринних), вазеліну, парафіну, дьоготь. Вони не роз'їдають метали. Завдяки низькому поверхневому натягу вони легко проникають в отвори і щілини, розчиняючи там бруд.

Фреони широко використовуються в ультразвуковій очищенні. Це зумовлено їх високою розчинювальною здатністю, низькою токсичністю, негорючістю та можливістю легкої регенерації [15]. Різні лужні розчини також знайшли широке застосування в ультразвуковому обладнанні. Використовуються для знежирення деталей, очищення мастил, полірувальних паст, металевих пилю, абразивів тощо. Ультразвукове очисне обладнання - Ультразвукова ванна для очищення деталей (рис. 2.1)



Рисунок 2.1 – Ультразвукова ванна для очищення деталей [16]

Ультразвукова чистка потребує ємності з миючим розчином і джерела механічних коливань ультразвукової частоти, так званого «ультразвукового передавача». Поверхня ультразвукового перетворювача, корпус контейнера, може використовуватися як передавач.

І навіть частина, що очищається. В останніх випадках ультразвуковий перетворювач кріпиться до тіла або частини тіла.

Ультразвуковий перетворювач перетворює діючі на нього електричні коливання в механічні коливання тієї ж частоти. У більшості установок використовуються частоти від 18 до 44 кГц з інтенсивністю вібрації від 0,5 до 10 Вт/см². Верхня межа частотного діапазону визначається механізмом утворення і руйнування кавітаційних бульбашок: при дуже високій частоті бульбашки не встигають закритися, що знижує дію кавітаційного мікроудару. Перетворювачі можуть бути магнітострикційними або п'єзокерамічними. Перші характеризуються великими габаритами і вагою, а також значно меншим ККД, але дозволяють досягати високих потужностей до декількох кіловат. П'єзокерамічні перетворювачі компактніше, легше і економічніше, але їх потужність зазвичай не така велика - до декількох сотень ват. Однак цієї потужності достатньо для переважної більшості застосувань, враховуючи, що у великих установках одночасно використовуються кілька випромінювачів. Найпопулярнішими апаратами є ультразвукові ванни, установки, призначені спеціально для ультразвукового очищення. Перетворювачі в таких лотках зазвичай або вбудовані в отвори в корпусі, прикріплені до корпусу, щоб утворити радіатор, або розміщені як окремі модулі всередині. Кожен метод має свої переваги та недоліки.

2.2 Методи очищення деталей ультразвуком

Технологія ультразвукової санації поверхні ускладнюється відсутністю необхідного обладнання, а саме ультразвукових генераторів, різних типів ультразвукових передавачів, переважно магнітострикційних, здатних генерувати значну потужність [15]. Магнітострикційні перетворювачі поділяються на стрижневі, плоскі корпуси.

Кільцевий, феритовий пакет зазвичай складається з двох основних частин: активного елемента (магнітостриктор) і пасивного елемента (акустичний

перетворювач пружних коливань). Матеріалом для їх виготовлення є: нікель або його сплави у вигляді холоднокатаних смуг, труб або прутків; Ферити пресовані зі спеціальних порошків у вигляді виробів певної форми [1]

При застосуванні ультразвуку малої потужності використовують стрижневі випромінювачі для частот коливань від 2 до 20 кГц. Для більш високих частот застосування таких випромінювачів небажано з конструктивних міркувань. При виготовленні нестандартних стрижневих випромінювачів основна власна частота пружних поздовжніх коливань стержня, закріпленого в центрі, визначається за формулою:

$$f = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

де n – порядок гармонік;

E – модуль Юнга пружності матеріалу стрижня;

L – довжина стрижня;

ρ – щільність матеріалу стрижня.

У стрижневих вібраторах можуть виникати коливання вищих гармонік другого, третього та інших порядків. Найбільший ККД досягається при $n=1$ на першій основній гармоніці.

Раніше ультразвуковий генератор УЗГ-10, який був оснащений чотирма магнітострикційними випромінювачами ПМС-6 з площею випромінювання 300x300 мм, інтенсивністю випромінювання від 1,5 до 8 Вт/см², робочою частотою від 19 до 22 кГц і вихідною потужністю 2,5 кВт кожен [14]. Ці випромінювачі зазвичай поміщали в спеціальні ванни і використовували для підвищення якості.

Продуктивність процесу очищення поверхні деталей від забруднень. Для стабільної роботи конвертерів передбачено водяне охолодження. Значно рідше використовувалися магнітострикційні перетворювачі з концентраторами ПМС-15А-18. Ці випромінювачі мали такі технічні параметри: робоча частота - від 19 до 22 кГц, потужність - 4 кВт, площа

випромінювання - \varnothing 65 мм, амплітуда зміщення - 25 мкм; і використовувалися, в тому числі, для вдосконалення технологічного процесу санації деталей з полімерним покриттям в ультразвуковому полі [3, 15].

Випромінювачі зазвичай виготовляються з магніострикційного матеріалу, який вирізають за певними розмірами. Напрямок пружних коливань на бічній поверхні радіальний. Передавачі працюють в діапазоні частот від 2 до 80 кГц. Використовуючи умову резонансу, визначаються основні параметри перетворювачів:

$$2\pi R = \lambda, \quad (2.2)$$

де R - середній радіус емітерного кільця;

λ це довжина хвилі в матеріалі кільця.

При використанні ультразвуку потужністю до 500 Вт рекомендується використання феритових випромінювачів, що складаються з циліндричних і U-подібних сердечників.

Схема монтажу стрижневого вібратора наведена на рис. 2.2.

Враховуючи відомі щільність і модуль пружності матеріалу, швидкість звуку у фериті визначається співвідношенням:

$$C = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

Навколишня довжина стрижня обчислюється за такою формулою:

$$L = \frac{C}{2f}$$

Так, для частоти коливань $f = 20$ кГц довжина стрижня становить приблизно 133 мм.

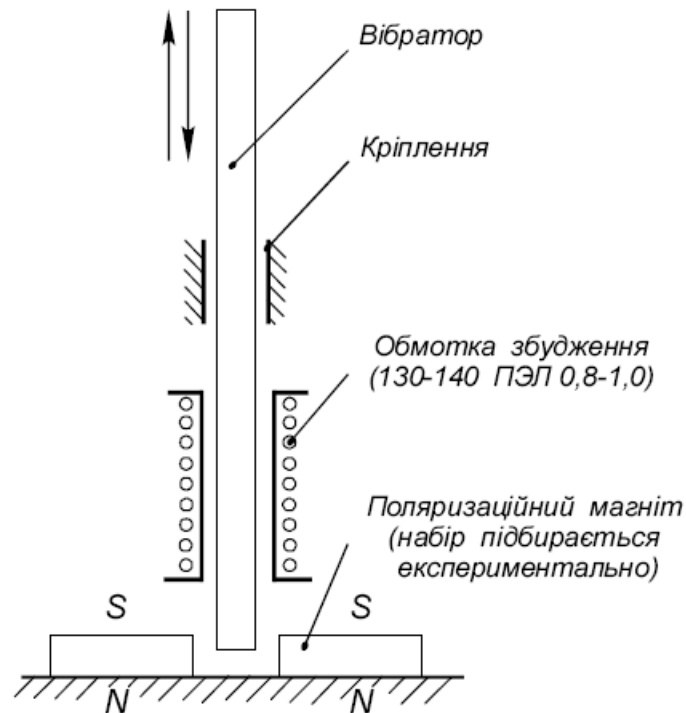


Рисунок 2.2 – Схема монтажу стрижневого вібратора

При виготовленні низькочастотного передавача з феритів необхідно отримати замкнутий магнітопровід, з'єднавши попарно стрижні з полірованими торцями.

Основна резонансна частота повинна бути кратною довжині півхвилі $\lambda/2$. Застосування феритових випромінювачів в межах допустимого навантаження дозволяє відмовитися від водяного охолодження, отримуючи високі значення магнітострикційної постійної, високу магнітострикційну чутливість і високу точку Кюрі, що дозволяє працювати при високих температурах (від 300 до 450 °C).

За наведеною методикою розраховано стрижневі феритові магнітостриктори з частотою коливань 14-75 кГц. Тому я пропоную перетворити відомий магнітостриктор із замкнутим магнітопроводом частотою 44 кГц в магнітострикційний перетворювач типу ПМС-6 для очищення на частоті 30-35 кГц.

2.3 Розрахунок витрат матеріалу, запасних частин і електроенергії на ремонт форсунок

Необхідна кількість матеріалу визначається за формулою [27]:

$$Q_M = W q_M, \text{ кг}, \quad (2.5)$$

де W – річна частина програми реновації;

Q_M – Витрата матеріалу на деталь, кг.

Норма витрати матеріалу визначається за формулою:

$$Q_1 = h_1 \cdot t_1 / 60, \quad (2.6)$$

Де h_1 – годинна витрата і-го матеріалу (задана норма).

Витрата шліфувальної пасти визначаємо так:

$$Q_{\text{паста}} = 4,3 \cdot 6,381 / 60 = 4,5 \text{ г}$$

$$Q_{\text{паста}} = 4,5 \cdot 16000 \cdot 73168 \text{ гр}$$

Витрати на інші матеріали наведені в таблиці 2.1.

Витрати електроенергії на виробничі потреби розраховуємо за такими формулами. Отже, сумарна активна потужність споживачів енергії становить:

$$N_e = K \sum N_{st.i}, \text{ кВт} \quad (2.7)$$

Де $N_{st.i}$ – потужність і-го приймача, кВт;

K - коефіцієнт завантаження обладнання;

N – кількість споживачів.

Функція санізатори v_k . Споживана потужність розраховується за формулою [5]:

$$N_{II} = f(x) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \left(a_n \cos \frac{n\pi x}{L} + b_n \sin \frac{n\pi x}{L} \right), \text{ кВт} \quad (2.8)$$

Де $\Phi_{\text{так}}$ - значний фонд робочого часу для даного виду обладнання;

K_{zi} – коефіцієнт завантаження поточних клієнтів за час;

n_1 – кількість змін у роботі і-го обладнання.

Таблиця 2.1 – Планова річна витрата матеріалів

Якість матеріалу	Додія вимірюван	щорічно Вартість
вода	л	73168
розпушувач	кг	600
каустична сода	кг	510
дизельне паливо	л	1420
гас	л	440
неетилований бензин	л	310
Пабразиви asta NZTA	кг	73.2
оліяпасовище дизель	л	200
Миючий розчин MS-15	м ³	67

$N_{1=} = 5,6 \cdot 1870 \cdot 1,0,87 + 4 \cdot 1870 \cdot 1,0,87 \cdot 0,8 \cdot 1870 \cdot 10,87 + 2,5 \cdot 1870 \cdot 10,87 +$
 $+ 2,5 \cdot 1870 \cdot 1,0,87 \cdot 6,5,1870 \cdot 1,0,87 + 4,5 \cdot 1870 \cdot 10,87 \cdot 0,6 \cdot 1870 \cdot 10,87 \cdot 560420$
 Вт-год Орієнтовно - 560 кВт-год.

Річне споживання електроенергії на освітлення приміщення визначається виходячи з питомих витрат на освітлення 1 м² площі:

- Слюсарно-ремонтне відділення - 20 Вт/м²
- Відділ діагностики та контролю – 45 Вт/м² Таблиця

2.2 – Характеристика споживачів електроенергії

Назва, марка фурнітури	Встановлена потужність, кВт
огляд і контроль дефектів	
підставка для насадок	0,3
Стенд 562	4.0
Складання та регулювання	
пральна машина	2.5
раковина у ванній	0,6
витяжний вентилятор	0,5

З огляду на присаки вниз до жатка.

Освітлення вони тамрозраховується з урахуванням річної тривалості освітлення за формулою [5]:

$$(1 + x)^n = 1 + \frac{nx}{1!} + \frac{n(n-1)x^2}{2!} + \dots$$

Де Φ_i - площа і-го приміщення, м²;

P_i -Потужність освітлювальних приладів у приміщенні, кВт;

T_0 - Тривалість періоду освітлення, год

$$HI_{IN}=(30 \cdot 25+30 \cdot 25+6 \cdot 20) \cdot 650 = 46800 \text{ Вт} = 46,8 \text{ кВт}$$

$$\text{Річне споживання електроенергії: } N_{\text{сум}} = 560 + 46,8 = 606,8 \text{ кВт}$$

3 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ РУКАВНИКА

3.1 Опис будови та використання мийної ванни

Ця ванна призначена в першу чергу для ультразвукового очищення в мийних розчинах виробів, деталей і механізмів легкових автомобілів і мотоциклів, залізничного і водного транспорту, таких як форсунки, форсунки, клапани, сітчасті фільтри, підшипники і тонкі прецизійні вузли і конструкції механізмів і т.д. наступний. Забезпечує гарантоване очищення цих виробів і деталей відповідно до інструкцій з технічних прийомів експлуатації. Ультразвукові ванни зменшують зусилля, необхідні для очищення дрібних деталей. Середній час прибирання - не більше 10 хвилин. в залежності від забруднення. Ультразвукове очищення м'яко очищає деталі та вузли розчином для кавітації, дозволяючи їх мити без пошкоджень і поломок.

Принцип роботи установки заснований на так званому явищі кавітації, що виникає в рідинах. За рахунок механічних коливань робочої частини ультразвукового передавача в мийному розчині створюються пружні хвилі і, як наслідок, пульсуючі бульбашки газу, які «живуть» недовго і закриваються під дією звукового тиску. Процес утворення і закриття бульбашок триває до тих пір, поки на рідину (в нашому випадку миючий розчин) діють ультразвукові коливання. Закриття кожної бульбашки супроводжується появою імпульсу тиску, локальним підвищенням температури і появою мікрострумів і мікрострумів. Це створює інтенсивний гідродинамічний ефект на оброблену поверхню і видаляє з неї забруднення. Локальні термоудари додатково сприяють очищенню забрудненої поверхні. Поява мікрострумів і мікрострумів сприяє введенню і проникненню кавітаційного очисного розчину в самі важкодоступні мікропорожнини і канали малого діаметра, що дозволяє швидко і ефективно відмити різні види забруднень.

Інструменти зі складною конфігурацією поверхні. Зручне поводження з митим інструментом забезпечує спеціальна рама – лоток, який встановлюється в зоні найбільш активної ультразвукової дії під час миття [5].

