

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Механіко – технологічний факультет

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

Технічного сервісу та інженерного

(назва кафедри)

менеджменту імені М.П. Момотенка

Іван РОГОВСЬКИЙ

(підпис)

(ПБ)

« ____ » _____ 2025 р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ БАКАЛАВРА

на тему «Розробка технологічного процесу технічного обслуговування тракторів CLAAS з удосконаленням пристрою розбирання форсунок»

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Гарант освітньої програми

К.Т.Н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Сівак Ігор Миколайович

(ПБ)

Керівник дипломного проєкту бакалавра

К.Т.Н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Тітова Людмила Леонідівна

(ПБ)

Виконав

(підпис)

Ничай Валерій Ігорович

(ПБ)

КИЇВ – 2025

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет Механіко – технологічний

ЗАТВЕРДЖУЮ

**Завідувач кафедри Технічного сервісу та
інженерного менеджменту імені М.П. Момотенка**

д.т.н., проф. Роговський І.Л.
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)

«___» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломного проєкту бакалавра студенту

Ничаю Валерію Ігоровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

(код і назва)

Тема дипломного проєкту бакалавра «Розробка технологічного процесу технічного
обслуговування тракторів CLAAS з удосконаленням пристрою розбирання форсунок»

затверджена наказом ректора НУБіП України від «26» листопада 2024 р. № 2098 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру _____

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до дипломного проєкту бакалавра Матеріали первинного бухгалтерського
обліку, _____ нормативно – методичні матеріали, науково – технічна література

Перелік питань, які потрібно розробити:

1. Огляд тракторів компанії «Claas»
2. Технологія технічного обслуговування тракторів Claas
3. Аналіз технологічних процесів технічного обслуговування паливної системи тракторів
компанії «Claas»
4. Конструктивно-технологічна частина
5. Охорона праці та захист навколишнього середовища
6. Розрахунок економічного ефекту від вдосконалення пристрою для розбирання форсунок

Перелік графічних документів: Електронна презентація на 16 слайдів

Дата видачі завдання «10» вересня 2024 р.

Керівник дипломного проєкту бакалавра _____

(підпис)

Тітова Л.Л.

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

Ничай В.І.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Ничай В.І. «Розробка технологічного процесу технічного обслуговування тракторів CLAAS з удосконаленням пристрою розбирання форсунок»: дипломний проєкт бакалавра.

Табл. 7; рис. 22; список використаних джерел - 25.

У дипломному проєкті проаналізовано конструктивно-технічні характеристики тракторів компанії «CLAAS», а саме: модифікації, будову, експлуатаційні та технічні характеристики.

Обґрунтовано та виконано розрахунок технології технічного обслуговування тракторів компанії «CLAAS»: кількості ремонтно-обслуговуваних робіт тракторів, сумарної трудомісткості ремонтно-обслуговуваних робіт, режиму роботи і фонди часу, кількості виробничих робітників, кількості робочих місць та підбір устаткування поста ТО та їх технологічне планування.

Описано основні ознаки несправності форсунок дизельних двигунів, обґрунтовано вибір пристрою для розбирання форсунок та реалізовано його удосконалення.

Запроектовано заходи з охорони праці та захисту навколишнього середовища.

Визначення собівартості ремонтно-обслуговуваних робіт технічного обслуговування тракторів компанії «CLAAS».

Мета роботи - удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування тракторів CLAAS шляхом покращення пристрою розбирання форсунок.

Предмет роботи – пристрій розбирання форсунок тракторів CLAAS

Об'єкт розробки - технологічний процес технічного обслуговування тракторів компанії «CLAAS».

Завдання роботи

1. Проаналізувати особливості конструкції та основні несправності систем

Common Rail

2. Встановити причини нероботоздатності форсунок CR
3. Розробити пристрій для розбирання-складання форсунок CR
4. Розробити заходи з охорони праці і довкілля на паливній ділянці
5. Обчислити економічний ефект від впровадження розробки.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	3
ЗМІСТ.....	5
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ТРАКТОРІВ КОМПАНІЇ «CLAAS».....	9
1.1. Діяльність компанії «CLAAS».....	9
1.2. Серійні лінійки тракторів компанії «CLAAS».....	11
1.3. Технічне обслуговування тракторів.....	28
РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАКТОРІВ CLAAS.....	29
2.1. Розрахунок кількості технічних обслуговувань і поточних ремонтів тракторів за цикл.....	29
2.2. Розрахунок річної кількості ТО і ремонтів.....	30
2.3. Розрахунок річного обсягу робіт з ТО і ремонтів.....	33
2.4. Визначення річної виробничої програми мобільних ПТО.....	34
2.5. Розрахунок чисельності робітників для виконання ТО і ремонтів....	35
2.6. Розрахунок потрібної площі та вибір обладнання.....	35
2.7. Організація технологічного процесу виконання операцій на мобільних ПТО.....	37
РОЗДІЛ 3 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПАЛИВНОЇ СИСТЕМИ ТРАКТОРІВ КОМПАНІЇ «CLAAS».....	39
3.1. Загальна характеристика систем подачі палива Common Rail.....	39
3.2. Причини відмов форсунок Common Rail.....	45
3.3. Перевірка форсунки на діагностичному стенді.....	46
3.4. Технологія обслуговування форсунок.....	51
РОЗДІЛ 4 КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	54
4.1. Ознаки несправності форсунок дизельного двигуна.....	54
4.2. Несправності форсунок дизельного двигуна.....	54
4.3. Опис конструкції.....	55

4.4. Принцип роботи.....	56
4.5. Розрахунок силових параметрів пристрою.....	58
4.6. Розрахунок міцності гвинта.....	60
4.7. Технологія технічного обслуговування форсунок дизельних двигунів.....	60
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	63
5.1. Основні заходи з охорони праці та навколишнього середовища при виконанні ремонтно-обслуговуючих робіт.....	63
5.2. Основні вимоги до охорони праці для робітників.....	64
5.3. Розрахунок вентиляції і опалення.....	65
РОЗДІЛ 6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ ФОРСУНОК.....	67
ВИСНОВКИ.....	72
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	73
ДОДАТКИ.....	76

ВСТУП

Створення нової техніки потребує удосконалення бази технічного сервісу с.г. підприємств, які поки що не забезпечують якісного і своєчасного проведення усього комплексу заходів для підприємства роботоздатності техніки. Стан технічного діагностування і ставлення до нього, ще не відповідають сучасним вимогам.

Запровадження в Україні ринкової економіки, нових форм власності викликало докорінні зміни виробничих відносин у сфері агропромислового комплексу. Вони стосуються і служби технічного сервісу до якої відноситься весь комплекс послуг, що надаються виробникам та переробникам сільськогосподарської продукції у придбанні машин та обладнання з боку заводів-виробників, ремонтно-обслуговуючих підприємств і торгово-постачальних організацій. Останніми роками розроблено і освоєно виробництво тракторів малої потужності для фермерських і приватних господарств.

Потребують удосконалення організаційні форми технічного обслуговування. Покладання на механізаторів функцій, не пов'язаних безпосередньо з виробництвом сільськогосподарської продукції, не сприяє їх ефективній роботі.

Тому актуальним є пошук і впровадження таких форм організації праці, які б концентрували зусилля механізаторів на виконання основного завдання і максимально звільнили їх від турбот по обслуговуванню фермерських господарств, малих с.г підприємств для яких є недоцільним створення власної ремонтно-обслуговуючі бази і вони не в змозі організувати її на сучасному рівні.

Більшість ремонтно-технічних підприємств сьогодні перебувають на межі банкрутства. Основними негативними факторами, що впливають на розвиток ринку технічного обслуговування сільськогосподарських підприємств регіону є: скорочення обсягів ремонтного обслуговування, що визначає прискорене зношування сільськогосподарської техніки; неплатоспроможність сільськогосподарських підприємств, що призвела до зниження обсягів

технічного обслуговування підприємств аграрної сфери; зменшення прибутковості сільськогосподарських і ремонтно-технічних підприємств, що сприяло зниженню рівня заробітної плати в цих галузях і призвело до відпливу кадрів, у першу чергу висококваліфікованих; дроблення великих господарств колективно-пайової форми власності на дрібні, а також організація фермерських господарств, що зумовили збільшення потреби в різній техніці; порушення економічних зв'язків між ремонтно-обслуговуючими підприємствами й суб'єктами аграрної сфери, що викликало зниження працездатності машин, збільшення строків польових робіт і максимізувало вартість послуг, що надаються.

РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ТРАКТОРІВ КОМПАНІЇ «CLAAS»

1.1. Діяльність компанії «CLAAS»

CLAAS KGaA mbH (українською мовою вимовляється Клаас) - німецька машинобудівна компанія, великий виробник сільськогосподарської техніки. Штаб-квартира - у місті Харзевінкель (земля Північний Рейн - Вестфалія).

Власники і керівництво: Голова ради засновників компанії - Катріна Клаас.

Діяльність: CLAAS має 14 заводів в Європі, Азії та Америці, на яких працює понад 8 тис. чоловік. У Північній Америці продукція компанії поставляється під торговою маркою LEXION Catterpillar. У гамму продукції CLAAS входять зерно-та кормозбиральні комбайни, трактори, прес-підбирачі, кормові машини, телескопічні навантажувачі.

Оборот у 2024 році становив €5 млрд, що на 19% менше порівняно з попереднім роком. Також зазначається, що результат операційної діяльності (EBITDA) становив €584 млн (у попередньому році: €769 млн). Консолідований чистий прибуток за рік склав €253 млн, що також нижче за показник попереднього року в €347 млн. На думку компанії, причинами зниження прибутку стали низькі ціни виробників, високі відсоткові ставки та невизначеність, спричинена екстремальними погодними явищами та геополітичною напруженістю.

У галузі продукції CLAAS представив велику кількість нових продуктів, включаючи зернозбиральний комбайн Trion 740, вперше представлений в Європі, а також 7 великогабаритних косарок і нову комбінацію прес-підбирача та обмотувача. У сегменті телескопічних навантажувачів було представлено нові моделі Scorpion. Портфель доповнили й інші новинки, такі як трактор Neos 200 Comfort для садів та виноградників та комбайн Lexion 8900 Terra Trac для північноамериканського ринку.

Також було запущено новий сервіс CLAAS Connect - це, як зазначають в компанії, важлива віха для CLAAS і стартовий сигнал для нових цифрових пропозицій. Крім того, на потужностях CLAAS наразі проводяться масштабні

реконструкції.

Попри війну та спричинені нею негаразди, працювати українському фермеру потрібно, а для цього необхідні трактори. З причіпними знаряддями можна довго мудрувати, але до трактора завжди були однаково жорсткі вимоги - надійний, потужний, простий в експлуатації та економний у споживанні пального.

Особливо, якщо йдеться про трактори потужністю від 300 до 410 к.с. - справжні робочі конячки у більшості українських господарств, які напрацьовують утричі більше мотогодин за рік, аніж в Євросоюзі, і до яких чіпляють ззаду все, що завгодно, - від плуга до широкозахватної сівалки. Причому останніми роками виробники тракторів інтегрували у свої моделі цілу низку інтелектуальних систем, і кожен фермер прагне вибрати модель з оптимальним співвідношенням ціни, якості, електронних рішень та надійності.

Вибирати є з чого: на ринку України стабільно пропонують трактори потужністю 300+ кінських сил добрий десяток відомих світових брендів. Конкуренція у цьому сегменті надзвичайно жорстка, й нерідко боротьба за ціну йде за кожну сотню євро.

Однак, коли ми вибираємо флагманський трактор для господарства, то навряд чи тут варто дивитися лише на те, хто яку може зробити знижку. Адже такі машини зазвичай вибирають із розрахунком на безперебійну роботу впродовж принаймні 6–7, а часто й більше років.

Трактор має бути не лише надійним і передбачуваним, але й комфортним для роботи, споживати якомога менше пального (помножте хоча б один заощаджений літр солярки на 10 тис. гектарів, які пройде машина за 5 років). Навряд чи комусь сподобається незапланований вихід із ладу трактора в розпал передпосівного обробітку чи сівби. Потрібно вибрати моделі з реальним запасом міцності та придбавати техніку в надійного офіційного дилера.

З огляду на це, варто звернути пильну увагу на зростання популярності тракторів CLAAS AXION 950–920 саме на українському ринку. Сьогодні на наших полях працюють уже сотні таких машин, і їх кількість постійно

збільшується. Якщо ще років 7–8 тому CLAAS асоціювався передусім із винятковими за якістю роботи зерно- та кормозбиральними комбайнами, то нині — ще й з надійними високопродуктивними тракторами різних сегментів потужності.

1.2. Серійні лінійки тракторів компанії «CLAAS»

Серійна лінійка тракторів компанії CLAAS ARES 800

Трактор CLAAS ARES 800 повністю задовольняє потреби як великих господарств, так і специфіці робіт підрядних фірм.

Трактори оснащені сучасними економічними шестициліндровими 6,8-літровими двигунами з турбонагнітачами і електронним управлінням уприскуванням палива.

Задня навіска трактора здатна працювати з вантажем до 11,3 т., а фронтальний підйомник вражає максимальною підйнятною вагою в 5,3 т. Наявність сенсора навантаження гідросистеми Load Sensing дає можливість одночасно працювати з декількома керованими від гідравліки навісними знаряддями.



Рис. 1.1. Трактори компанії «CLAAS» ARES серії 800 (816, 826, 836)

Трактор «CLAAS» ARES 800 легко і швидко розгортається. Завдяки великому куту повороту керованих коліс в 55 градусів, трактору забезпечена виняткова маневреність з мінімальним радіусом повороту 4,9 м.

Кабіна ARES 800 відрізняється просторістю і винятковою зручністю.

Вона забезпечує відмінний огляд і зрозуміле керування. За комфорт відповідає система амортизації, що включає в себе до 8 окремих демпфуючих вузлів.

**Серійна лінійка тракторів «CLAAS» Ares серії 600/500
(615, 657, 697, 547, 557, 567, 577)**



Рис. 1.2. Трактори компанії «CLAAS» ARES серії 600/500
(615, 657, 697, 547, 557, 567, 577)

На модель ARES 600 встановлені сучасні 6,8- літрові 6-циліндрові турбодизелі, а на ARES 500 - сучасні 4,5-літрові 4-циліндрові двигуни оснащені турбонагнітачами. Завдяки електронному впорскуванню точно дозується паливо і забезпечується його мінімальна витрата. І у ARES 600, і у ARES 500 встановлені нові ефективні КПП HEXASHIFT, які пристосовані до кожної робочої ситуації. Автоматика коробки HEXACTIV самостійно перемикає передачі в обох напрямках руху до необхідної максимальної швидкості. З REVERSHIFT у Вашому розпорядженні еластична реверсивна КП, керувати якою можна кінчиками пальців. Для тракторів Клаас характерна потужна гідравліка з прогресивним керуванням від системи ELECTROPILOT з 3-ма контурами і 4-ма клапанами. Завдяки зручному джойстику забезпечується точність і швидкість при роботі з навісними знаряддями. Задня навісна система розвиває зусилля до 8,5 тонн, а фронтальний підйомник має вантажопідйомність до 3,8 тонн. Крісло водія оснащене великою кількістю регулювань. Елементи керування та

інструменти розташовані в оптимальних з точки зору ергономіки зонах. Також є система амортизації кабіни з 4-х еластичних елементів ATZ і круговий огляд в 320°.

Таблиця 1.1.

Технічні характеристики колісних тракторів «CLAAS» серії: Ares
816/826; 836/617; 657/697; 547/557; 567/577.