ВнВчорашні розміри ультразвукової ванниємністю 2,5 л, 150×140×150 мм. Робоча частота ультразвукових коливань 32+2 кГц.

Живлення від мережі змінного струму 220 В, 50 Гц.

Потужність, споживана приладом від мережі, не перевищує 100 Вт.

Прилад розрахований на багаторазову короткочасну роботу: 30-40 хвилин роботи, 10-15 хвилин перерви.

З точки зору електробезпеки установка відповідає стандарту ISO 12.2.025:2006 і є продуктом класу I з робочою частиною типу H[2,24].

Однією з переваг установки є можливість якісного ультразвукового очищення виробів, які мають приховані «кишені», глибокі, складні канали невеликого діаметру і важкодоступні за допомогою звичайного механічного очищення. Якісний ефект очищення досягається за рахунок утворення в рідині ультразвукової кавітації - імпульсів тиску, кавітаційних порожнин, що утворюються при закриванні, впливу мікрострумів і мікропотоків очисного розчину в ультразвуковому полі на поверхню і внутрішні порожнини. продукти переробки. Застосування ультразвукових коливань високої частоти повністю виключає пошкодження поверхні очищуваних виробів, чого практично неможливо досягти іншими способами очищення.

Установка має кришку для захисту від фонового шуму і модуль для регулювання тривалості циклу обробки. Надійність установки досягається за рахунок оригінальної конструкції генератора, унікальної технології кріплення випромінювачів під днищем резервуара та безвідмовної конструкції самого резервуара, що забезпечує його довговічність (зварні резервуари схильні до прогресивного ураження). знищення) [15,20].

Максимальна частота ультразвукових коливань становить 35 кГц.

Потужність ультразвуку - 80+10 Вт.

Кількість ультразвукових перетворювачів - 1 шт.

Час обробки - 1-27 хв.

Робочий об'єм камери становить 2,7 літра

Система складається з корпусу, генератора ультразвукових коливань, ванни і таймера. Загальний вигляд установки наведено на аркуші 1 графічної частини. Підготовлені для процесу миття продукти додають у миючий розчин на дні ванни. Підключення системи до мережі здійснюється через перемикач «Мережа».

Установка готується до роботи наступним чином.

1. Розмістіть установку на відповідному робочому місці (стіл, тумбочка тощо).

2. При монтажі використовується штепсельна вилка із захисним контактом. Якщо у споживача немає відповідної розетки, її необхідно встановити заздалегідь, завантаживши її з інсталяційного комплекту [18].

3. Проведіть зовнішній огляд установки та переконайтеся, що деталі та вузли надійно закріплені. Зливний шланг необхідно приєднати до кріпильної насадки.

4. Зніміть кришку і ретельно очистіть внутрішню частину ванни від промислового бруду за допомогою щітки з порошком.

5. Налийте воду з-під крана у ванну на висоту 70 мм над дном ванни. Примітка. У міських системах водопостачання вода часто містить велику кількість розчиненого повітря, що пом'якшує кавітацію. У цьому випадку воді потрібно дати відстоятися в ємності протягом одного-двох днів.

6. Категорично заборонено включати прилад, якщо у ванні немає рідини.

7. Переконайтеся, що перемикач мережі вимкнено.

8. Підключіть пристрій до джерела живлення за допомогою шнура живлення.

9. Увімкніть установку за допомогою перемикача «Мережа», коли горить зелений індикатор, а кнопка перемикача «Мережа» горить червоним.

10. Поверніть ручку таймера «Час» до упору вправо, і пристрій увімкнеться (ви почуєте характерне шипіння). Потім поверніть ручку проти годинникової стрілки, щоб встановити час обробки відповідно до шкали таймера.

11. Щоб визначити, що інсталяція виконується в певному режимі. Для цього необхідно спостерігати характерні «хвилі» на поверхні розчину, які супроводжують процес обробки ультразвуком. Після закінчення встановленого часу ручка таймера повертається до початкового значення шкали, і налаштування автоматично вимикається.

Порядок роботи

1. Зніміть кришку з ванни.
2. На дно ванни насипати продукти, які потрібно обробляти.
3. Налийте миючий розчин до рівня частин, які очищаються, але не менше 30 мм від верхнього краю ванни. Дрібні продукти слід наливати в скляну або металеву чашку з миючим розчином. У цьому випадку замість мийного розчину у ванну наливають водопровідну або питну воду.
4. Закрийте кришку. Підключіть пристрій до мережі
5. Встановіть час обробки.
6. Виконайте обробку, повторивши пункти 1-5.
7. Після обробки зняти кришку з ванни, вийняти оброблені продукти, промити їх під проточною водою протягом 1 хвилини і висушити в струмені теплого повітря. Щоб уникнути виходу з ладу хронометражу та псування зовнішнього вигляду закладу, вивантажуйте оброблені матеріали.

З продуктами слід поводитися обережно. Якщо миючий розчин потрапив на корпус пристрою та елементи керування, видаліть його тканиною.

8. Відключіть систему від мережі за допомогою перемикача «Мережа» і витягніть вилку з розетки.

9. Коли ви закінчите, злийте миючий розчин із ванни. Промийте ванну і протріть внутрішню поверхню. Залиште ванну відкритою для висихання.

Очищення механічних насадок. Для кращого очищення необхідно підтримувати насадку в чистоті. Для цього необхідно ретельно очистити запірну арматуру (тонкою мідною або латунною пластиною) і зафіксувати її в такому положенні напівпетлею з тонкого мідного дроту 00.3 довжиною 10,4 мм. У верхній частині ванни (вздовж установки) монтується пластина з отворами або стрижень, на який за допомогою дроту підвішуються форсунки. Форсунки підвішуються вертикально, щоб сітчасті фільтри були спрямовані на дно ванни. Очисний розчин заливають у ванну до рівня форсунок, але не менше 80 мм від верхнього краю ванни, і проводять ультразвукове очищення відповідно до обраних режимів. Критерієм очищення решітки є відсутність забруднень при інтенсивному ударі кінчиком сопла (з боку решітки) по твердому предмету, наприклад, пластині текстоліту, покритій білою тканиною або папером. Після очищення сітки очищається внутрішній канал форсунки і клапан. Для цього на дно ванни встановлюють насадку і проводять ультразвукове очищення. Критерієм повного очищення форсунки є рівномірне утворення факелів палива при випробуванні на стенді. Для оцінки якості очищення можна також використовувати одноразовий шприц (без голки), прокачуючи паливо через форсунки. Чистка електромагнітних форсунок, регуляторів холостого ходу, перепускних клапанів та інших компонентів систем з електромагнітними клапанами. Очищення цієї категорії компонентів дизеля.

Двигун потребує використання додаткового контролю електронного блоку - контролера, що дозволяє забезпечити роботу електромагнітних клапанів очищуваних елементів в режимах, аналогічних режимам роботи цих елементів дизельного обладнання. Це дозволяє інтенсифікувати процес очищення. У більшості випадків участь водія є обов'язковою. В іншому випадку промивання буде неефективним. Ефективність очищення цих складних компонентів залежить від якості миючого розчину.

В якості миючих засобів рекомендую ультразвукові очисники: «Фаворит Ультра» і «Фаворит Ультра Червоний» [24]. При використанні водних миючих розчинів використовуйте тільки дистильовану воду. Використання бензину як миючого засобу суворо заборонено. Для економного використання спеціальних розчинів доцільно проводити цикл попереднього очищення в дизелі або гасі.

Очищення елементів відбувається наступним чином.

Обраний миючий розчин наливають у високу скляну або металеву чашку, яку ставлять на дно ванни. У цьому випадку звичайна питна вода наливається у ванну до такої міри, щоб стакан стійко стояв на дні ванни. Очищуваний елемент через блок управління підключається до виходу пристрою. Елемент, який з'єднується, поміщають у миючий розчин так, щоб контактні поверхні були вище рівня мийного розчину. Для кожного типу елемента, що очищається, можна виготовити відповідні пристрої та нанести на скло миючий розчин. Пристроями керування приладом встановлюються режими роботи очищуваних елементів так само, як і при роботі з дизельним двигуном (частота відкриття, робоча напруга). Вмикається контроль і проводиться ультразвукова чистка апаратом. Процес очищення та контролю чистоти подібний до процесу очищення механічних насадок.

Під час очищення рекомендується регулярно змінювати частоту відкриття клапанів очищуваних елементів.

Розчин краще діє при нагріванні (від 50 до 60 °С). Під час роботи нагрівається, але не відразу [14]. По-перше, його краще розігріти. При використанні водних миючих розчинів обов'язкове використання дистильованої води. Використовувати бензин як засіб для чищення категорично заборонено. Щоб краще очистити всі внутрішні елементи форсунки та видалити з них бруд і сміття, рекомендується промити форсунки в три етапи, описані нижче. Кількість ступенів і їх послідовність однакові для сильно і слабо забруднених форсунок. Різниця полягає в часі промивки, яке для сильно забруднених форсунок буде більше, так як, по-перше, при сильному забрудненні потрібно вживати більш тривалих заходів, а по-друге, необхідно по черзі промивати дві форсунки, наприклад чотири.

3.2 Вибір схеми керування пристроєм

Загальні вимоги до ультразвукових генераторів наведені в ISO 16165:2008 [15]. У загальному вигляді функціональна схема генератора включає головний генератор, підсилювач потужності і систему зворотного зв'язку. Відрегульований генератор призначений для генерування змінної електричної напруги із заданою частотою. Вибір схеми генератора ґрунтується на вимогах до точності підтримки частоти, лінійності її регулювання, характеристик підсилювача потужності і системи зворотного зв'язку.

На практиці все ще використовуються мультівібратори, таймери, блокуючі генератори та генератори, керовані напругою. У системах зворотного зв'язку, які забезпечують сигнал синхронізації, використовується блокуючий генератор.

Мультивібратор для систем, які випромінюють сигнал, який лінійно змінюється з частотою – Таймер [15].

У системах зі зворотним зв'язком використовують мостові схеми для вибору сигналу зворотного зв'язку, схеми частотного і фазового детектора, а також схеми датчика акустичного зворотного зв'язку. Найбільш вживаними є мостові схеми і схеми, з'єднані з ними через диференціальний трансформатор. В цьому випадку навантаження генератора, який є перетворювачем, включається в одну з гілок моста. Недоліком мостових схем є вимога постійного електричного опору, оскільки електричні параметри перетворювача сильно залежать від температури і напруги живлення.[1].

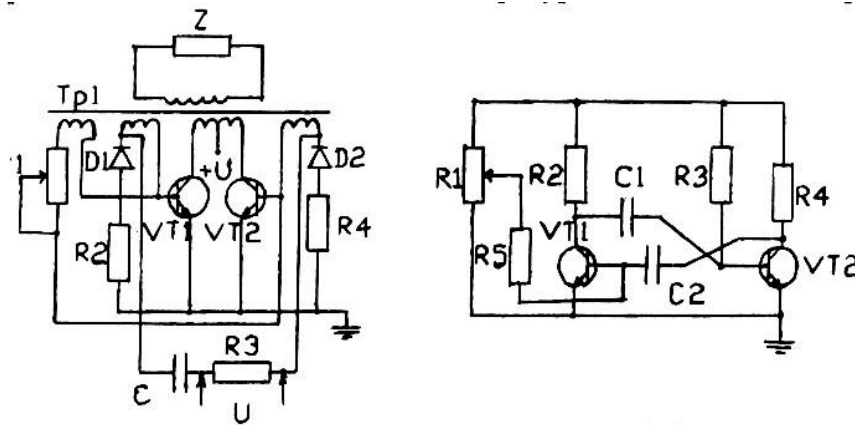


Рисунок 3.1 – Мостова схема генератора [15]

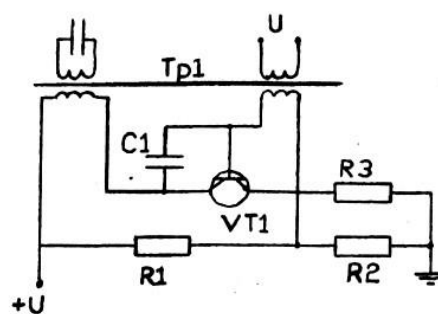


Рисунок 3.2 – Схематичне зображення типових опорних генераторів

Двотактна схема з паралельним з'єднанням транзисторів (рисунок 3.3)

Характеризується високим ККД (до 80%) і може використовуватися в апаратах

Потужність до 500 Вт. Для потужностей 100 - 250 Вт використовується напівмостова транзисторна схема комутації.

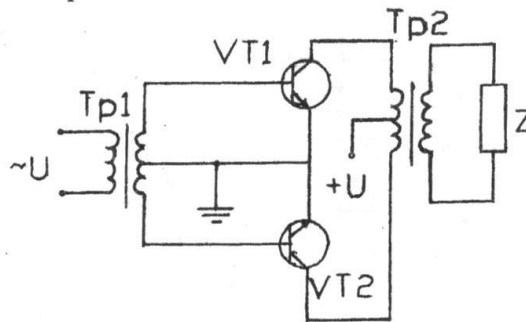


Рисунок 3.3 – Схема двотактного підсилювача потужності

Напруга від джерела живлення подається на міст, одне плече якого складається з двох послідовно з'єднаних транзисторів, а інше - з двох конденсаторів, до центру яких підключений вихідний трансформатор. Напруга збудження подається на трансформатори в протифазі. Для збільшення потужності напівмостових і мостових схем застосовують паралельне з'єднання транзисторів і паралельне з'єднання комірок при роботі з основним генератором і навантаженням загального вихідного трансформатора, який має число обмоток, відповідне числу включених комірок. .

У тиристорних генераторах блок підсилення перетворює енергію постійного струму джерела живлення в енергію змінного або імпульсного струму. Такі пристрої називаються інверторами, які бувають автономними і залежними. Інвертор, у якого в ланцюзі навантаження відсутні активні джерела енергії однієї частоти, називається автономним (рис. 3.4). В обох випадках перемикання відбувається під дією напруги на комутаційному конденсаторі C_f . Дроселі $L1-L4$ разом із C_f і опором навантаження R_h утворюють коливальний контур, власна частота коливальності f_0 якого повинна бути більшою за частоту керуючих імпульсів ω . Схема (а) працює наступним чином. Нехай тиристор $T1$ відкритий. Струм джерела, що протікає по ланцюгу $T1, L1, C_f, R_h$, змінюється за законом затухаючої синусоїди.

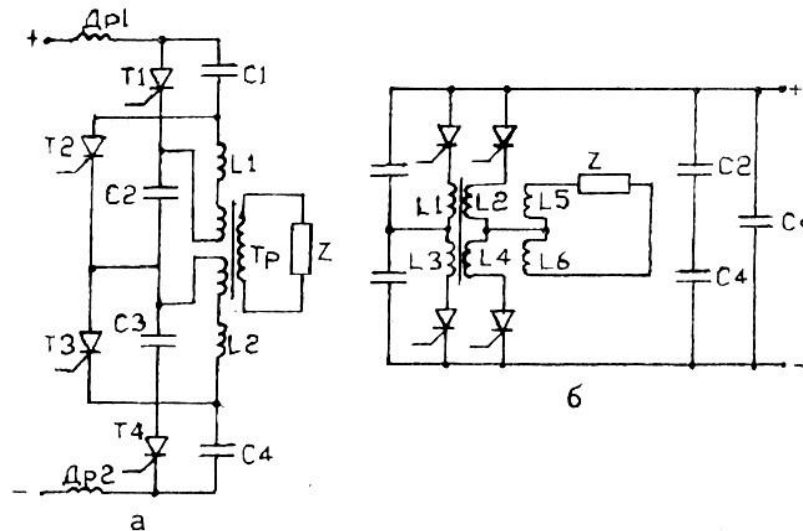


Рисунок 3.4 – Комбінований чотириелементний інвертор (а) та багатоелементний серійний інвертор (б)

У першій половині частотного періоду струм навантаження падає до нуля і напруга на конденсаторі $C2$ досягає максимуму і подається на тиристор $T1$ зі зворотною полярністю, закриваючи його. Час прикладання напруги замикання має бути не менше часу закриття тиристора. Як тільки $T1$ повністю закривається, $T2$ відкривається. Тепер відбувається розряд і через навантаження R_n тече зворотний струм. Таким чином у навантаженні генерується змінний струм. Після другої половини періоду напруга на Cf змінює знак і замикає $T2$. $T1$ відкривається, і цикл повторюється.

На схемі 3.4б тиристри $T1$ і $T2$, $T3$ і $T4$ працюють попарно. Послідовне з'єднання дозволяє отримати напругу джерела живлення вдвічі вище, ніж на схемі 3.4а. Для зменшення втрат, викликаних струмом високої частоти в джерелі живлення, його підводять конденсаторним фільтром великої ємності. Максимальна частота інвертора визначається виразом:

$$\Phi_{\text{макс}} = K / T_{3.}, \text{ кГц}, \quad (3.1)$$

де K – умовний коефіцієнт;

T_{INB} тому числі. - Період виключення.

Для схеми 3.4а: $K=0,15$ і $\text{toff}=20$ мкс. Тому $f_{\text{max}} = 7,5$ кГц [14]. Для підвищення частоти використовуються комбіновані інвертори.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Стан охорони праці на підприємстві

Керуюча компанія в ремонтній майстерні, довірена начальнику майстерні та інженеру з охорони праці, несе відповідальність за впровадження та керівництво практичними заходами з охорони праці та охорони навколишнього середовища на підприємстві.

В процесі виробничої діяльності СТО для працівників створені належні умови праці. Тут є туалети, а робочі місця обладнані засобами охорони праці: захисними кожухами, витяжною вентиляцією, заземленням і місцевим освітленням. Проведено паспортизацію умов праці на робочих місцях та атестацію робочих місць, складено картки атестації робочих місць. Низькими були оцінені такі показники часткової санації, як прогресивність використовуваної техніки, рівень механізації та психофізіологічні умови праці (монотонність тощо).

Щорічно між адміністрацією та профспілковою комісією укладається колективний договір щодо здійснення заходів з охорони життя. Кошти, спрямовані на капітальні вкладення, капітальний ремонт, і прибуток спрямовуються на покриття загальногосподарських витрат на виконання цих договорів.

Первинний інструктаж на робочому місці та підвищення кваліфікації (не рідше одного разу на 6 місяців) проводить начальник цеху. Ознайомча нарада фіксується в протоколі звільнення з робочого місця.

На АЗС облаштовують пости для вогнегасників, легкозаймисті матеріали зберігають у спеціальних приміщеннях, а промаслене ганчір'я та інші мийні засоби зберігають у металевих ящиках з кришками.

Виробнича вентиляція цеху забезпечує мікроклімат і чисте повітря на робочому місці відповідно до гігієнічних і санітарних норм.

Приміщення брудне, забезпечує свіже повітря та призводить до руху повітря в робочих зонах.

Приміщення майстерні природно освітлюється бічними вікнами та штучно освітлюється лампами денного світла, встановленими у верхній частині. Це забезпечує рівномірне освітлення всієї майстерні.

Тяк компанія підтримує належні умови безпеки життя. При розширенні послуги з відновлення деталей зварюванням необхідно розробити правила безпечного виконання цієї роботи і передбачити додаткові заходи для видалення газів, що виділяються.

Це може бути додаткове локальне механічне відсмоктування.

4.2 Характеристика виробничих шкідливостей при ремонті дизельної паливної апаратури

Територія ремонтних майстерень, виробничих, санітарно-побутових та інших приміщень повинна відповідати технологічному процесу ремонтного виробництва та вимогам санітарних норм проектування. Поверхня повинна бути вирівняна і спланована таким чином, щоб забезпечити надходження в каналізацію стічних вод будівель, будівельних майданчиків, проїздів і тротуарів. Ширина під'їзної дороги обладнання та тротуарів до майстерень, санітарно-побутових, допоміжних та інших приміщень повинна бути на 1-8 м більше ширини сільськогосподарської території при односторонньому русі та на 2,7 м при двосторонньому русі. Ширина тротуару повинна бути не менше 1,5 м [19].

Місця для паркування автомобілів повинні бути рівними і мати тверде покриття (асфальт, бетон тощо).

Виробничі процеси, що супроводжуються забрудненням робочого місця шкідливими речовинами (отруйними газами, парами, пилом), повинні проводитися в окремих вентиляованих приміщеннях.

Підлога в приміщеннях майстерень повинна бути щільною, мати тверде покриття, легко митися і ремонтуватися. У приміщеннях, де використовується вода, підлогу настиляють з ухилом для стоку води. Віадуки повинні мати поручні висотою не менше 1 м по всій довжині.

Усі зовнішні входи та виходи, а також входи у виробничі приміщення обладнуються тамбурами для уникнення протягів і тепловими завісами.

Взимку покрівлі і карнизи будівель необхідно регулярно очищати від снігу і льоду.

Проходи між стелажми, стелажми і шафами в складських приміщеннях повинні мати ширину не менше 1 м.

Прилади та інструменти, що використовуються для обслуговування та діагностики машин, повинні бути технічно справними та відповідати вимогам безпеки.

Блок технічного обслуговування розташовують на горизонтальній платформі в найбільш зручному положенні відносно машини, що обслуговується, гальмують і заземлюють.

4.3 Протипожежний захист

На кожному підприємстві організуються добровільні товариства дружин з гасіння пожеж, а в цехах – відділення цих дружин.

Для гасіння пожежі в майстерні повинні бути індивідуальні вогнегасники. Підготуйте мотор або ручну помпу. Подача води до місця пожежі здійснюється насосами, пожежними машинами, доїльними апаратами та доїльними апаратами.

У цеху встановлені сирени, рейки та дзвінки для спрацьовування пожежної сигналізації. Місцева радіостанція використовується для мобілізації працівників цеху (ремонтно-технічної бази) та місцевих жителів.

Аналізуючи стан охорони праці на АЗС, можна відмітити, що вимоги нормативних документів з охорони праці не виконуються, тобто працівники підприємства не в повному обсязі забезпечені спецодягом та аптечками, а також не всі підрозділи оснащені засобами пожежогасіння.

Для того щоб рівень охорони праці на підприємстві відповідав необхідним вимогам, необхідно також усунути виявлені нами недоліки.

4.4 Вентиляція

Одним із багатьох факторів, що погіршують самопочуття працівників і викликають захворювання, є надмірні вихлопні гази та тепло. Завдяки вентиляції можна зменшити запиленість повітря та його забруднення шкідливими газами та парами, знизити температуру та досягти стану, що зменшує вміст токсичних газів, пилу, парів та інших аерозолів у робочій зоні виробничих приміщень. не перевищувати гранично допустимі норми [9].

У секторі технічного обслуговування та ремонту, де працівники постійно присутні і робочий процес більш-менш рівномірний, розрахунки дають допустиму концентрацію оксиду вуглецю (20 мг/м³), і це також відноситься до однієї години роботи. Використовуваний повітрообмін необхідний для розсіювання газів, що виділяються. Організований повітрообмін здійснюється через отвори у вікнах і дверях і вентиляторами.

4.5 Інструкції з техніки безпеки при експлуатації ультразвукової системи

1. До роботи з обладнанням допускаються особи, які ознайомилися з устроєм і правилами техніки безпеки при експлуатації електрообладнання споживачів і пройшли місцевий інструктаж з охорони праці.

2. Обслуговувати систему може особа, яка має не менше 1 кваліфікаційної групи з безпеки.

3. Ремонтні роботи, перевірки та ремонт можна проводити лише після того, як систему було відключено від джерела живлення за допомогою вимикача «Мережа» та штепселя кабелю живлення.

4. Праці при роботі на обладнанні слід повністю виключити безпосередній контакт рук з рідиною і продуктами, що в ній обробляються. Якщо під час очищення необхідний контакт із обробленими продуктами, використовуйте рукавички (гумові з ватними тампонами) або дві пари рукавичок (внутрішні бавовняні рукавички, зовнішні гумові рукавички). Під час роботи не мочіть бавовняні рукавички.

5. При експлуатації системи необхідно суворо дотримуватись «Правил технічної експлуатації електрообладнання приймача».

5 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1 Проблеми, спричинені забрудненими стічними водами для компанії

Стрімкий розвиток промисловості зумовлює необхідність запобігання негативному впливу промислових стічних вод на водойми. Багато сучасних технологічних процесів пов'язані зі скиданням стічних вод у водойми. У зв'язку з винятковою різноманітністю складу, властивостей і споживання стічних вод промислових підприємств необхідне використання специфічних методів і обладнання для їх локального, попереднього і повного очищення. Охорона навколишнього середовища від стічних вод є одним із головних завдань сьогодення. Заходи водопідготовки допомагають підтримувати чистоту повітря і води в резервуарах. Для правильного підходу до вирішення актуальних проблем охорони навколишнього середовища необхідні певні знання в цій галузі. Одним із основних напрямків науково-технічного прогресу є створення маловідходних і безвідходних технологічних процесів. У сфері очищення стічних вод одним із таких напрямків є розвиток каналізаційних систем з мінімальним скидом стічних вод у резервуар або без скиду – безстічних систем. Найбільш раціональним шляхом зменшення кількості стічних вод є створення оборотних і закритих систем водопостачання, що виключають скидання води у водойми. Це водопостачання вимагає очищення стічних вод, охолодження зворотної води, очищення стічних вод і повторного використання.

5.2 Обладнання для очищення та очищення стічних вод

Ні на першому етапі очищення стічних вод необхідно видалити великі зважені речовини і грубі емульсії, нейтралізувати отрути і видалити зі стічних вод нафтопродукти. Якщо стічні води не містять таких домішок, починати очищення слід з другого ступеня, де їх майже немає.

Здійснюється все механічне забруднення і, при необхідності, готується вода для подальшого очищення, наприклад, шляхом зниження агресивності стічних вод, тим самим знижуючи недопустимі концентрації окремих забруднюючих речовин. На третьому етапі стічні води до певного ступеня очищаються від усіх забруднюючих речовин. Якщо цього недостатньо, необхідна четверта стадія очищення стічних вод, яка використовує методи, що дозволяють виділити водорозчинні сполуки. Хімічний склад і фізичні показники стічних вод зумовлюють застосування конкретних методів очищення або їх комбінацій на кожному етапі очищення стічних вод. Залежно від наявності або відсутності певних класів шкідливих факторів стічні води можуть не відпускатися на окремих етапах очищення стічних вод. Однак можна легко сказати, що другий і третій етапи є невід'ємною частиною будь-якої програми очищення стічних вод. Ці обов'язкові етапи очищення – первинне та вторинне очищення стічних вод – є основою будь-якого процесу очищення. Перший етап – власне попереднє очищення, а останній – глибоке очищення стічних вод. На малюнку показано всі етапи процесу очищення стічних вод на промисловому підприємстві. Нижче наведено основні особливості етапів водопідготовки. Попередня очистка стічних вод Якщо стічні води промислового виробництва містять великі суспендовані тверді речовини або волокна (наприклад, з виробництва кераміки), а також масла та нафтопродукти, потрібна ретельна попередня очистка стічних вод, яка включає [31]:

- 1) Первісне відстоювання стічних вод із застосуванням або без використання реагентів залежно від складу стічних вод;
- 2) Просіювання через сітки або сітчасті фільтри;
- 3) Відведення стічних вод через гравійні камери (груба фільтрація стоків);
- 4) вниз коагуляція (введення в стічні води солей алюмінію або заліза);
- 5) спеціальні прийоми;
- 6) використання масловідділювачів для очищення стічних вод від масел і масел.

За певних умов у стічні води необхідно додавати флокулянти для агломерації зважених і колоїдних частинок у дисперсному вигляді та переведення їх у відфільтровану форму.

Очисні споруди/

Існує багато різних типів первинної очистки стічних вод з різними рівнями ефективності:

- 1) острого (механічного) первинного очищення стічних вод;
- 2) ефективно вдосконалена первинна обробка низькими дозами хімікатів;
- 3) первинна обробка мулу;
- 4) первинне біологічне очищення стічних вод.