Марка трактора(CLAAS Ares)					
Показник	816/826	836/617	657/697	547/557	567/577
Двигун					
Тип	6 циліндровий	6 циліндровий	6 циліндровий	4- циліндровий	4-циліндровий
Модель	DPS 6068	DPS 6068	DPS 6068	DPS 4045	DPS 4045
Потужність, кВт	115/129	143/81	92/103	66/74	81/88
Номінальна частота обертання колінвала, об/хв	1800	2200	2200	1800	1000
Число циліндрів, шт.	6	6	6	4	4
Загальний об'єм циліндрів, л	7,12	7,12	7,12	4,75	4,75
Діаметр циліндрів/ хід поршня, мм	110x125	110x125	110x125	106/125	106/125
Максимальний крутний момент, Нм (кТс.М)	298	298	278	286	278
Коефіцієнт запасу крутного моменту, %	12	12	12	15	15
Місткість паливних баків, л	220	220	220	130	150
Питома витрата палива при номінальній потужності, г/кВт год(г/к.л.с)	229	240	240	240	240
Трансмісія					
Муфта зчеплення					
Коробка передач	Марка КП: Quadrishift. Автоматика КП: Quadractiv	Марка КП: Quadrishift. Автоматика КП: Quadractiv / Марка КП: Hexashift. Автоматика КП: Hexactiv	Марка КП: Quadrishift. Автоматика КП: Quadractiv / Марка КП: Hexashift. Автоматика КП: Hexactiv	Марка КП: Quadrishift. Автоматика КП: Quadractiv / Марка КП: Hexashift. Автоматика КП: Hexactiv	Марка КП: Quadrishift. Автоматика КП: Quadractiv / Марка КП: Hexashift. Автоматика КП: Hexactiv
Число передач (вперед/назад)	4	4	4	4	4
Швидкість руху,					

км/год:					
Вперед	1,95-28,0	1,4-26,5	1,4-26,5	1,4-26,5	1,9-34,3
Назад	4,1-7,3	1,9-13,5	4,1-7,3	4,1-7,3	3,3-7,5
Розміри і маса					
Вантажопідйомність, кг:					
Без кузова / з кузовом	750	750		400	
Без кабіни / з кабіною		2100	2225	1800	
Без баласту / з баластом					
Габаритні розміри:					
Довжина	4750	4750	4750	5230	5230
Ширина	2400	2400	2400	2250	2250
Висота по тенту					
База, мм	2876	2876/2820	2820	2564	2564
Колія, мм					
за передніми колесами	1540-2115	1640-2250	1540-2115	1640-2250	1640-2250
за задніми колесами					
Дорожній просвіт, мм	465	465	465	400	400
Радіус повороту, хв., м	4,90	4,90/4,80	4,80	4,40	4,40
Розмір коліс					
Передніх	16,9 R30	480/70R42	480/70R42	16,9 R30	16,9 R30
Задніх	20,8 R42	580/70 R42	20 R45	20,8 R42	580/70 R42
Гідронапірна система:					
Характеристика					
Ємність гідросистеми, л	70	70	35	35	70
Продуктивність насоса, л/хв	60	60	60	90	90
Максимальний тиск, кгс/см ²	200	200	200	200	200

Серійна лінійка тракторів компанії «CLAAS» ATLES серії 900

Модельний ряд тракторів ATLES фірми CLAAS представляє собою важкі трактори в класі потужності понад 200 к.с. З двигунами (за ECE R24) від 171 кВт (232 к.с.) до 208 кВт (282 к.с.) ATLES 926, 936 і 946 дані трактори є найбільш потужними машинами на сьогоднішній день. На трактори встановлені сучасні шестициліндрові 7,2- літрові турбодизелі DEUTZ з запасом крутного моменту в 30%, які дуже працюють на важких польових роботах і при транспортуванні великовантажних причепів. На трактори модельного ряду ATLES

встановлюються коробки передач FULL POWERSHIFT, які прості в керуванні, надійні і високоефективні. КП має 18 передач переднього і 8 заднього ходу. Задня гідравліка здатна працювати з вантажем вагою в 12 т, а зусилля на фронтальному підйомнику досягає 6,6 т. Наявність сенсора навантаження гідросистеми Load Sensing дає можливість одночасно працювати з декількома керованими від гідравліки навісними знаряддями.



Рис. 1.3. Трактори «CLAAS» ATLES серії 900 (926, 936, 946)

Електрогідравлічне керування ВВП забезпечує його плавне включення, оберігаючи механізми приставок від пошкоджень.

Кабіна ATLES встановлена на чотирьох, розташованих по її кутах демпфуючих елементах, які оптимально гасять вібрації, що передаються від шасі.

Таблиця 1.2.

Технічні характеристики колісних тракторів CLAAS серії:

ATLES 926; 936; 946;

Марка трактора(CLAAS ATLES)			
Показник	926	936	946
Двигун			
Тип	Дизель, шестициліндровий	Дизель, шестициліндровий	Дизель, шестициліндровий
Модель	Deutz	Deutz	Deutz
Потужність, кВт			
Номінальна частота	3000	3000	3000

обертання колінвала, об/хв			
Число циліндрів, шт.	6	6	6
Загальний об'єм циліндрів, л	7,12	7,12	7,12
Діаметр циліндрів/ хід поршня, мм	110x125	110x125	110x125
Максимальний крутний момент, Нм	271	271	278
Коефіцієнт запасу крутного моменту, %	12	10	12
Місткість паливних баків, л	455	455	455
Питома витрата палива при номінальній потужності, г/кВт год			
Трансмiсія			
Муфта зчеплення			
Коробка передач	Марка КП: Full - Power - Shift. Реверсивна КП: Revershift	Марка КП: Full - Power - Shift. Реверсивна КП: Revershift	Марка КП: Full - Power - Shift. Реверсивна КП: Revershift
Число передач (вперед/назад)	18п.х/8з.х	18п.х/8з.х	18п.х/8з.х
Група нижніх передач (опція)	36п.х/16з.х	36п.х/16з.х	36п.х/16з.х
Максимальна швидкість руху, км/год	40	40	40
Передаточні числа			
Розміри і маса			
Максимальна вантажопідйомність, кг	12000	12000	12000
Без кузова/ з кузовом			
Без кабіни/ з кабіною			
Без баласту/ з баластом	10210	10596	10596
Габаритні розміри:			
Довжина			
Ширина	1550	1550	1970
Висота по тенту	2450	2780	2700
База, мм	3035	3035	3035
Колія, мм			
За передніми колесами	1400-1900	1400-1900	1800-2100
За задніми колесами	1800-2100	1400-1600	1400-1600
Дорожній просвіт, мм	320	320	320

Радіус повороту, м	5,20	5,70	5,70
Розмір коліс			
Передніх			
Задніх			
Гідроначіпна система			
Характеристика			
Ємність гідросистеми, л	11	11	11
Продуктивність насоса, л/хв	45	45	45
Максимальний тиск, кгс/см ²	200	200	200

Серійна лінійка тракторів CLAAS AXION серії 810/820/830/840/850

Модельний ряд тракторів AXION включає моделі 810, 820, 830, 840 і 850 відрізняються між собою потужністю двигуна. Широкий діапазон номінальної потужності тракторів AXION від 163 до 225 к.с., низький питомий тиск на ґрунт, великий діапазон передач забезпечує ефективне використання їх під час обробітку ґрунту, на посівних роботах, на транспорті, на прибиранні кормів. Довга база трактора при невеликій загальній довжині, забезпечує високу та надійну стійкість трактора, стійкий прямолінійний рух, комфорт керування. Невелика загальна довжина забезпечує хороший огляд, хороше керування обладнанням на фронтальній навісці, маневреність агрегату.



Рис. 1.4. Трактори CLAAS AXION серії 810/820/830/840/850

Довга база забезпечує оптимальний розподіл навантаження, 48% на передній міст, 52% на задній міст. Великий діаметр (до 2,05 м) задніх шин забезпечує низький питомий тиск на ґрунт. Встановлюється баласт на кожне заднє колесо до 700 кг для тягових робіт з причіпним обладнанням. Висока підйомна сила заднього і переднього навісних пристроїв, 5 і 10 тон відповідно дозволяє агрегатувати широкий набір навісного обладнання. Задній міст великої вантажопідйомності запрограмований на високу несучу здатність. Високий ККД ходової частини забезпечується за рахунок оптимізації коробки передач і заднього моста. Автоматична коробка передач HEXASHIFT забезпечує перемикання під навантаженням і з електронним керуванням. Перемикання передач за допомогою автоматичного пристрою HEXACTIV повністю автоматизовано. Автоматична коробка передач HEXASHIFT відрізняється дуже високим ККД і гарантує в кожній області застосування оптимальну робочу швидкість. Трактори AXION оснащені автоматичною системою розвороту на краю поля, автоматичною системою рульового керування, дистанційним керуванням ВВП, передньою і задньою навісками.

Трактори AXION оснащені комфортабельними кабінами, що забезпечують оптимальні умови високопродуктивної роботи тракториста. Високий рівень комфорту створюється великим внутрішнім простором кабіни. Передній міст підресорений. Регулювання комфортабельного сидіння дозволяє трактористу вибирати оптимально зручне для себе положення. Система амортизації, що включає в себе незалежну підвіску коліс передньої вісі, антивібраційну кабіну, пневматичну підвіску сидіння з низьким рівнем вібрації, гарантують безпеку праці і комфорт оператору.

Серійна лінійка тракторів CLAAS AXION серії 920/930/940/950

AXION 900 - універсальний просапний трактор з високими тяговими характеристиками, ідеальними економічними показниками завдяки комбінованій гідромеханічній трансмісії, високим комфортом керування з використанням сучасних технологій і комунікацій. Модельний ряд AXION 900 включає 4

моделі: 920/930/940/950.