5.3 Звикористання фільтрації води

Процеси фільтрування на каркасних фільтрах можна розділити на три великі групи: фільтрування через пористі сипучі матеріали з фільтруючими властивостями (кварцовий пісок, керамзит, антрацит, полістирол, котельні та металургійні шлаки та ін.); фільтрація через волокнисті та еластичні матеріали з сорбційними властивостями та високою маслоємністю (синтетичні неткані матеріали, пінополіуретан та ін.); фільтрування через пористі зернисті та волокнисті матеріали для агрегування частинок нафтопродуктів (коалесцирующие фільтри). Перші два способи схожі за основними технологічними принципами процесу вилучення нафтопродуктів з води, але відрізняються маслоємністю, регенерацією фільтрувального середовища та конструкцією. При насиченні вантажу нафтопродуктами його фронт мігрує вглиб шару до його нижньої межі і концентрація нафтопродуктів у фільтраті зростає. Одночасно відключається фільтр і відбувається регенерація завантажувального матеріалу. Існують конструкції фільтрів з безперервною регенерацією навантаження. Третій спосіб принципово відрізняється від розглянутих. Тривалість циклу фільтрації,

Характерний для перших двох методів, він завершує етап «зарядки» коалесцируючого фільтра. Потім плівка нафтопродуктів відривається від поверхні фільтруючого шару у вигляді крапель діаметром кілька міліметрів. Краплі швидко спливають по воді і легко відокремлюються від води. Донедавна використовувалися переважно каркасні фільтри із засипкою з пористих матеріалів. Як фільтруючий матеріал використовують гравій, пісок, подрібнений антрацит, кварц, мармур, керамічну крихту, хмиз, деревне вугілля, синтетичні та полімерні матеріали. За швидкістю руху води в них фільтри поділяються на фільтри постійної та змінної швидкості. При змінній швидкості фільтрації (постійна різниця тиску до і після фільтра) швидкість фільтрації зменшується зі збільшенням об'єму фільтрату, тобто часу фільтрації. При постійній швидкості фільтрації різниця тиску до і після фільтра збільшується. При фільтрації стічних вод через сипучі матеріали відбуваються такі процеси: осадження завислих речовин у вигляді тонкого шару на поверхні фільтруючого шару (плівкова фільтрація); осадження зважених речовин у порах фільтруючого шару; відкладення зважених речовин на поверхні фільтруючого шару і в його порах. Під дією сил зчеплення зважені речовини зв'язуються з гранулами. Явище злипання і відриву частинок визначає хід процесу освітлення води. У нафтовій і нафтохімічній промисловості найчастіше використовують зернисті фільтри, які залежно від швидкості фільтрації поділяють на повільні, швидкі та надшвидкісні. Гранульоване завантаження розташовується в певному порядку, а для запобігання його виносу з фільтра використовуються спеціальні дренажні системи та опорні шари.

6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ВПЛИВУ

6.1 Розрахунок собівартості продукції

Зарплата за рік:

$$Z_{md} = T_i S_i + DP_{su} + DP_{nch} + DP_{sp} + DP_m + PR + Z_{per}(d), \text{ грн.}, (6,1)$$

де T_i – річна сумарна трудомісткість робіт i -го виду (1 – діагностична, 2 – слюсарі, 3 – верстатники, 4 – ремонт двигунів, 5 – помічники), люд.-год.;

Z_i – тарифна ставка виробничих робітників i -ї професії (1 – діагност, 2 – слюсар, 3 – верстатник);

4 - автомеханік;

5 - асистент) грн./год.;

DP_{nch} , DP_{sp} , DP_m – за доповненням: за роботу у важких умовах праці, за роботу в нічний час; суміщення професій (посад); за високу кваліфікацію тис. грн.;

PR – сума внеску, грн.;

$Z_{нову}$ – розмір додаткової оплати праці ремонтників, грн. Загальний фонд основної заробітної плати становить:

$$3 Pr(0) = 23,4 + 43,0 + 47,8 + 20,8 = 135,0 \text{ тис. грн.}$$

Загальна оплата праці виробничо-допоміжних працівників

$$Pr_p = 135,0 + 16,0 = 151,0 \text{ тис. грн.}$$

Середньомісячна заробітна плата становить:

- Діагностика: 9503 грн.;

- Слюсар: 8956 грн.;

- Верстатники: 9915 грн.;

- Професіонали: 7318.

Річні витрати на електроенергію становлять:

$$IN_{\text{вони там}} = 89552 \cdot 1,2/1000 = 107,5 \text{ тис. грн}$$

$$\text{Витрати на освітлення: } W_{осв} = 27985 \cdot 1,2/1000 = 33,6 \text{ тис. грн}$$

Амортизація обладнання:

$$f(x) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \left(a_n \cos \frac{n\pi x}{L} + b_n \sin \frac{n\pi x}{L} \right)$$

Автозапчастини для СТО є товаром. Вартість їх придбання залежить від попиту автовласників і користувачів, а також від того, як на підприємстві організована регенерація деталей. Тому в дипломній роботі ми використовуємо реальну ринкову інформацію, зібрану під час підготовки до практики. На діючому підприємстві обсяг закупівлі запчастин становить близько 180% витрат на оплату праці.

Розрахунок інших витрат

Витрати на ЗМП поділяються на:

- Споживання тепла, яке розраховується за формулою:

$$(x + a)^n = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} x^k a^{n-k}, \text{ тис. грн.} \quad (6.2)$$

Де $\Phi_{ПП}$ - Площа опалювальних приміщень, в т.ч.²;

$Q_{Маккол}$ - Споживання тепла за місяць в опалювальний період, мкал/м²;

$З_{мкал}$ - вартість 1 Мкал опалення, тис. грн.;

$Ц_{зиМ}$ - тривалість опалювального періоду, міс.

Витрати на воду:

$$e^x = 1 + \frac{x}{1!} + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \dots, \quad -\infty < x < \infty, \text{ тис. грн.} \quad (6.3)$$

де $Q_{вод}$ річна витрата води на технічно-побутові цілі, м³ (прийнято 0,5 м³ на автомийку та 0,3 м³

на одного виробника зерна на місяць);

$святихд$ - Вартість 1 м³ води для промислових підприємств, тис. грн.,

отже споживання тепла: $V_{к1} = 1000 \cdot 2,3 \cdot 6 \cdot 0,0036 = 49,7$ тис. грн

Витрати води: $V_{к2} = (306 \cdot 42 \cdot 0,5 + 12 \cdot 12 \cdot 0,3) \cdot 1,87 \cdot 10^{-3} = 12,1$ тис. грн.

Загальні комунальні витрати: $V_k = 12,3 + 12,1 = 24,4$ тис. грн.

Інші непередбачені витрати розраховуються у розмірі 10% від загальних витрат. Одноразове утримання на соціальне страхування допускається в розмірі 33,86% від загального фонду заробітної плати:

$$масштабс = FZ0,3386 \cdot 000 \text{ грн} \quad (6,4)$$

$масштаб IN = 383,1 \cdot 0,3386 = 127,2$ тис. грн. Усі витрати зведено в табл. 6.4.

6.3 Розрахунок плану доходів і прибутку

Валовий дохід від діяльності СТО визначається методом прямого розрахунку за видами послуг та ставками, що діють на момент написання дипломної роботи, з урахуванням податку на товари та послуги, тобто:

Валовий дохід мінус податки розраховується за формулою:

$$Dn = Dv - NP, \text{ тис. грн} \quad (6,7)$$

Нерозподілений прибуток можна розрахувати за такою формулою:

$$Pb = Dn - (C3 + Vif + Vrd), \text{ тис. грн.} \quad (6.8)$$

де $C3$ – загальна вартість транспортних робіт у гривнях.

$$PB = 7261,3 \text{ тис. грн}$$

Форма 6.1 – Відомості про валовий дохід, балансовий та розрахунковий прибуток, тис. грн

Показники ступеня	Умовн ий	Значення
валовий дохід	D_{IN}	26134,8
сума ПДВ	ZB	1921,7
валовий дохід без податків	Dn	24213,2
загальна сума витрат	Z_3	18873,6
нерозподілений прибуток	Pb	7261,3
Іамортизація	I	215,6
Скоригований прибуток	Pk	7045,6
Розмір прибуткового податку		25,0
сума податку на прибуток	np	915,9
чистий прибуток	Pr	6345,3

Розробка та виробництво нового пристрою потребує інвестицій. Припустимо, що вартість дорівнює вартості аналогічної нової валюти в розмірі 21660 грн. Термін повернення нового пристрою становить

$$T_{ок} = 1,8 \text{ років}$$

Ультразвукове очищення деталей – практика.

Ультразвукове очищення - це процес, який використовує ультразвук для змішування миючого розчину. Він використовує високочастотні кавітаційні бульбашки (звукові хвилі), викликані тиском, і генерує високі сили на забруднення, що прилипли до різних матеріалів. Утворення кавітаційних бульбашок під час очищення деталей є складним процесом, на який впливає багато факторів. Серед них: температура мийного розчину, концентрація мийної рідини, склад мийної рідини, форма та матеріал деталі, потужність ультразвукового передавача, склад забруднювача, час очищення деталі тощо. Тому зміни та комбінації цих факторів впливають на утворення кавітаційних бульбашок у різній кількості, а також на очищення деталей з різною ефективністю, що є основою для проведення серії експериментів з визначити найбільш ефективний і економічний спосіб миття деталей.

Огляд та аналіз теорій використання ультразвуку для очищення деталей [2–6; 10; 12] свідчить про доцільність пошуку нових шляхів оптимізації цього процесу та розробки нових математичних моделей для більш точного опису з урахуванням впливу різноманітних факторів. Враховуючи результати попередніх досліджень [7; 8; 11; 13; 14], можна зробити висновок, що найбільший вплив на процес прання мають такі чинники: температура мийного розчину, концентрація миючого засобу та час очищення деталей. Тому ці фактори були обрані для нашого дослідження.

Ні зараз проводиться багато досліджень щодо очищення деталей за допомогою ультразвуку. Більшість цих досліджень стосується використання ультразвукового очищення деталей у промислових масштабах. Наприклад, в статті [7] представили результати досліджень впливу температури та концентрації різних миючих засобів на ефективність прання. В [13] розглянуто ефекти теми.

Температура мийного розчину і частота ультразвукового випромінювання від кількості змиваних забруднень. Проте в літературі не знайдено експериментальних досліджень щодо використання малих (5–10 л) ультразвукових ванн для очищення деталей з урахуванням трьох основних факторів.

Метою дослідження є створення та аналіз математичної моделі впливу часу миття, температури мийного розчину та концентрації водного розчину миючих компонентів на кількість забруднень, що змиваються в ультразвуковому очиснику JP- Ультразвукова ванна 031S.

Фрагменти квадратної труби використовували для миття речей. Розміри 50×50 мм і довжина 50 мм. Аналіз умов експлуатації сільськогосподарської техніки показує, що основними забруднювачами є суміші ґрунтових залишків з рослинною та іншою органікою, а також суміші нафтопродуктів різного походження (паливно-мастильні матеріали, консерванти). Для створення імітації рівномірного забруднення використовувалися наступні матеріали та технології. Спочатку зразок занурювали в суспензію глинистого ґрунту, взятого з поверхні орного шару поля. Надлишок забруднюючої суміші.

Потім двічі постукайте по краю контейнера. Потім зразок висушували до вологості навколишнього середовища (лабораторне приміщення з температурою повітря близько 22 °С). Потім зразок помістили в суміш будівельного бітуму - 20% і відпрацьованого машинного масла - 80%. Температура суміші становила 150 °С. Зразки поміщали на пористий картон для охолодження та поглинання надлишку забруднюючої суміші. Після охолодження та витримки на адсорбенті (пористому картоні) протягом доби зразки зважували на вагах PS 510.R1 з точністю до 0,01 г (рис. 1).



Рис. 1. Ппроцес зважування забрудненої частини

Для поверхнево-активних речовин використовували засіб для миття посуду, що містить композицію з трьох основних інгредієнтів (трьох видів ПАВ).

Аналіз процентного вмісту миючих компонентів показав значення 9,5%. Виходячи з цих умов, був приготовлений очисний розчин. Далі проводили процедуру відмивання зразків за планом (табл. 1, 2) [1; 9] у трьох серіях у довільному порядку (цифри позначають порядковий номер зразка):

Ду першому ряду - 7, 6, 2, 5, 4, 1, 8, 3;

Ду другому - 4, 1, 6, 8, 7, 3, 5, 2;

Дна третьому - 8, 6, 2, 7, 1, 5, 3, 4 (рис. 2).

Кожен зразок висушували та повторно зважували (рис. 3). Таким чином розраховували відсоток змитих забруднень у кожному досліді (табл. 3).

Таблиця 1 Значення реєстрованих змінних параметрів (t – тривалість процесу прання, T – температура розчину, p – концентрація миючого засобу)

ПорванийХ	T, хв	T, °С	П,
-	5	40	5
0	10	60	15
+	15	80	25

Таблиця 2 Проведення дослідів із кодованими значеннями коефіцієнтів

Експеримент	Вигаданий	T , хв	T , °С	Π , г/л
	X_0	X_1	X_2	X_3
1	+	+	-	-
2	+	-	-	-
3	+	+	+	-
4	+	-	+	-
5	+	+	-	+
6	+	-	-	+
7	+	+	+	+
8	+	-	+	+

* Змінна 2 отримана для спрощення обчислень і називається фіктивною змінною x_0 .

Таблиця 3. Розрахункова матриця та результуюче значення відмітої домішки

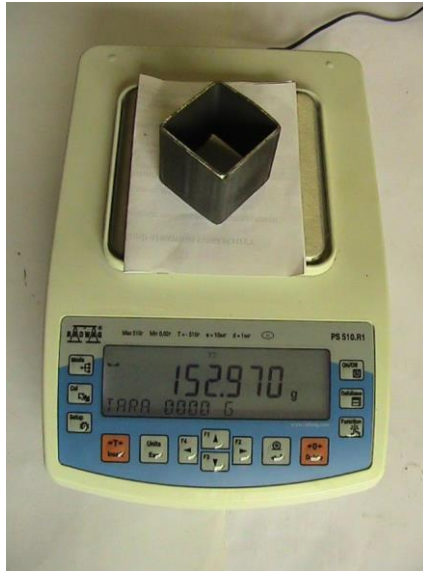
Досл	грань плану				забруднення			Ось П
	X	X_1	X	X	j	j	j_3	$j_{Дж}$
1	+	+	-	-	28.5	31.3	41.2	33.7
2	+	-	-	-	17.6	12.5	16.4	15.5
3	+	+	+	-	51.1	43.5	64.5	5
4	+	-	+	-	22.5	24.7	33.5	2
5	+	+	-	+	25.5	21.6	32.6	26.5
6	+	-	-	+	20.4	14.6	17.9	17.6
7	+	+	+	+	66.7	73.9	80.2	73.6
8	+	-	+	+	48.4	50.1	61.2	53.2

Таблиця 4. Було знайдено план-матрицю для повного факторного експерименту

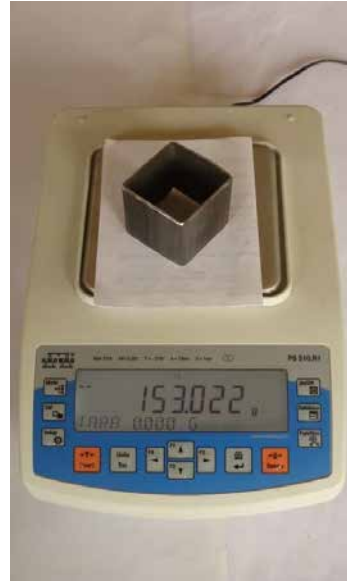
Досл	грань плану			X	$X_{1 \times 2}$	$X_{1 \times 3}$	$X_{2 \times 3}$	$X_{1 \times 2}$	$j_{Дж}$
	X	X	X						
1	+	-	-	+	-	-	+	+	33.7
2	-	-	-	+	+	+	+	-	15.5
3	+	+	-	+	+	-	-	-	5
4	-	+	-	+	-	+	-	+	2
5	+	-	+	+	-	+	-	-	26.5
6	-	-	+	+	+	-	-	+	17.6
7	+	+	+	+	+	+	+	+	73.6
8	-	+	+	+	-	-	+	-	53.2



Рис. 2. Процес миття в ультразвуковій ванні



I



Б

Рис. 3. Процес зважування чистих частин

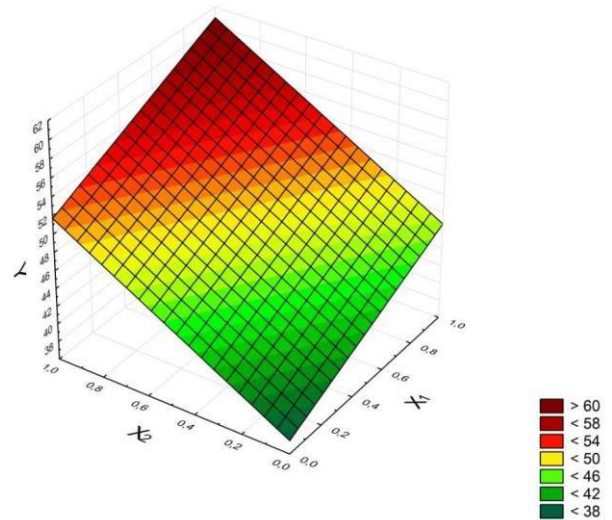
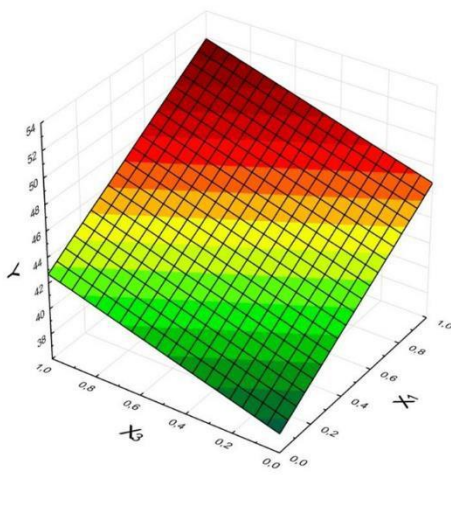


Рис. 4. Поверхні відгуку $Q = f(t, T)$ $Q = f(t, p)$

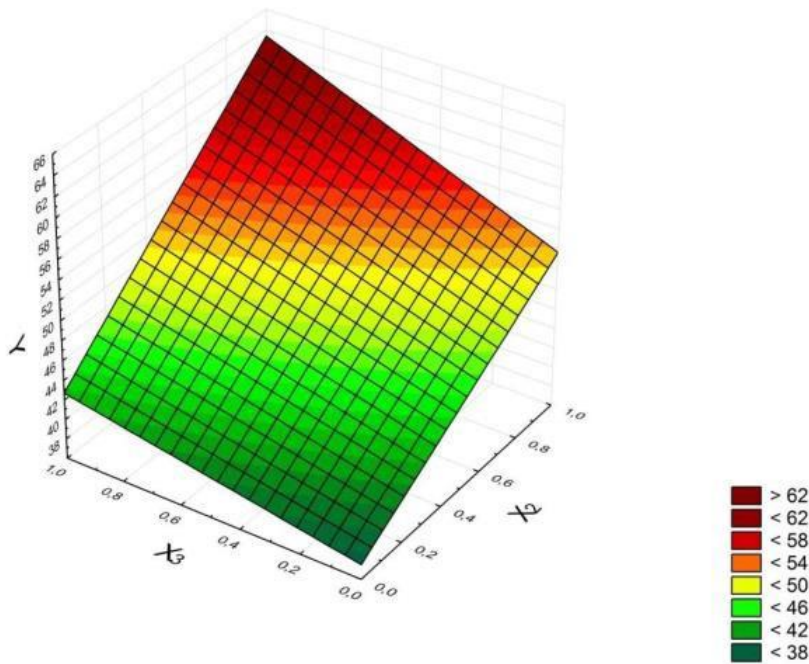


Рис. 5. Поверхні відгуку $Q = f(T, p)$

Від реагуючих поверхонь є основою для проведення майбутніх досліджень для визначення оптимальних значень концентрації мийного засобу, тобто для досягнення оптимального значення, при якому підвищення концентрації мийного засобу істотно не впливає на очищення деталей.

Висновки. За результатами проведених експериментів можна зробити висновок, що найбільший вплив на процес миття деталей в ультразвуковій ванні має температура розчину та тривалість процедури миття. На рис. 4–6 залежності майже лінійні, збільшення всіх параметрів збільшує відсоток вимитих забруднюючих речовин.

ТакіУ міру того як практика технічного обслуговування машин розвивається, ультразвукове очищення стає одним із найефективніших методів підтримки чистоти та функціонування критичних компонентів машини. Він використовується для глибокого очищення таких систем, як впускні колектори, система рециркуляції вихлопних газів (EGR) та інші критичні частини двигуна.

1. Будь-яка чистка складних компонентів. Ультразвукове очищення використовує високочастотні звукові хвилі для створення мікроскопічного очищення бульбашок, які видаляють нагар, нагар, жир та інші забруднення навіть у важкодоступних місцях. Це робить метод ідеальним для очищення таких систем, як впускний колектор і система EGR, забезпечуючи високу продуктивність двигуна після обслуговування.

2. Економте час і ресурси. Ультразвукові ванни значно скорочують час очищення деталей. Замість трудомісткого ручного очищення ультразвукові ванни виконуються набагато швидше, що дозволяє механікам Зосередьтеся на інших важливих завданнях і підвищте продуктивність АЗС.

3. Безпека матеріалу і екологічність. Ультразвукове очищення не руйнує чутливі матеріали, такі як алюміній або пластик, і використовує менш

агресивні розчини. Це знижує негативний вплив на навколишнє середовище і продовжує термін служби компонентів.

Практичний приклад: Очищення впускних колекторів і систем рециркуляції відпрацьованих газів Системи впуску повітря та рециркуляції відпрацьованих газів часто забиваються накопиченням бруду

Сажа та інші відкладення, які можуть призвести до збільшення витрати палива та зниження продуктивності двигуна. Ультразвукове очищення ефективно усуває ці проблеми та забезпечує максимальну продуктивність двигуна.



Ось деталі «до» очищення



Фото: Подробиці "після" очищення

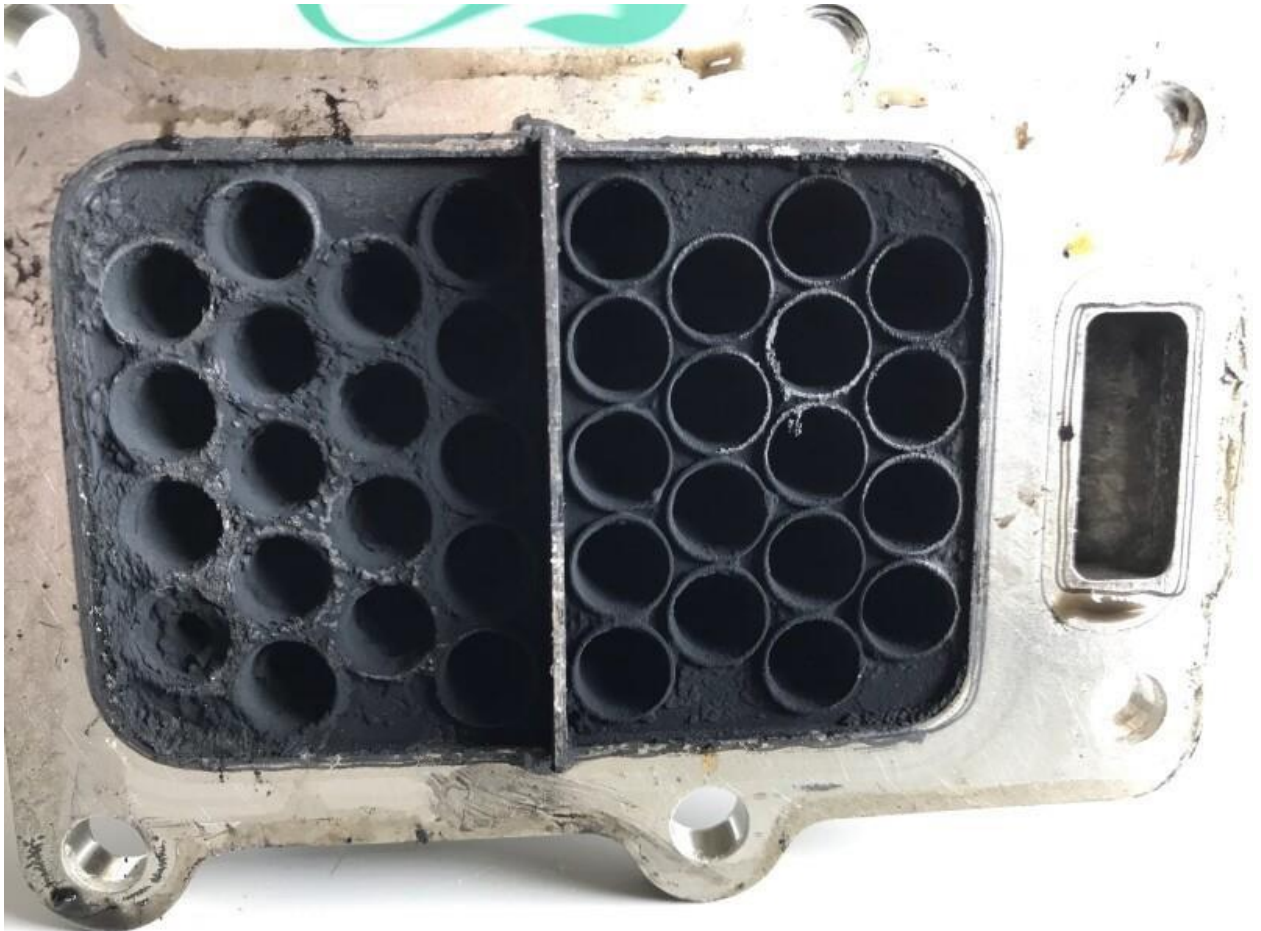


Фото деталі «до» очищення



Фото: Подробиці "після" очищення



Фото деталі «до» очищення



Фото: Подобиці "після" очищення

Для майстерень, які пропонують ультразвукову чистку, це можливість надати якісну послугу, яка скорочує час обслуговування та підвищує задоволеність клієнтів. Крім того, це дає вам конкурентну перевагу на ринку, допомагаючи майстерням підвищити свою ефективність.

Похідна ультразвукова чистка є сучасним і ефективним методом. Технічне обслуговування автозапчастин, що дозволяє підтримувати оптимальну продуктивність двигуна, зменшувати витрати на обслуговування та покращувати екологічність процесу.

ВИСНОВКИ

1. ПТДС має досвід надання послуг з обслуговування та ремонту дизель-генераторних установок; має постійних клієнтів, що забезпечує стабільну роботу АЗС (СТО) з моменту її відкриття.
2. Розроблений пристрій для промивання розпилювачів дозволяє збільшити частку відповідних деталей до 18% ремонтного фонду.
3. Професійний аналіз усіх цих характеристик дозволяє зробити висновок, що компанія в цілому є технічно та технологічно оснащеною та має прозору організаційну структуру.
4. Подальший технологічний розвиток міг би стосуватися вдосконалення існуючого обладнання для ремонту та обслуговування дизельних форсунок, зокрема найбільш поширеного обладнання для очищення форсунок від нагару.
5. Розроблена ультразвукова ванна забезпечує гарантоване очищення форсунок та інших деталей відповідно до інструкцій з технічних прийомів експлуатації.
6. Завдяки новій схемі управління очищення деталей буде на 30% повніше, що зменшить витрату запасних частин
7. Проект прибутковий. Термін окупності 1,8 року.

Конкурентоспроможність автотракторної техніки безпосередньо залежить від терміну служби двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ). Від якості їх виготовлення та обслуговування залежить надійність, економічність, мінімізація негативних екологічних наслідків експлуатації. Найбільш складними вузлами ДВС з погляду виготовлення та матеріаломісткості є корпусні вироби. Їх, як та інших деталей двигуна, поруч із вимогами точності щонайменше важливими є вимоги промислової чистоти. Утворення забруднень на робочих поверхнях у процесі виготовлення та експлуатації призводить до прискореного зносу пар тертя, засмічення масляних каналів і, як наслідок, до зниження і навіть втрати працездатності.