Рис. 1.5. Трактор CLAAS AXION серії 920/930/940/950

Всі 4 моделі мають однакове комфортне керування. Також можливий вибір варіантів оснащення для оптимального підбору під умови підприємства. Новий трактор високого класу потужності, CLAAS, більш потужний ніж 800 серія:

- довга колісна база (3,15 м), короткий корпус, ідеальне баластування, безліч комбінацій баласту (переднього і заднього на колесах) - найкращі експлуатаційні якості як для поля, так і для дороги.

- збільшений комфорт, поліпшені оглядовість і ергономіка при русі.

- запатентована незалежна чотирьох-точкова підвіска кабіни з регульованою жорсткістю. Великий робочий хід демпфування (10 см) розрахований на роботу в самих жорстких умовах. Підвіска кабіни не вимагає технічного обслуговування.

- доступні три варіанти сидіння водія на пневматичній підвісці: стандартне; з підігрівом і напівавтоматичного підвіскою;

- підвищеної комфортності з повністю автоматичною підвіскою;

- підресорена передня вісь PROACTIV.

- активне демпфування на задній і передній навісці забезпечують високий комфорт як при роботі в полі, так і при русі по дорогах.

Таблиця 1.3.

Технічні характеристики колісних тракторів CLAAS серії:

Axion 830/840; 850/820; 810/920; 930/940; 950.

Марка трактора (CLAAS Axion)					
Показник	830/840	850/820	810/920	930/940	950
Двигун					
Тип	Дизель, шестициліндровий	Дизель, шестициліндровий	Дизель, шестициліндровий	Дизель, шестициліндровий	Дизель, шестициліндровий
Модель	DPS	DPS	DPS	DPS/FPT	FPT
Потужність, кВт					
Номінальна частота обертання колінвала, об/хв	2200	2200	2200	2200/2150	2150
Число циліндрів, шт.	6	6	6	6	6
Загальний об'єм циліндрів, л	7,12	7,12	7,12	7,12	7,12
Діаметр циліндрів/ хід поршня, мм					
Максимальний крутний момент, Нм	905	985	1350	1450/1550	1650
Коефіцієнт запасу крутного моменту, %	15	15	15	12	12
Місткість паливних баків, л					
Питома витрата палива при номінальній потужності, г/кВт год					
Трансмiсія					
Муфта зчеплення					
Коробка передач	Hexactiv	Hexactiv/ Hexashift	Hexashift/ безступінчатий КП:Сматіс	безступінчатий КП:Сматіс	QUADRA NTSHIFT
Число передач (вперед/назад)	24/24	24/24	24/24	24/24	24/24
Максимальна швидкість руху, км/год	50/40	50/40	50/40	50/40	40
Передаточні числа					
Розміри і маса					
Вантажопідйомність, кг:					
Без кузова/ з кузовом					
Без кабіни/ з кабіною					
Без баласту/ з баластом	7396/7416	8098/9460	9460	8098/9460	7416
Габаритні розміри:					
Довжина, мм	5665	5665/5721	5721	5721	5665
Ширина, мм	2400	2630	2630	2630	2250
База, мм	2985	2985	2985	2985	2985

Колія, мм					
За передніми колесами					
За задніми колесами					
Дорожній просвіт, мм	550	550	550	450	450
Радіус повороту, м	5,16/5,19	5,19/5,15	5,15	5,19/5,15	5,15
Розмір коліс					
Передніх	16,9 R 30	480/70R42	480/70R42	480/70R42	16,9 R 30
Задніх	20,8 R 42	580/70 R42	580/70 R42	580/70 R42	580/70 R42
Гідроначіпна система					
Характеристика					
Ємність гідросистеми, л	9	21	21	21	21
Продуктивність насоса, л/хв	16	45	45	45	45
Максимальний тиск, кгс/см ²	200	200	200	200	200

Серійна лінійка тракторів компанії CLAAS ARION серії 630C / 540 CIS

Колісний трактор ARION 630 C CLAAS має: 6-циліндровий двигун DPS 6068 - 6788 см куб. з турбонадуванням, з проміж. охолодженням повітря потужністю 140 к.с. (103 кВт), і 150 к.с. (110 кВт), трансмісію QUADRISHIFT розраховану на 16 передач переднього ходу з гідравлічним реверсуванням.



Рис. 1.6. Трактор CLAAS ARION серії 630C / 540 CIS

Максимальна швидкість - 40 км/год. Задній ВВП має частоту обертання: 540/1000 об/хв. Електро-регулювання навісної системи, наявність установки для холодного старту.

Серійна лінійка тракторів компанії ARION 540 CIS CLAAS



Рис. 1.7. Трактори на колісній базі ARION 540 CIS «CLAAS»

Базисне обладнання: 4-циліндровий двигун DPS 4045 - 4525 см куб. з турбонадувом з проміж. охолодженням повітря ECE R 24: 130 к.с. (96 кВт), макс. 155 к.с. (114 кВт), трансмісія HEXASHIFT, гідравлічне включення реверсу REVERSHIFT, максимальна швидкість 40 км/год. задній ВВП: 540/1000 об/хв., гідравлічна система - 60 л/хв., електро-регулювання навісної системи, кабіна з амортизацією і кондиціонером, інформаційна система «CIS», установка для холодного старту, додаткове і опціональне обладнання.

Таблиця 1.4.

Технічні характеристики тракторів серійної лінійки «CLAAS»: ARION 630C/540 CIS

Марка тракторів (CLAAS ARION серії 630C/540 CIS)		
Показник	630C	540CIS
Двигун		
Тип	6-циліндровий	6-циліндровий
Модель	DPS	DPS
Потужність, кВт	103	96
Номінальна частота обертання колінвала, об/хв	3000	3000
Число циліндрів, шт.	6	6
Загальний об'єм циліндрів, см ³	6788	1525
Діаметр циліндрів/ хід поршня, мм		
Максимальний крутний момент, Нм	877	877

Коефіцієнт запасу крутного моменту, %	12	12
Місткість паливних баків, л		
Питома витрата палива при номінальній потужності, г/кВт год		
Трансмiсія		
Муфта зчеплення	суха, однодискова	суха, однодискова
Коробка передач	механічна	механічна,
Число передач (вперед/назад)	16/16	24/24
Максимальна швидкість руху, км/год:	50	50
Передаточні числа		
Розміри і маса		
Вантажопідйомність, кг:		
Без кузова/ з кузовом		
Без кабіни/ з кабіною		
Без баласту/ з баластом		
Габаритні розміри:		
Довжина		
Ширина		
База, мм	2820	2560
Колія, мм		
За передніми колесами	1350-1850 / 1450-1850	1350-1850 / 1450-1850
За задніми колесами	1400-1600 / 1800-2100	1400-1600 / 1800-2100
Дорожній просвіт, мм	465	465
Радіус повороту, м	4,8	4,5
Розмір коліс		
Передніх		
Задніх		
Гідроначіпна система		
Характеристика		
Ємність гідросистеми, л		
Продуктивність насоса, л/хв		
Максимальний тиск, кгс/см ²	200	200

Серійна лінійка тракторів компанії CLAAS XERION 5000/4500/3800

Потужний трактор 4x4 XERION 5000/4500/3800 підійде для виконання практично будь-яких завдань. Ця машина відрізняється неймовірною багатогранністю і вдало поєднує в собі потужність і продуманість. Незважаючи на свій розмір, XERION зберігає високу маневреність завдяки продуманій системі рульового керування всіма колесами.



Рис. 1.8. Трактори CLAAS XERION серії 5000/4500/3800

У серійній конфігурації кожного трактора передбачені і крабовий хід для зниження навантаження на ґрунт, і режим максимальної маневреності з керуванням всіма колесами. Встановлена на підвісці кабіна значно перевершує по комфортності кабіни зчленованих тягачів. Можливість рухатися по дорозі зі швидкістю до 50 км/год забезпечує мобільність, унікальну для даного класу потужності. При цьому транспортувальна ширина машини не перевищує 3 м.

Комфорт

CLAAS розуміє комфорт так: все, від повного кругового огляду до самої маленької рукоятки, має бути відрегульоване для високоефективної роботи. Трактор XERION володіє унікальною в своєму класі (500 к.с.) видимістю з відмінним круговим оглядом. Крім того, максимальна свобода дій, приємний клімат завдяки кондиціонеру, дуже низький рівень шуму (69 дБ) і регульована рульова колонка створюють першокласні умови для роботи оператора.