З-за високої вартості корпусних деталей технології, що дають змогу продовжити їх термін служби або повернути в повторну експлуатацію, економічно ефективні та затребувані. Сучасні технології відновлення деталей машин дозволяють досягти нормативних експлуатаційних показників. У процесі виготовлення нових та відновлення зношених корпусних деталей ДВЗ виняткову роль відіграють мийно-очисні технології. Особливу складність представляє очищення від забруднень корпусних виробів, що їх великими розмірами, конструктивною складністю, наявністю великої кількості різних наскрізних і глухих отворів, каверн та інших важкодоступних місць. Одним з найбільш ефективних способів очищення корпусних деталей ДВЗ є ультразвуковий. Ультразвукове очищення – широко відомий метод видалення з поверхні деталей забруднень, вона, що особливо важливо, забезпечує високу продуктивність та якість очищення поверхні, а також дозволяє виключити з технологічного процесу пожежо- та вибухонебезпечні мийочі середовища, підвищити загальну культуру виробництва. Разом з тим, очищення корпусних деталей ДВЗ, у тому числі з використанням ультразвуку, є проблемою, не вирішеною повною мірою до теперішнього часу.

Мета роботи: розробка ефективної технології очищення корпусних деталей ДВЗ із використанням ультразвуку.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися такі:

- обосня ефективності застосування ультразвукового очищення для забезпечення промислової чистоти корпусних деталей ДВС;
- ввиявлення основних акустико-технологічних факторів, що визначають ефективність ультразвукового очищення, та їх оптимізація;
- розробка науково-технічних рішень, що забезпечують підвищення якості ультразвукового очищення;
- розробка технології та обладнання ультразвукового очищення корпусних деталей ДВЗ.

Об'єкти дослідження - Корпусні деталі автотракторних двигунів: блоки циліндрів, головки блоків циліндрів.

Методика досліджень включала теоретичне та експериментальне дослідження впливу ультразвукової рідинної обробки на видалення забруднень з поверхні об'єктів дослідження.

Як показав аналіз літературних даних, ультразвукове очищення є складним, багатофакторним процесом і, у зв'язку з цим, потрібне створення автоматизованої системи управління технологічним процесом, яка дозволить контролювати та підтримувати режими обробки в оптимальних значеннях.

Незважаючи на явні переваги ультразвукового очищення, її широкому промислому застосуванню перешкоджає недостатня ефективність наявного

обладнання, його висока енергоємність, а також відсутність автоматизації.

Аплітка, частота коливань торця випромінювача та температура миючого середовища контролювалися з використанням комплексу вимірювальних віртуальних приладів на основі аналізатора спектру ZETLAB A-19, вимірювальних датчиків та персонального комп'ютера.

Фізико-хімічні характеристики миючого середовища, такі як щільність, в'язкість, концентрація активних компонентів контролювалися відповідно за допомогою ареометра АОН-1, віскозиметра Fungilab EXPERT L, електронних ваг AND GF-1000.

Як показано в результатах багатьох досліджень, основним фактором, що визначає ефективність ультразвукового очищення, є ерозійна активність кавітаційної області, що формується в полі ультразвукової коливальної системи (УЗКС). Оцінка ерозійної активності кавітаційної області проводилася інтегральними методами щодо руйнування модельних забруднень і твердих тіл у кавітаційному полі за втратою маси та площі пошкоджень. Як модельні забруднення використовувалися каніфоль і графітне консистентне мастило. Дослідження ерозійної активності з втрат маси проводилося з використанням ерозійних тест-об'єктів у вигляді алюмінієвих циліндрів. Масштаб ерозійного впливу, а також топографія кавітаційної області оцінювалися за площею та характером ушкоджень алюмінієвої фольги. Для сукупної оцінки кавітаційних ефектів використовувався комплексний підхід, який полягає у застосуванні одночасно кількох способів контролю.

У роботі запропоновано оригінальну методику оцінки ерозійних пошкоджень алюмінієвої фольги, що полягає у визначенні площі її пошкоджень з використанням програм обробки зображень.

Процінка зі спаду маси та площі пошкоджень тест-об'єктів проводилася з метою визначення впливу акустико-технологічних факторів на топографію кавітаційної області.

Для уточнення технологічних режимів проводилися експерименти щодо очищення реальних об'єктів на режимах, визначених під час використання тест-об'єктів.

Фізико-хімічні властивості миючого середовища мають важливий вплив на ефективність кавітаційного впливу. Експериментальні дослідження рідин з різною щільністю та в'язкістю дозволили визначити ефективний діапазон в'язкості від 1 до 30 сПз, густини від 1000 – 1200 кг/м³, у якому ерозійна активність ультразвукового поля максимальна. На підставі проведених досліджень в якості ефективного миючого технологічного середовища обраний водний розчин Na₃PO₄*12H₂O, що володіє високою миючою здатністю, відсутністю токсичної дії на навколишнє середовище, пожежо- та вибухобезпекою. Ефективна концентрація Na₃PO₄*12H₂O та температура миючого середовища визначаються за максимальною ерозійною активністю (рис. 1).

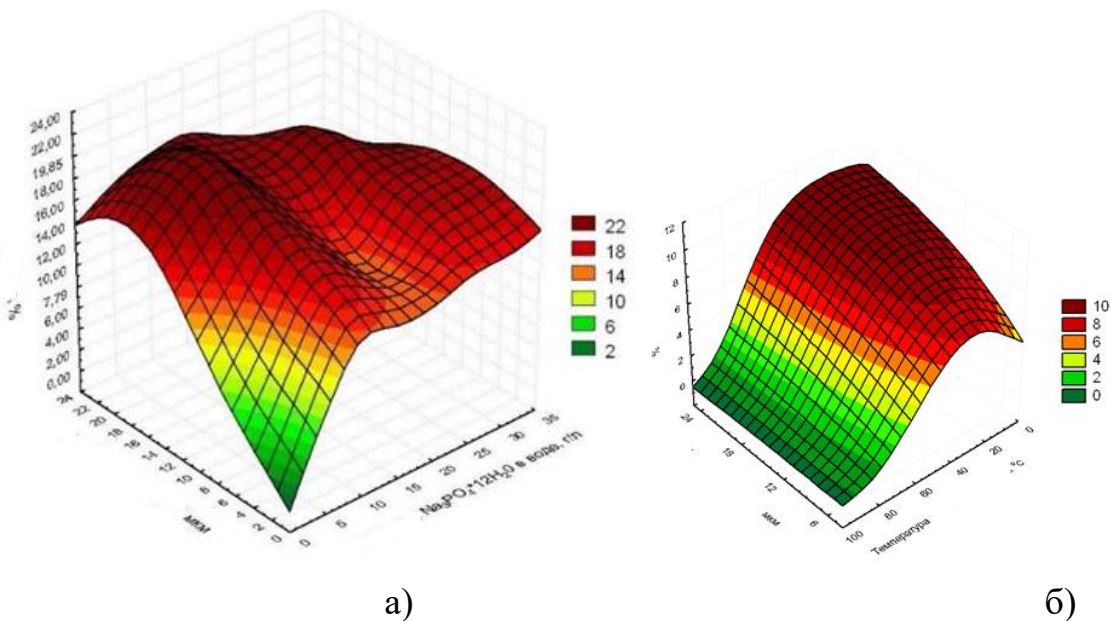


Рис. 1. Залежність ерозійних ушкоджень алюмінієвої фольги від: а) концентрації $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ($T=20^\circ\text{C}$); б) температури миючого розчину (концентрація $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ – 20 г/л)

На високоамплітудному режимі обробки ($\xi \geq 12,5$ мкм) (рис. 1) спостерігається висока ерозійна активність кавітаційного поля при підвищенні концентрації $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ до значення 20 г/л та температури миючого середовища до 60°C . Збільшення концентрації $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ понад 20 г/л та температури 60°C призводить до зменшення кавітаційної ерозії, що, на наш погляд, пов'язане зі збільшенням тиску насиченої пари. Для забезпечення високої ерозійної та хімічної активності прийнято концентрацію $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 20 г/л і температуру миючого розчину $50 - 60^\circ\text{C}$.

У роботі проведено вибір технічних рішень, що дозволяє забезпечити ефективне очищення корпусних деталей автотракторних двигунів. Експериментально досліджувалися топографії ультразвукового поля циліндричних, пластинчастих та стрижневих випромінювачів.

Цабондрические випромінювачі ЦМС-8 володіють високою ерозійною активністю ультразвукового поля в області, сконцентрованої поблизу осі випромінювача.

Ідослідження топографії кавітаційної області пластинчастого випромінювача ПМС-2,5-18 виявило нерівномірність розподілу ерозії площею випромінюючої пластини. Максимальна ерозійна активність спостерігається у безпосередній близькості до випромінюючої пластини та зменшується при віддаленні тест-об'єкта. Потужність потужності перетворювача ПМС-2,5-18 складає $N = 2,5$ кВт, при цьому питома акустична потужність $N_{уд}$ не перевищує 3 Вт/см². Забезпечити рівномірний вплив кавітації при очищенні площинними випромінювачами можна за рахунок переміщення поверхні очищення щодо випромінювача. Подібна схема призведе до збільшення необхідного ефективного обсягу технологічної ванни, підвищення енерговитрат та тривалості очищення.

Прододається для очищення корпусних деталей ДВС, використовувати динамічний режим обробки, коли стрижнева УЗКС переміщається щодо поверхні очищення. Послідовний локальний вплив ультразвукового випромінювача дозволяє забезпечити задану якість, високу продуктивність та енергоефективність операції очищення.

Цялиною побудови моделі є виявлення залежності кількості забруднення, що видаляється, з поверхні за один прохід інструменту від амплітуди коливань торця випромінювача, відстані і швидкості переміщення випромінювача.

Розглянемо одновимірну математичну модель переміщення прямокутного випромінювача довжиною L і шириною B з постійною швидкістю V вздовж поверхні очищення довжиною a , на якій знаходиться рівномірний шар забруднень G з відносною щільністю приведеної початкового забруднення G_0 .

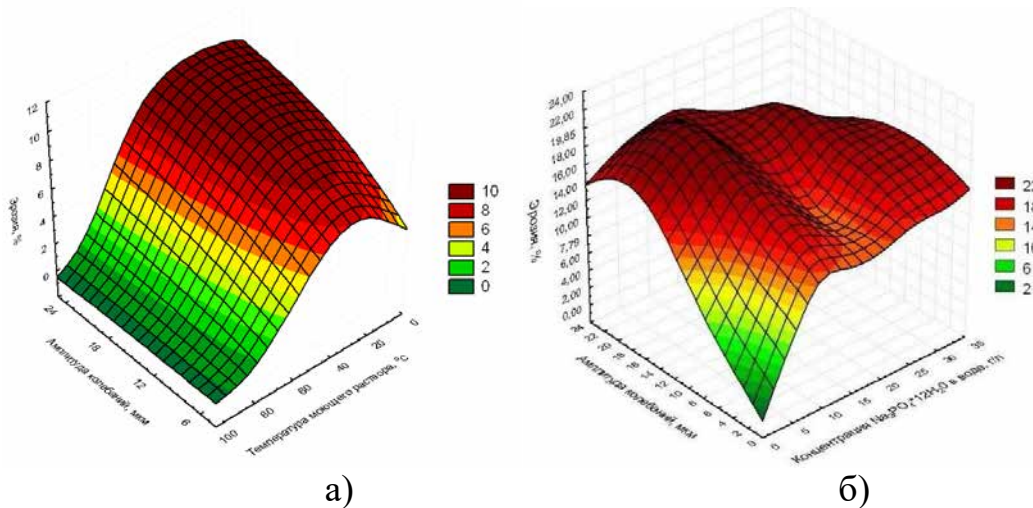


Рис. 1. Залежність ерозійних ушкоджень алюмінієвої фольги від: а) концентрації $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ($T=20^\circ\text{C}$); б) температури миючого розчину (концентрація $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ – 20 г/л)

У початковий момент часу лівий край випромінювача має координату $x = 0$, кінцеве положення випромінювача характеризується координатою лівого краю ізлучателя $x = a - L$. Розглянемо процес очисовання забрудненої поверхні, розділивши його на три ділянки (рис. 3).

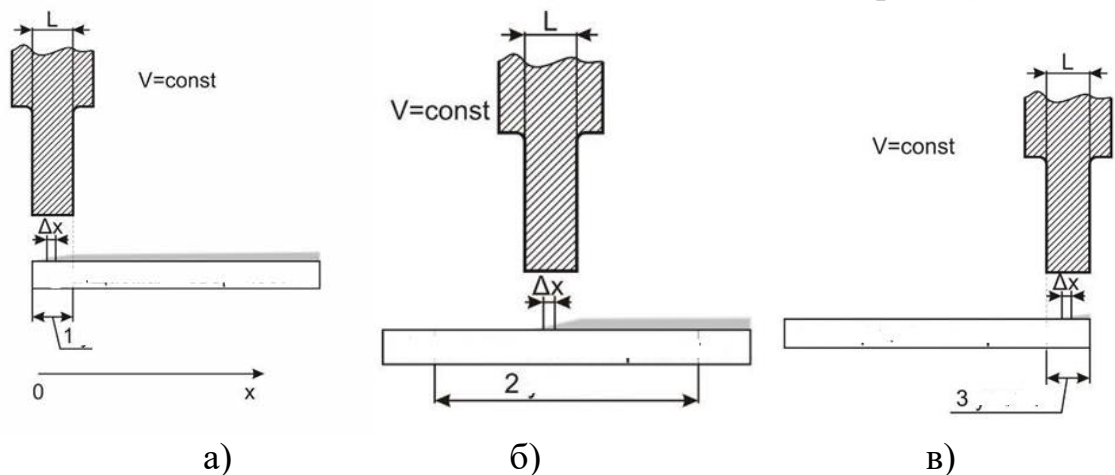


Рис. 3. Схема математичної моделі: а) першу ділянку очищення; б) друга ділянка очищення; в) третю ділянку очищення

На першій ділянці (рис. 3 а) випромінювач тільки починає свій рух, значення координат x знаходиться в інтервалі $0 < x \leq L$ кількість забруднень, що видаляються, зростає.

Розроблена математична модель перевірялася експериментально. Обробка проводилася стрижневою УЗКС, що переміщається зі швидкістю $V=6$ мм/с, на низькоамплітудному режимі обробки при амплітуді коливань випромінювача (= 5 мкм) високоамплітудному при (= 20 мкм) на різних відстанях від поверхні, що випромінює, до тест-об'єкта (рис. 4).

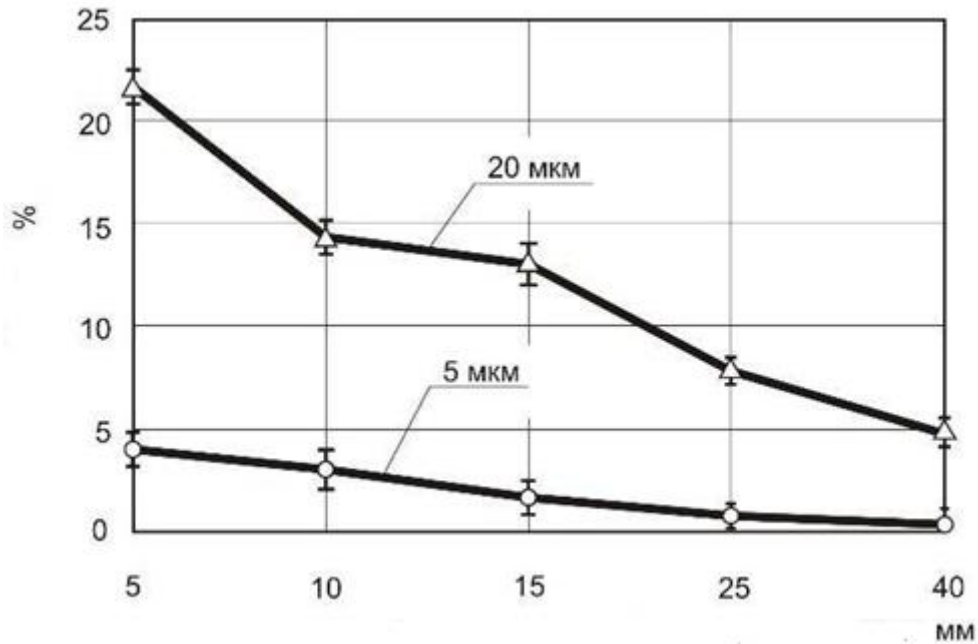


Рис. 4. Залежність площі ерозійних ушкоджень тест-об'єкта при переміщенні випромінювача зі швидкістю 6 мм/с від амплітуди коливань та відстані

Площа пошкоджень алюмінієвої фольги при високоамплітудному режимі обробки істотно більше (при відстані 5 мм більш ніж у 3,5 рази), ніж при обробці на низькоамплітудному режимі. Викликано це присутністю більшої кількості кавітаційних бульбашок при високоамплітудному режимі обробки, що впливають активніше і, як наслідок, залишають більше пошкоджень на тест-об'єкті. Виходячи з цього можна зробити висновок, що технологічно ефективно застосовувати високоамплітудний режим обробки для очищення корпусних деталей ДВЗ.

Дослідження технологічних можливостей випромінювача, що переміщається, проводилося в діапазоні швидкостей від 6 до 50 мм/с (рис. 5).

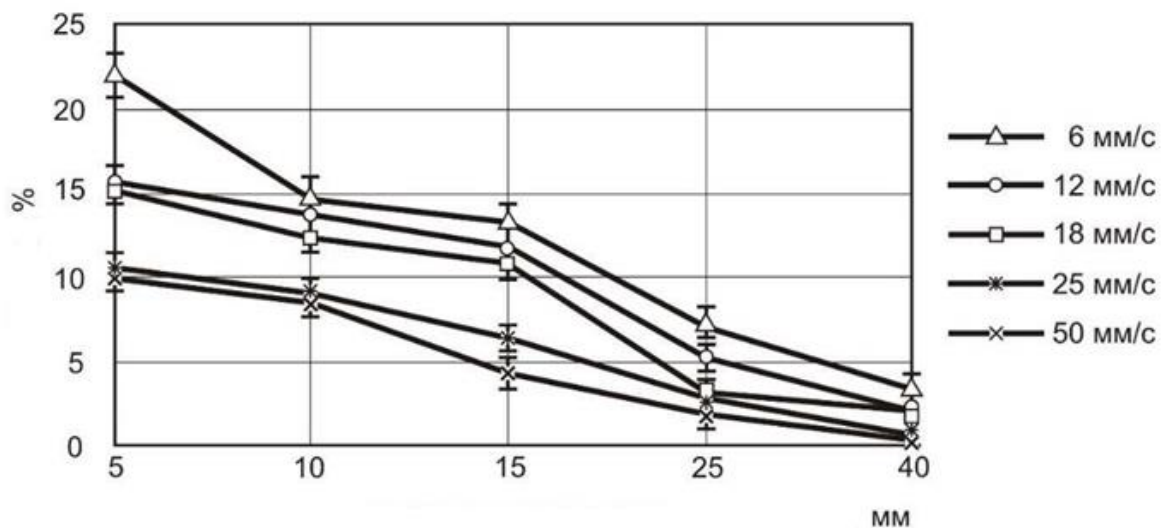


Рис. 5. Зміна ерозії високоамплітудного режиму обробки від швидкості переміщення випромінювача та відстані до випромінювача

Максимальні значення ерозії спостерігаються за мінімальної відстані до тест-об'єкта, що спричинено утворенням зони розвиненої кавітації, розташованої в безпосередній близькості до поверхні випромінювача.

Ідослідження комплексного впливу таких факторів, як амплітуда коливань ζ , швидкість переміщення випромінювача V , відстань від випромінювача до

поверхні очищення h на тривалість процесу очищення проводилося з використанням методики планування багатofакторних експериментів з метою отримання рівнянь регресії.

Значення початкових параметрів, інтервали варіювання та встановлені рівні наведені в табл. 1.

Таблиця 1.

Досліджувані фактори	ξ , мкм	V , мм/с	h , мм
Основний рівень (0)	20	18	10
Інтервал варіювання (I)	7	8	5
Верхній рівень (+1)	27	26	15
Нижній рівень (-1)	13	10	5
точка $+\alpha$, (+1,682)	32	31	18
точка $-\alpha$, (-1,682)	8	5	2

Проведені згідно з планом експерименту математичні розрахунки дозволили отримати рівняння регресії в натуральних значеннях:

$$t = 321,76 - 16,58(-5,93v - 9,47h + 0,17(v + 0,13(h + 0,07vh + 0,25(2 + 0,06v^2 + 0,29h^2))) \quad (6)$$

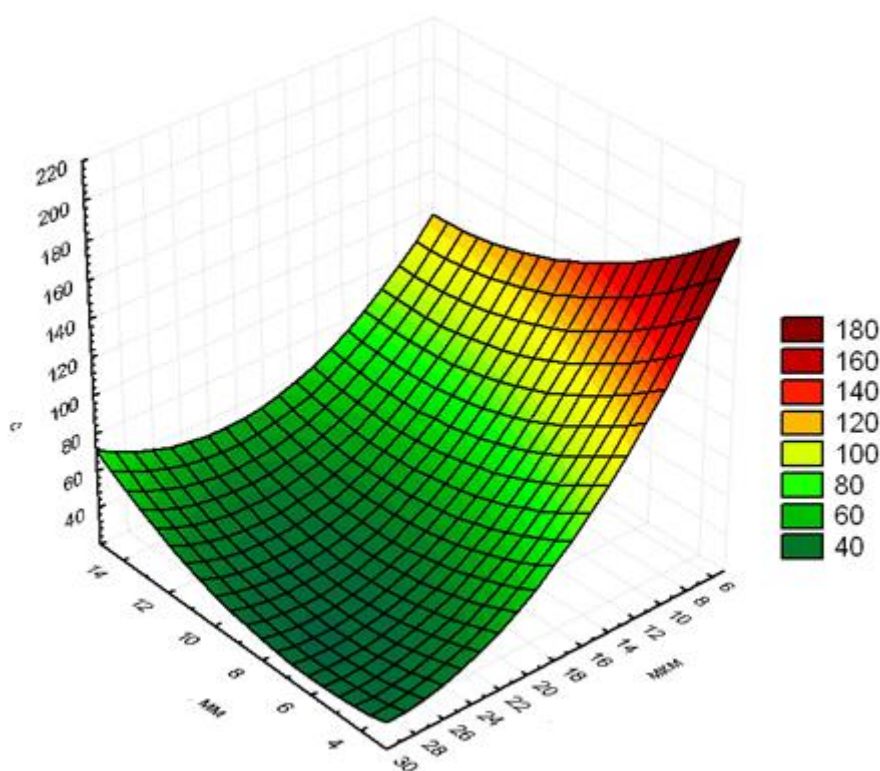


Рис. 6. Залежність тривалості очищення t від амплітуди коливань ξ і відстані h при $V=7$ мм/с

Максимальна величина коефіцієнтів регресії в рівнянні (6) знаходиться при амплітуді коливань випромінювача та відстані від випромінювача до очищення. З чого випливає, що вони мають найбільший вплив на тривалість очищення. Відомо, що зі збільшенням амплітуди відбувається звуження зони розвиненої кавітації і вона починає прилягати ближче до випромінювача, тому спільне збільшення амплітуди та відстані викликає підвищення очищення. Мінімальний час очищення досягається при збільшенні амплітуди та зменшенні відстані.

Графічна залежність тривалості очищення від амплітуди коливань та

відстані представлена на рис. 6.

Корпусні деталі ДВС, як правило, мають розвинену мережу каналів та внутрішніх порожнин. Експериментальне дослідження існуючих схем очищення отворів (рис. 7) виявило високу ефективність застосування випромінювача, що переміщається, з подачею струменя миючої рідини через його робочу частину (рис. 7, б). Такий технологічний прийом дозволяє збільшити швидкість очищення в 1,5 рази в порівнянні з очищенням штирьковим випромінювачем (рис. 7 а) і в 25 рази при очищенні простим ступінчастим випромінювачем (рис. 7 в).

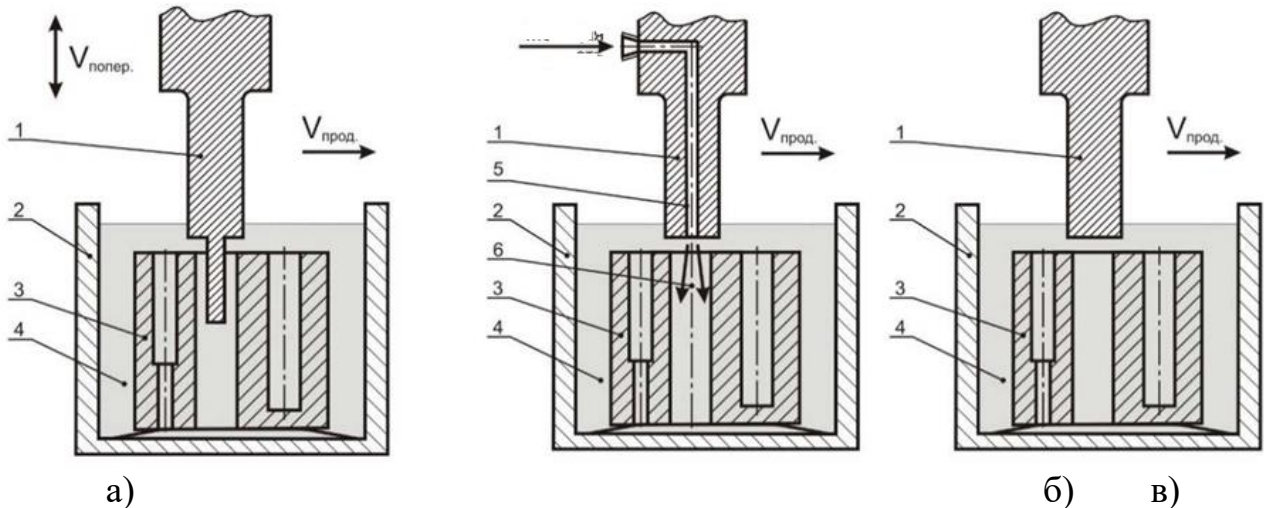


Рис. 7. Схеми проведення ультразвукового очищення отворів:

а) штирьковим випромінювачем; б) випромінювачем з подачею миючої рідини; в) ступінчастим випромінювачем: 1 - випромінювач; 2 – технологічна ванна; 3 – об'єкт, що очищається; 4 – миюча рідина; 5 - канал подачі миючої рідини; 6 – зона розвиненої кавітації

Швидкість потоку технологічної рідини впливає топографію ультразвукового поля. Збільшення швидкості потоку викликає переміщення в глиб технологічного об'єму ерозійно-активної області, що обумовлює зміну топографії ультразвукового поля.

Про основні етапи створення автоматизованої системи ультразвукового очищення корпусних деталей ДВЗ:

- розробка апаратно-програмного комплексу, що забезпечує можливість вибору технології для конкретного об'єкта обробки, підтримання заданого режиму роботи коливальної системи, відображення технологічних параметрів обробки в режимі реального часу;
- розробка та створення технологічної установки, що забезпечує координатне переміщення ультразвукового випромінювача відповідно до профілю очищуваної поверхні;
- розробка керуючої програми задля забезпечення роботи установки під час управління процесом від зовнішнього персонального комп'ютера.

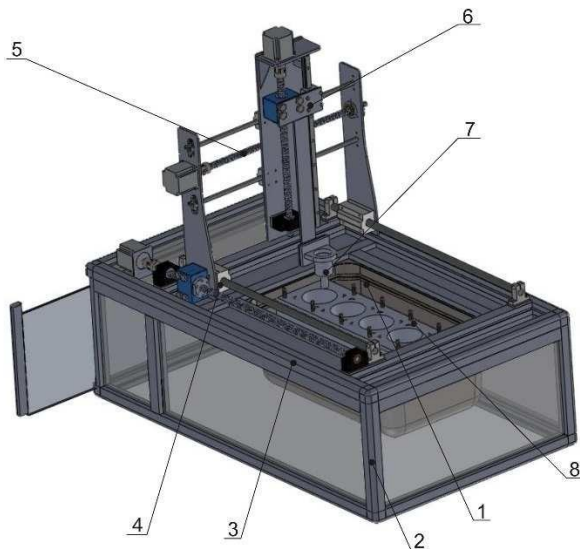


Рис. 9. Зовнішній вигляд у збиранні установки координатного ультразвукового очищення: 1 – технологічна ванна; 2 – каркас нижнього блоку; 3 – каркас верхнього блоку; 4 – привід поздовжнього переміщення випромінювача; 5 – привід поперечного переміщення випромінювача; 6 – привід вертикального переміщення випромінювача; 7 – УЗКС; 8 – поверхня очищення.