Багатофункціональний важіль SMOTION

Систему керування трактором XERION доповнено новим багатофункціональним джойстиком SMOTION. Розподіл функцій між великим, вказівним і середнім пальцями сприяє зменшенню втоми руки і зап'ястя.

Кабіна трактора XERION

Багато місця, прекрасний круговий огляд всіх зон навішування агрегатів. нова, більш вузька рульова колонка, що фіксується в трьох положеннях, залишає вам більше місця. пасажирське сидіння з вбудованим термобоксом на 27 л,

автомат кондиціонування А/С МАТІС з вбудованим обігрівачем, ефективна амортизація кабіни.

Серійна лінійка тракторів компанії CLAAS XERION 3300

Продуктивність породжує успіх, а разом з успіхом приходить зростання. Є машина, яка впорається - це трактор XERION 3300 від CLAAS.



Рис. 1.9. Трактори CLAAS XERION серії 3300

Він стане в нагоді скрізь, де високі результати, продуктивність та економічність. XERION 3300 - не тільки тягач, відповідний для проведення важких робіт в полі, але і системний трактор, який може використовуватися з різними агрегатами. Вузли трактора розраховані на значно більш довгу і важку роботу, ніж компоненти звичайних тракторів. Всі деталі пройшли важкі випробування і найсуворіший контроль якості. Ось чому XERION 3300 завжди постає перед вами в ідеальній формі.

Технічні інновації: Потужний двигун Caterpillar C9. Під капотом трактора XERION встановлений шестициліндровий двигун об'ємом 8,8 л марки Caterpillar. При частоті обертів 1800 об/хв двигун забезпечує потужність 379 к. с. Максимальний крутний момент величиною 1620 Нм досягається при числі обертів 1400 об/хв.

Концепція TRAC - чотири колеса однакового розміру. Унікальна характеристика трактора XERION, яка не має аналогів в своєму класі. Чотири

колеса однакового розміру забезпечують оптимальну передачу зусилля від двигуна на ґрунт без необхідності установки здвоєних шин!

Система впорскування палива Common Rail. Паливна система Common Rail означає кращий відгук на натискання педалі акселератора, менші витрати пального й більш точне пристосування двигуна до будь-яких режимів експлуатації.



Рис. 1.10. Система впорскування палива Common Rail.

Підвищена ефективність. Завдяки унікальним тяговим характеристикам і інтелектуальному керуванню трактор XERION відрізняється оптимальною продуктивністю на одиницю площі при економній витраті палива в межах 20%.

Таблиця 1.5.

Технічні характеристики колісних тракторів CLAAS серії: Xerion 5000; 4500; 3800; 3300

Марка трактора(CLAAS Xerion)				
Показник	5000	4500	3800	3300
Двигун				
Тип	6-циліндровий	6-циліндровий	6-циліндровий	6-циліндровий
Модель	Catterpillar C13	Catterpillar C13	Catterpillar C9	Catterpillar
Потужність, кВт	358	330	253	224
Номінальна частота обертання колінвала, об/хв	2000	2000	2100	2100
Число циліндрів, шт.	6	6	6	6
Загальний об'єм циліндрів, л	12,500	12,500	8,804	8,800
Діаметр циліндрів/ хід поршня, мм				
Максимальний крутний момент, Нм	1450	1100	1450	1450

Коефіцієнт запасу крутного моменту, %				
Місткість паливних баків, л				
Питома витрата палива при номінальній потужності, г/кВт год				
Трансмiсія				
Муфта зчеплення				
Коробка передач	ZF ECCOM 4,5	ZF ECCOM 4,5	ZF ECCOM 4,5	ZF ECCOM 3.5, безступінчатий ходовий привід CVT
Число передач (вперед/назад)	безступінчата	безступінчата	безступінчата	безступінчата
Швидкість руху, км/год:				
Вперед	50	50	50	50
Назад	40	40	40	
Передаточні числа				
Розміри і маса				
Вантажопідйомність, кг:	13600	13600	11700	
Без кузова/ з кузовом				
Без кабіни/ з кабіною				
Без баласту/ з баластом				
Габаритні розміри:				
Довжина, мм	7493	7493	6630	6630
Ширина, мм	3801	3801	3720/3930	2490
Висота по тенту				
База, мм	3500	3500	3300	3300
Колія, мм				
За передніми колесами				
За задніми колесами				
Дорожній просвіт, мм				
Радіус повороту, м	7,5	7,5	6	12
Розмір коліс				
Передніх				
Задніх				
Гідроначiпна система				
Характеристика				
Ємність гiдросистеми, л				
Продуктивність насоса, л/хв				
Максимальний тиск, кгс/см ²	200	200	200	200

1.3. Технічне обслуговування тракторів

Ми скорочуємо час ТО і збільшуємо інтервали.



Швидке обслуговування завдяки зручному доступу. У плані технічного обслуговування колісних тракторів CLAAS також неухильно набирає бали. Монолітний капот забезпечує швидкий і легкий доступ до всіх важливих для техогляду частин машини і їх безпроблемну заміну. Так, приклавши лише трохи зусиль, можна виконати весь необхідний ремонт а саме: проста процедура контролю рівня масла; проста процедура доливання масла; швидке очищення або заміна повітряного фільтра; легка чистка повітряного фільтра кабіни; окремі радіатори розташовані зручно; зручний доступ до фільтра моторного масла і дизельного палива.

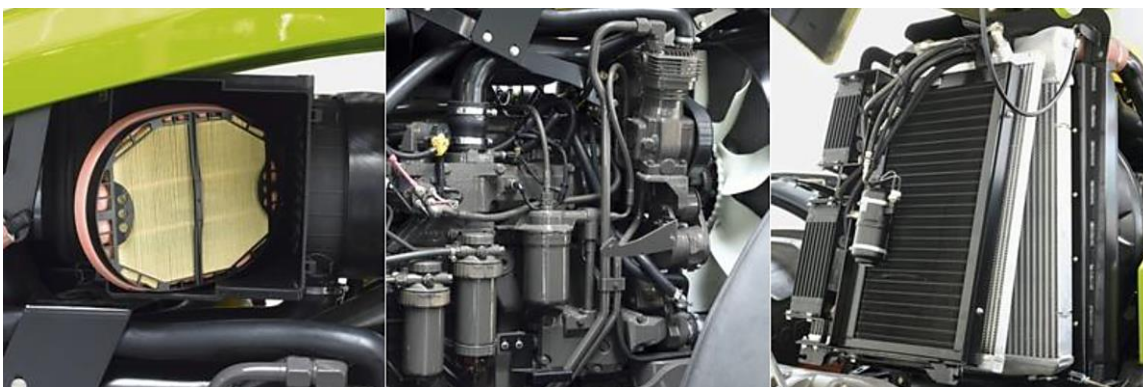


Рис. 1.10. Схема доступу до вузлів обслуговування трактора CLAAS
AXION 820/850

РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАКТОРІВ CLAAS

2.1. Розрахунок кількості технічних обслуговувань і поточних ремонтів тракторів за цикл

Кількість технічних обслуговувань і терміни поточного ремонту машини розраховуються за періодичним методом. Напрацювання трактора мото годинах між капітальними ремонтами називається циклом. При наявності в парку тракторів різних моделей розраховується кожна марка окремо. Кількість технічних втручань за цикл трактора марки CLAAS AXIONA розраховується за такою формулою:

$$\begin{aligned}
 N_{кр} &= \frac{L_{кр}}{L_{кр}} = 1; \\
 N_{ТО-3} &= \frac{L_{кр}}{L_{ТО-3}} - N_{кр}; \\
 N_{ТО-2} &= \frac{L_{кр}}{L_{ТО-2}} - (N_{кр} + N_{ТО-3}); \\
 N_{ТО-1} &= \frac{L_{кр}}{L_{ТО-1}} - (N_{кр} + N_{ТО-3} + N_{ТО-2}); \\
 N_{СО} &= \frac{L_{кр}}{l_{сд}} \cdot \frac{2}{D_p}; \\
 N_{ЩО} &= \frac{L_{кр}}{L_{ЩО}} = \frac{L_{кр}}{l_{сд}};
 \end{aligned} \tag{2.1}$$

де $N_{кр}$, $N_{ТО-3}$, $N_{ТО-2}$, $N_{ТО-1}$, $N_{СО}$, $N_{ЩО}$ - кількість відповідно КР, ТО-3, ТО-2, ТО-1, СО і ЩО;

$L_{кр}$, $L_{ТО-3}$, $L_{ТО-2}$, $L_{ТО-1}$, $L_{СО}$, $L_{ЩО}$ - напрацювання машини відповідно до КР, ТО-3, ТО-2, ТО-1, СО і ЩО, мото-год [1];

D_p - кількість днів роботи підприємства за рік;

$l_{сд}$ - напрацювання машини, мото-год.

Річна кількість робочих днів підприємства визначається за формулою:

$$D_p = D_k - D_{вих} - D_{св} = 365 - 106 - 10 = 249 \text{ днів,}$$

де D_k , $D_{вих}$ і $D_{св}$ - кількість відповідно календарних, вихідних та святкових днів у році.

Кількість робочих днів на рік залежить від обраної бізнесом моделі роботи.

Кількість святкових днів визначається законодавством парламенту.

Підставляючи відповідні значення у формулу, (2.1.) я отримаю кількість послуг за період. Для тракторів, які пройшли капітальний ремонт, норма напрацювання знижується на 20%.

$$N_{kr} = 1;$$

$$N_{TO-2} = \frac{130000}{7500} - 1 = 16;$$

$$N_{TO-1} = \frac{130000}{1500} - (1 + 16) = 69;$$

$$N_{CO} = \frac{130000}{140} \cdot \frac{2}{249} = 7;$$

$$N_{\text{ЩО}} = \frac{130000}{140} = 928;$$

2.2. Розрахунок річної кількості ТО і ремонтів

Оскільки виробничий план підприємства розраховується на рік, необхідно переходити від обсягу ТО і поточного ремонту кожного циклу до річного обсягу. Коефіцієнт переходу від кількості ТО і ремонтів за цикл до кількості за рік визначається за формулою:

$$\eta_p = \frac{L_p}{L_{kr}}, \quad (2.2.)$$

де L_p – напрацювання машини за рік.

Річне напрацювання трактора визначається за формулою:

$$L_p = D_p \cdot K_T \cdot l_{cd}, \quad (2.3.)$$

де K_T - плановий коефіцієнт технічної готовності.

Плановий коефіцієнт технічної готовності визначається за формулою:

$$K_T = \frac{D_{\text{експл.}}}{D_{\text{м.ц.}}}, \quad (2.4.)$$

де $D_{\text{експл.}}$ - тривалість експлуатації (роботи) трактора в справному стані за цикл, дні;

$D_{\text{м.ц.}}$ - тривалість міжремонтного циклу, дні.

Тривалість експлуатації (роботи) трактора у справному стані за цикл визначається за формулою:

$$D_{\text{експл.}} = D_{\text{м.ц.}} - \sum D_{\text{п.м.ц.}}, \quad (2.5)$$

де $\sum D_{\text{п.м.ц.}}$ - сумарна тривалість простою машини в ТО і ремонтах за цикл, днів.

Тривалість міжремонтного циклу визначається за формулою:

$$D_{\text{м.ц.}} = \frac{L_{\text{КР}}}{l_{\text{СД}}}, \quad (2.6)$$

Сумарна тривалість простою машини в ТО і ремонтах за цикл визначається за формулою:

$$\sum D_{\text{п.м.ц.}} = D_{\text{ТО-3}} + D_{\text{ТО-2}} + D_{\text{ТО-1}} + D_{\text{СО}} + D_{\text{ПР}} + D_{\text{КР}}, \quad (2.7)$$

де $D_{\text{ТО-3}}$, $D_{\text{ТО-2}}$, $D_{\text{ТО-1}}$, $D_{\text{СО}}$, $D_{\text{ПР}}$, $D_{\text{КР}}$ - тривалість простою за цикл відповідно в ТО-3, ТО-2, ТО-1, СО, ПР, КР.

Тривалість простою в ТО за цикл визначається за формулами:

$$\begin{aligned} D_{\text{ТО-3}} &= \frac{\alpha_{\text{ТО-3}}}{t_{\text{д}}} \cdot N_{\text{ТО-3}}; \\ D_{\text{ТО-2}} &= \frac{\alpha_{\text{ТО-2}}}{t_{\text{д}}} \cdot N_{\text{ТО-2}}; \\ D_{\text{ТО-1}} &= \frac{\alpha_{\text{ТО-1}}}{t_{\text{д}}} \cdot N_{\text{ТО-1}}; \\ D_{\text{СО}} &= \frac{\alpha_{\text{СО}}}{t_{\text{д}}} \cdot N_{\text{СО}}; \end{aligned} \quad (2.8)$$

де $\alpha_{\text{ТО-3}}$, $\alpha_{\text{ТО-2}}$, $\alpha_{\text{ТО-1}}$, $\alpha_{\text{СО}}$ - тривалість (норми простою) відповідно в ТО-3, ТО-2, ТО-1, СО, год. [1];

$t_{\text{д}}$ - тривалість робочого дня РММ, год (береться в залежності від прийнятого режиму роботи підприємства або розраховується).

Тривалість робочого дня РММ визначається за формулою:

$$t_{\text{д}} = t_{\text{змін}} \cdot n_{\text{змін}}, \quad (2.9)$$

де $t_{\text{змін}}$ - тривалість робочої зміни, год;

$n_{\text{змін}}$ - кількість змін.

Тривалість простою трактора у поточному ремонті за цикл визначається за формулою:

$$D_{\text{ПР}} = \frac{L_{\text{КР}}}{100} \cdot \frac{\alpha_{\text{ПР}}}{t_{\text{д}}}, \quad (2.10.)$$

де $\alpha_{\text{ПР}}$ - норма простою трактора в поточному ремонті за цикл на 100 мото годин роботи [1].

Тривалість простою в капітальному ремонті за цикл $D_{\text{КР}}$ відповідає нормі простою трактора в капітальному ремонті.

Підставимо необхідні числові значення у формули (2) – (10) та отримаємо наступні величини.

$$D_{\text{КР}} = 22 \text{ дні};$$

$$D_{\text{ПР}} = \frac{130000}{1000} \cdot \frac{4}{8} = 65 \text{ днів};$$

$$D_{\text{ТО-2}} = \frac{14}{8} \cdot 16 = 28 \text{ днів};$$

$$D_{\text{ТО-1}} = \frac{4}{8} \cdot 69 = 35 \text{ днів};$$

$$D_{\text{СО}} = \frac{5,4}{8} \cdot 7 = 5 \text{ днів};$$

$$\sum D_{\text{п.м.ц.}} = 28 + 35 + 5 + 65 + 22 = 155 \text{ днів};$$

$$D_{\text{м.ц.}} = \frac{130000}{140} = 929 \text{ днів};$$

$$D_{\text{експл.}} = D_{\text{м.ц.}} - \sum D_{\text{п.м.ц.}} = 929 - 155 = 774 \text{ дні};$$

$$K_T = \frac{774}{929} = 0,8;$$

$$L_P = 249 \cdot 0,8 \cdot 140 = 27888 \text{ км.}$$

Тоді коефіцієнт переходу від кількості ТО і ремонтів за цикл до річної кількості рівний:

$$\eta_p = \frac{27888}{130000} = 0,2.$$

Річна кількість технічних обслуговувань і ремонтів визначається за формулами:

$$n_{\text{ТО-3}} = \eta_p \cdot N_{\text{ТО-3}} \cdot z;$$

$$n_{\text{ТО-2}} = \eta_p \cdot N_{\text{ТО-2}} \cdot z;$$

$$n_{\text{ТО-1}} = \eta_p \cdot N_{\text{ТО-1}} \cdot z; \quad (2.11.)$$

$$n_{\text{СО}} = 2 \cdot z;$$

$$n_{\text{КР}} = \eta_p \cdot z,$$

де z - кількість тракторів марки CLAAS AXIONA, що знаходяться в експлуатації, $z = 20$.

Підставивши необхідні значення у рівняння (2.11.) знайдемо, що:

$$\begin{aligned}n_{TO-2} &= \eta_p \cdot N_{TO-2} \cdot z = 0,2 \cdot 16 \cdot 20 = 64; \\n_{TO-1} &= \eta_p \cdot N_{TO-1} \cdot z = 0,2 \cdot 69 \cdot 20 = 276; \\n_{CO} &= 2 \cdot z = 2 \cdot 20 = 40; \\n_{KP} &= \eta_p \cdot z = 0,2 \cdot 20 = 4,\end{aligned}$$

2.3. Розрахунок річного обсягу робіт з ТО і ремонтів

Для розрахунку річного об'єму робіт з ТО і ремонту визначаємо трудомісткості окремих видів технічних втручань. Для визначення трудомісткостей технічних обслуговувань користуємося формулами:

$$\begin{aligned}T_{TO-3} &= n_{TO-3} \cdot t_{TO-3}; \\T_{TO-2} &= n_{TO-2} \cdot t_{TO-2}; \\T_{TO-1} &= n_{TO-1} \cdot t_{TO-1}; \\T_{CO} &= n_{CO} \cdot t_{CO}.\end{aligned}\tag{2.12.}$$

де t_{TO-3} , t_{TO-2} , t_{TO-1} , і t_{CO} - трудомісткість відповідно ТО-3, ТО-2, ТО-1, і СО, людино-год. [1].