У САD-системі створюється об'ємна модель деталі, що очищається (мал. 11.а). Далі модель імпортується в САМ-систему, в якій відбувається формування УПО. поверхнями, а також профіль поверхні очищення, за яким програма здійснює розрахунок траєкторії переміщення випромінювача (рис. 11. б).

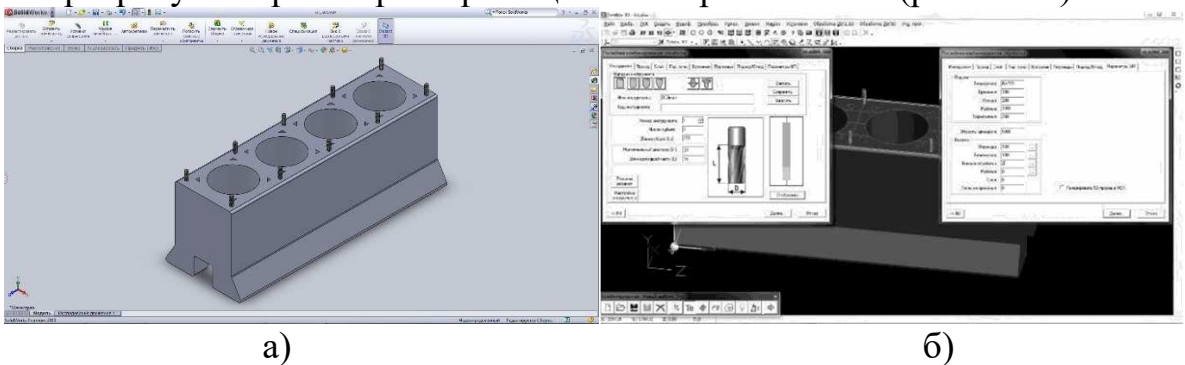


Рис. 11. Створення 3D-моделі об'єкта (а) та вибір параметрів обробки (б)

Прта створення технології ультразвукового очищення корпусних деталей автотракторних двигунів враховувалися технічні характеристики коливальних систем, результати експериментальних досліджень та особливості комплексу автоматизованого очищення.

Технологічний процес очищення корпусних деталей автотракторних двигунів складається з наступних операцій:

- *Ізолююче ультразвукове очищення.* Для інтенсифікації процесу розм'якшення забруднень, що важко видаляються, пропонується використовувати установку трикоординатного очищення стрижневої УЗКС, що переміщається. Швидкість переміщення випромінювача $V=18$ мм/с, амплітуда коливань $\zeta=20$ мкм, технологічний проміжок $h=9$ мм, миюче середовище – вторинний водний розчин $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ при $T=20^\circ\text{C}$.

- *Основне ультразвукове очищення.* Режими процесу підбираються автоматично за наслідками експериментальних досліджень. Тривалість процесу очищення залежить від геометричної складності і розмірів деталі, що очищається.

- *Ополіскування та пасивація.* Проводяться способом занурення в окремі ванні, що містять розчин, що пасивує.

- *Сушка.* Обдув холодне і гаряче повітря. Час сушіння встановлюється залежно від конструктивної складності деталі.

Економічний ефект від впровадження технології та обладнання ультразвукового очищення досягається за рахунок підвищення ефективності очищення шляхом локального впливу потужного ультразвуку, збільшення продуктивності, автоматизації процесу обробки, зниження енергетичних витрат.

Проведене техніко-економічне обґрунтування дозволило встановити зниження енергоємності розробленого технологічного процесу очищення на 50% і збільшення продуктивності процесу очищення в 1,5 рази в порівнянні з застосуванням ванн з площинними УЗКС.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. В результаті проведених теоретичних та експериментальних досліджень розроблено технологію та обладнання для ультразвукового очищення корпусних деталей ДВЗ, що дозволяють підвищити продуктивність процесу, якість операції, знизити енергетичні витрати, відмовитися від використання дорогих, токсичних, пожежонебезпечних миючих розчинів.

2. Розроблено методику моніторингу основних технологічних параметрів ультразвукової обробки за допомогою концепції віртуальних приладів на основі вимірального комплексу ZETLAB, що дозволяє здійснювати контроль комплексу параметрів у режимі реального часу.

3. Розроблено оригінальну методику дослідження кавітаційних пошкоджень тест-об'єктів з використанням графічних редакторів, яка дозволяє знизити трудомісткість та підвищити продуктивність експериментів з оцінки кавітаційної ерозії.

4. На основі результатів багатофакторного планування та проведення експериментів розроблено математичні моделі, що встановлюють вплив таких технологічних факторів як амплітуда коливань, відстань, швидкість переміщення випромінювача на кількість забруднень.

5. Результатами теоретичних та експериментальних досліджень показано, що найбільша ефективність процесу ультразвукового очищення корпусних деталей ДВС досягається при використанні стрижневих УЗКС, що мають можливість управління питомою акустичною потужністю в широкому діапазоні від 1 до 50 Вт/см².

6. Результати теоретичних та експериментальних досліджень лягли в основу розробленого технологічного процесу ультразвукового очищення корпусних деталей ДВЗ, де як джерело ультразвуку використовується стрижнева УЗКС з можливістю тривимірного переміщення заданими координатами.

7. Предложен автоматизований комплекс моніторингу та управління технологічним процесом ультразвукового очищення, що дозволяє забезпечувати оптимальні акустико-технологічні характеристики процесу в залежності від конструктивних особливостей деталей, що очищаються, і ступеня їх забрудненості.

8. Звиготовлено оригінальну технологічну установку з числовим-програмним управлінням, в якій інструмент переміщається по трьох координатних осях в автоматичному режимі. У генерованій керуючій програмі очищення з використанням CAD-CAM систем міститься інформація про форму оброблюваної поверхні, швидкість переміщення і підтримуваний зазор між випромінювачем і поверхнею.

9. Техніко-економічний ефект розроблених технології та обладнання складається зі зниження тривалості процесу очищення та підвищення продуктивності у 1,5 раза, підвищення енергоефективності у 2 рази.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бондар А. М. та ін. Технічне обслуговування мехатронних систем: навчально-методичний посібник для самостійної роботи. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2021. 140 с.
2. Sheichenko, V., Petrachenko, D., Rogovskii, I., Dudnikov, I., Shevchuk, V., Sheichenko, D., Derkach, O., Shatrov, R. (2024). Determining patterns in the separation of hemp seed hulls. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (1 (130)), 54–68. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.309869>.
3. Aulin, V., Rogovskii, I., Lyashuk, O., Tykhyi, A., Kuzyk, A., Dvornyk, A., Derkach, O., Lysenko, S., Banniy, O., Hrynkiv, A. (2024). Revealing patterns of change in the tribological efficiency of composite materials for machine parts based on phenylone and polyamide reinforced with arimide-T and fullerene. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (12 (129)), 6–19. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.304719>.
4. Rogovskii Ivan, Sivak Igor, Shatrov Ruslan, Nadtochiy Oleksandr. Agroengineering studies of tillage and harvesting parameters in soybean cultivation. *Engineering of Rural Development*. 2024. Vol. 23. P. 965-970. DOI: 10.22616/ERDev.2024.23.TF195.
5. Yablonskyi P., Rogovskii I., Sobczuk H., Virchenko G., Volokha M., Vorobiov O. (2024). Computational approach to geometric modeling of plow bodies. *Journal of Engineering Sciences (Ukraine)*, Vol. 11(1), 2024, pp. E9–E18. [https://doi.org/10.21272/jes.2024.11\(1\).e2](https://doi.org/10.21272/jes.2024.11(1).e2)
6. Sheichenko, V., Petrachenko, D., Koropchenko, S., Rogovskii, I., Gorbenko, O., Volianskyi, M., Sheichenko, D. (2024). Substantiating the rational parameters and operation modes for the hemp seed centrifugal dehuller. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (1 (128)), 34–48. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.300174>.
7. Aulin, V., Rogovskii, I., Lyashuk, O., Titova, L., Hrynkiv, A., Mironov, D., Volianskyi, M., Rogatynskyi, R., Solomka, O., Lysenko, S. (2024). Comprehensive assessment of technical condition of vehicles during operation based on Harrington's desirability function. *Eastern-European Journal of Enterprise*

Technologies, 1 (3 (127)), 37–46. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.298567>.

8. Rogovskii I.L., Reznik N.P., Osadchuk N.V., Ivanova T.M., Zinchenko M.M., Melnyk L.Yu., Ryzhakova H. (2024). Institutional aspects of development of budget system: theory and practice of Ukraine. *Studies in Systems, Decision and Control*, vol 489. pp 925–937. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-36895-0_78.

9. Rogovskii, I.L., Reznik, N.P., Druzhynin, M.A., Titova, L.L., Nychay, I.M., Nikulina, O.V. (2024). Non-uniform field of concrete deformations of circular cross-section columns under cross bending applying digital image correlation method. *Studies in Systems, Decision and Control*, vol 489. pp 939–951. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-36895-0_79.

10. Volokha M., Rogovskii I., Fryshev S., Sobczuk H., Virchenko G., Yablonskyi P. Modeling of transportation process in a technological complex of beet harvesting machines. *Journal of Engineering Sciences (Ukraine)*, 2023, Vol. 10(2), pp. F1-F9, doi: 10.21272/jes.2023.10(2).f1 Scopus

11. Romaniuk, W.; Rogovskii, I.; Polishchuk, V.; Titova, L.; Borek, K.; Shvorov, S.; Roman, K.; Solomka, O.; Tarasenko, S.; Didur, V.; Biletskii, V. Study of technological process of fermentation of molasses vinasse in biogas plants. *Processes*. 2022. 10. 2011. <https://doi.org/10.3390/pr10102011>. Q2

12. Ivan Rogovskii, Liudmyla Titova, Igor Sivak, Liudmyla Berezova, Andrii Vyhovskyi. Technological effectiveness of tillage unit with working bodies of parquet type in technologies of cultivation of grain crops. *Engineering for Rural Development*. 2022. Vol. 21. P. 884-890. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2022.21.TF279>.

13. Ivan Rogovskii, Liudmyla Titova, Ruslan Shatrov, Oleksandr Bannyi, Oleksandr Nadochiiy. Technological effectiveness of machine for digging seedlings in nursery grown on vegetative rootstocks. *Engineering for Rural Development*. 2022. Vol. 21. P. 924-929. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2022.21.TF290>.

14. Romaniuk W., Rogovskii I., Polishchuk V., Titova L., Borek K., Wardal W.J., Shvorov S., Dvornyk Y., Sivak I., Drahnev S., Derevjanko D. Study of methane fermentation of cattle manure in the mesophilic regime with the addition of

crude glycerine. *Energies*. 2022. Vol. 15. Issue 9. P. 3439. <https://doi.org/10.3390/en15093439>. Scopus Q2.

15. Kresan T., Pylypaka S., Ruzhylo Z., Rogovskii I., Trokhaniak O. Construction of conical axoids on the basis of congruent spherical ellipses. *Archives of Materials Science and Engineering*. 2022. Vol. 113(1). P. 13–18. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0015.6967>. Scopus Q2.

16. Rogovskii, I., Lyubarets, B., Borek, K. Analyticity of non-stationary processes of change in diagnostic parameters of hydrostatic transmissions of harvesters. *Machinery and Energetics*, 2022, 13(1), pp. 67–76.

17. Rogovskii, I.L. Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises. *Machinery and Energetics*, 2021, 12(1), pp. 137–146.

18. Rogovskii I. L. Resource of removal expenses for strong agricultural period of volume of operations. *Machinery and Energetics*. 2021. Vol. 12, Issue 2. P. 123–131. <https://doi.org/10.31548/machenergy2021.02.123>

19. Rogovskii, I.L. Influence of operating failure of agricultural machines on efficiency of their machine use. *Machinery and Energetics*, 2021, 12(3), pp. 157–166.

20. Rogovskii, I.L. Analyticity of complex criteria for evaluation of grain production in agricultural enterprises intensification of engineering management. *Machinery and Energetics*, 2021, 12(4), pp. 129–138.

21. Ivan Nazarenko, Iryna Bernyk, Oleg Dedov, Ivan Rogovskii, Mykola Ruchynskyi, Ivan Pereginets, Liudmyla Titova. Research of technical systems of processes of mixing materials. *Dynamic processes in technological technical systems*. Kharkiv: PC Technology Center. P. 57-76. <https://doi.org/10.15587/978-617-7319-49-7.ch4>. Scopus.

22. Study of reliability of technical systems reliability. *Dynamic processes in technological technical systems*. Kharkiv: PC Technology Center. P. 110-139. <https://doi.org/10.15587/978-617-7319-49-7.ch7>. Scopus.

23. Nazarenko I., Mishchuk Y., Mishchuk D., Ruchynskyi M., Rogovskii I., Mikhailova L., Titova L., Berezovyi M., Shatrov R. Determination of energy characteristics of material destruction in the crushing chamber of the vibration

crusher. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2021. Vol. 4(7(112)). P. 41–49. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.239292>. Scopus.

24. Kresan T., Pylypaka S., Ruzilo Z., Rogovskii I., Trokhaniak O. Rolling of a single-cavity hyperboloid of rotation on a helicoid on which it bends. Engineering Review. 2021. Vol. 41. No. 3. P. 106–114. <https://doi.org/10.30765/er.1563>. Scopus Q2. WoS.

25. I L Rogovskii, L L Titova, Yu O Gumenyuk, O V Nadtochiy Technological effectiveness of formation of planting furrow by working body of passive type of orchard planting machine IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2021 839. 052055. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/839/5/052055>

26. Igor Palamarchuk, Ivan Rogogvskii, Liudmyla Titova, Oleg Omelyanov. Experimental evaluation of energy parameters of volumetric vibroseparation of bulk feed from grain. Engineering for Rural Development. 2021. Vol. 20. P. 1761-1767. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2021.20.TF386>.

27. Rogovskii I.L., Titova L.L., Trokhaniak V.I., Borak K.V., Lavrinenko O.T., Bannyi O.O. Research on a grain cultiseeder for subsoil-broadcast sowing. INMATEH. Agricultural Engineering. 2021. Bucharest. Vol. 63. No 1. P. 385-396. <https://doi.org/10.35633/INMATEH-63-39>.