Підставляю необхідні значення у рівняння (2.12.):

$$\begin{aligned}T_{TO-2} &= n_{TO-2} \cdot t_{TO-2} = 64 \cdot 27 = 1728 \text{ люд.-год.}; \\T_{TO-1} &= n_{TO-1} \cdot t_{TO-1} = 276 \cdot 5,5 = 1518 \text{ люд.-год.}; \\T_{CO} &= n_{CO} \cdot t_{CO} = 40 \cdot 6 = 240 \text{ люд.-год.}\end{aligned}$$

Річна трудомісткість робіт з поточного ремонту визначається:

$$T_{\text{ПР}} = \frac{L_{KP} \cdot \eta_P}{1000} \cdot t_{\text{ПР}} \cdot z,\tag{2.13.}$$

де $t_{\text{ПР}}$ - трудомісткість ПР, яка відповідає 1000 мото годин роботи трактора [1].

Підставимо необхідні значення у рівняння (2.13):

$$T_{\text{ПР}} = \frac{130000 \cdot 0,2}{1000} \cdot 14 \cdot 20 = 7280 \text{ люд.-год.}$$

Загальна трудомісткість робіт з ТО і ремонту визначається за формулою:

$$T_3 = (T_{TO-3} + T_{TO-2} + T_{TO-1} + T_{CO} + T_{ПР}) \cdot K_{\text{доп.}}, \quad (2.14.)$$

де $K_{\text{доп.}}$ - коефіцієнт, який враховує трудомісткість допоміжних робіт (обслуговування і ремонт засобів ТО і ремонту, транспортні і завантажувально-розвантажувальні роботи, які пов'язані з ТО і ремонтом, прибирання виробничих, службово-побутових та допоміжних приміщень ремонтно-обслуговуваної бази тощо. Прийmemo $K_{\text{доп.}} = 1,2$; [1].

Тоді загальна трудомісткість рівна:

$$T_3 = (1728 + 1518 + 240 + 7280) \cdot 1,2 = 12919 \text{ люд.-год.}$$

2.4. Визначення річної виробничої програми мобільних ПТО

Річна виробнича програма з виконання ТО і ремонту визначається виходячи із того, що на конкретній зоні ТО чи відділення виконується певний обсяг робіт, який, зазвичай, беруть у %. Для визначення трудомісткості робіт, які повинні виконуватись на заданій у завданні відділення, слід користуватись формулою:

$$\sum T_{\text{відділення}} = \frac{\sum T_{TO} \cdot \mu_{TO}}{100} + \frac{\sum T_{ПР} \cdot \mu_{ПР}}{100}, \quad (2.15.)$$

де $\sum T_{TO}$ і $\sum T_{ПР}$ - сумарна трудомісткість робіт відповідно з ТО і ПР, які виконуються на проектуваному пості;

μ_{TO} і $\mu_{ПР}$ - доля конкретних видів робіт відповідно з ТО і ПР на проектуваному пості згідно додатку Д [2], $\mu_{TO} = 7$, $\mu_{ПР} = 18$.

Сумарна трудомісткість з ТО визначається за формулою:

$$\sum T_{TO} = T_{TO-3} + T_{TO-2} + T_{CO} \text{ люд.-год.} \quad (2.16.)$$

Сумарна трудомісткість робіт з ПР визначається за формулою:

$$\sum T_{ПР} = 0,7 \cdot T_{ПР} \text{ люд.-год.} \quad (2.17.)$$

Значення величин трудомісткостей по ПР, ТО-2, ТО-3, СО знаходимо з таблиці додаванням відповідних величин трудомісткостей для заданих кількості тракторів.

Отже,

$$\sum T_{ПР} = 0,7 \cdot (8365,11 + 10630,54 + 17061,42 + 9947,05) = 32202,884$$

люд.-год.

$$\sum T_{TO-3} = 0 + 0 + 1080 + 858 = 1938 \text{ люд.-год.}$$

$$\sum T_{TO-2} = 202,5 + 2035 + 2090 + 2037 = 6364,5 \text{ люд.-год.}$$

$$\sum T_{CO} = 240 + 300 + 600 + 320 = 1460 \text{ люд.-год.}$$

$$\sum T_{TO} = 1938 + 6364,5 + 1460 = 9762,5 \text{ люд.-год.}$$

Отже,

$$\sum T_{\text{відділення}} = \frac{9762,5 \cdot 7}{100} + \frac{32202,884 \cdot 18}{100} = 6479,9 \text{ люд.-год.}$$

2.5. Розрахунок чисельності робітників для виконання ТО і ремонтів

Після визначення річної виробничої програми з технічного обслуговування і ремонтів на заданому відділенні, чисельність робітників для її проведення визначаються за формулою:

$$P = \frac{\sum T_{\text{відділення}}}{\Phi_p}, \quad (2.18.)$$

де Φ_p - дійсний річний фонд робочого часу штатного робітника, год.

Визначення дійсного річного фонду робочого часу робітника здійснюється за формулою:

$$\Phi_p = (D_{\text{вихідні}} - D_{\text{святкові}} - D_{\text{відп}} - D_{\text{пов.пр.}}) \cdot t_{\text{зм}} - D_{\text{псв}} \cdot 1, \quad (2.19.)$$

де $D_{\text{відп}}$ - тривалість відпустки робітника, рівна 24 дні;

$D_{\text{пов.пр.}}$ - число днів пропуску роботи з повноважних причин, рівне 7 днів;

$D_{\text{псв}}$ - число суботніх та передсвяткових днів у році, рівне 0 днів;

Отже,

$$\Phi_p = (365 - 106 - 10 - 7) \cdot 8 - 0 \cdot 1 = 1744 \text{ год.};$$

$$P = \frac{\sum T_{\text{відділення}}}{\Phi_p} = \frac{6479,9}{1744} = 3,7 \text{ людини.}$$

Приймаємо: $P = 4$ робочих.

2.6. Розрахунок потрібної площі та вибір обладнання

Площа поста розраховується за формулою:

$$S_{\text{ППТО}} = D_{\text{трак}} \cdot Ш_{\text{трак.}}, \quad (2.20.)$$

де $D_{\text{трак}}$ і $Ш_{\text{трак}}$ - відповідно довжина і ширина трактора CLAAS AXION, з технічної характеристики $D_{\text{трак}} = 4,965$ м, $Ш_{\text{трак}} = 2,36$ м.

Отже,

$$S_{\text{ППТО}} = 4,965 \cdot 2,36 = 11,7174 \text{ м}^2.$$

Приймаємо: $S_{\text{ППТО}} = 12 \text{ м}^2$.

Кінцева площа поста визначається графічним методом з урахування сітки колон і вимог (ДСТУ Б А.2.4-4-99).

Вибираємо основне і допоміжне обладнання.

Таблиця 2.1.

Обладнання для пересувного пункту технічного обслуговування

№ п/п	Назва	Тип, марка, модель	Короткі технічні дані	Кількість	Сумарна площа обладнання, м ²
1	2	3	4	5	6
1	Верстак слюсарний	ОРГ-5365	1250x750x1580. Маса - 170 кг.	1	0,9375
2	Підставка під обладнання	ОРГ-5143	820x700x830. Вага - 85 кг.	1	0,574
3	Електродріль	ИЭ-1013	-	1	-
4	Прес гідравлічний	2153-М2	Настільний. Зусилля - 10 тон. 600x450x170	1	0,27
5	Бак для збирання відпрацьованої оливи	ОР-8911	Рухомий. Ємкість - 100 л. 755x410x1100. Вага - 50 кг.	1	0,31755
6	Рухомий оливороздавальный пристрій	367 М5 ДЭ	Рухома. Довжина рукава - 4000 мм. Потужність - 10 л/хв. 360x340x1660. Вага - 92 кг.	1	0,1224
7	Тумбочка для інструментів	5147	665x550x1100	1	0,36575
8	Солідолонагнітальник	3154М	Рухомий. Пневматичний. 510x485x920. Вага – 36,1 кг.	1	0,24735

9	Генератор ацетиленовий	АНБ-1,25-72	Переносний, морозостійкий. Продуктивність - 1,5 м ³ /год. 450x1000	1	0,15896
10	Ванна для миття	ОМ-1315	Рухома. Ємність - 65 л. 1250x610x728. Вага - 60 кг.	1	0,7625
11	Кран-балка підвісна	ДСТУ 7890-93	Вантажність - 3000 кг. Потужність - 5,7 кВт.	1	-
12	Компресор повітряний поршневий	1552ВБ	Стаціонарний. Максимальний тиск - 12кг/см ² . Потужність - 5,5 кВт. 1600x560x1300. Вага - 350 кг.	1	0,896
13	Зварювальний трансформатор	ТД-500У2 ДСТУ 9577	Рухомий. Зварювальний струм - 500А. 570x720x740 Вага - 180 кг.	1	0,4104
Допоміжне обладнання					
14	Медтехаптечка	-	-	1	-
15	Сидіння	-	1200x400x600. Вага - 35 кг.	1	0,48
16	Вогнегасник	-	-	1	-
17	Ящик для піску	-	500x400	1	0,2
18	Шафа для одягу	ОГ-1349А	1300x400	1	0,52
Разом					6,26241

2.7. Організація технологічного процесу виконання операцій на мобільних ПТО

Мобільна станція технічного обслуговування використовується для міжзмінного зберігання, передстартової підготовки, заправки паливно-мастильними матеріалами, охолоджуючою рідиною та обслуговування техніки та обладнання.

Залежно від місця розташування цеху, експлуатаційних характеристик устаткування, виду і протяжності транспортного сполучення до стаціонарних

об'єктів призначаються:

Заправка машини пально-мастильними матеріалами, охолоджувальною рідиною і мастилом здійснюється за допомогою причіпного заправного пристрою.

Бензоінструмент необхідно заправляти за допомогою звичайного паливного баку.

Технічне обслуговування машин проводиться на ПТО з використанням пересувної майстерні.

Якщо несправний трактор потрібно відбуксирувати, доставте його до ПТО для усунення несправності.

Запасні частини та матеріали для обслуговування та ремонту доставляються автотранспортом.

За допомогою інструментів на ПТО можна усунути несправності, які вимагають спеціального обладнання або демонтажу.

Технічне обслуговування проводиться за графіком, вказаним в інструкції з обов'язковим повним переліком операцій.

РОЗДІЛ 3 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПАЛИВНОЇ СИСТЕМИ ТРАКТОРІВ КОМПАНІЇ «CLAAS»

3.1. Загальна характеристика систем подачі палива Common Rail

Система впорскування Common Rail є найсучаснішою системою упорскування палива дизельних двигунів. Робота системи Common Rail (CR) заснована на подачі палива до форсунок від загального акумулятора високого тиску - паливної рампи на кшталт бензинових ДВЗ (Common Rail у перекладі означає - загальна рампа). Система впорскування розроблена фахівцями фірми Bosch [1].

Найбільшого поширення набули чотири типи систем CR, названим на ім'я їх виробника. Це – системи BOSCH, DELPHI, DENSO та SIEMENS.

Застосування даної системи дозволяє досягти зниження витрати палива, токсичності газів, що відпрацювали, рівня шуму дизеля. Головною перевагою системи CR є широкий діапазон регулювання тиску палива та моменту початку упорскування, які досягнуті за рахунок поділу процесів створення тиску та впорскування [2].

Конструктивно система впорскування CR складає контур високого тиску паливної системи дизельного двигуна. У системі використовується безпосереднє упорскування палива, тобто дизельне паливо впорскується безпосередньо в камеру згоряння. Система CR включає паливний насос високого тиску, клапан дозування палива, регулятор тиску палива (контрольний клапан), паливну рампу та форсунки. Усі елементи поєднують паливопроводи. CR – це система з електронним блоком управління двигуна, яка регулює впорскування дизеля в камеру згоряння. Її розробили інженери компанії Bosch. Завдяки цій системі паливо надходить до форсунок від насоса високого тиску (рис. 3.1.) [4].

Паливний насос високого тиску (ПНВТ) служить для створення високого тиску палива та його накопичення у паливній рампі.

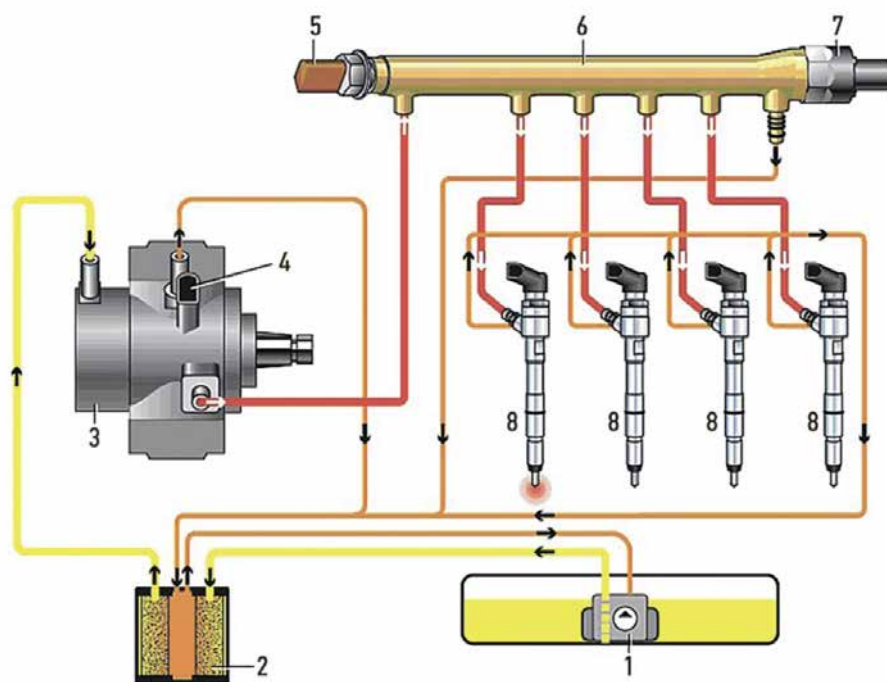


Рис. 3.1. Схема системи подачі палива Common Rail: 1 - електронасос; 2 - паливний фільтр; 3 - паливний насос високого тиску; 4 - клапан дозування; 5 - датчик тиску палива; 6 - паливна рампа; 7 - регулятор тиску палива; 8 - форсунки

Сучасні паливні насоси високого тиску - плунжерного типу. Клапан дозування палива регулює кількість палива, що подається до паливного насоса високого тиску, залежно від потреби двигуна. Клапан конструктивно поєднаний із ПНВТ.

Регулятор тиску палива призначений для управління тиском палива в системі залежно від навантаження на двигун. Він встановлюється у паливній рампі. Паливна рампа призначена для виконання кількох функцій: накопичення палива та утримання його під високим тиском, пом'якшення коливань тиску, що виникають внаслідок пульсації подачі від ПНВТ, розподілу палива за форсунками.

Форсунка - найважливіший елемент системи, що безпосередньо здійснює впорскування палива в камеру згорання двигуна. Форсунки пов'язані з паливною рампою паливопроводами високого тиску. У системі використовуються електрогідравлічні форсунки або п'єзофорсунки. Впорскування палива електрогідравлічною форсункою здійснюється за рахунок

управління електромагнітним клапаном. Активним елементом п'єзофорсунки є п'єзокристали, які значно підвищують швидкість роботи форсунки.

Управління роботою системою упорскування CR забезпечує система керування дизелем, яка поєднує датчики, блок керування двигуном та виконавчі механізми систем двигуна. Система управління дизелем включає датчики оборотів двигуна, Холла, положення педалі акселератора, витратомір повітря, температури охолоджуючої рідини, тиску повітря, температури повітря, тиску палива, кисневий датчик (лямбда-зонд) та інші. Основними виконавчими механізмами впорскування Common Rail є форсунки, клапан дозування палива, а також регулятор тиску палива.

На підставі сигналів, що надходять від датчиків, блок керування двигуном визначає необхідну кількість палива, яке паливний насос високого тиску подає через клапан дозування палива. Насос накачує паливо у паливну рампу. Там воно знаходиться під певним тиском, який забезпечує регулятор тиску палива. У потрібний момент блок керування двигуном дає команду відповідним форсункам на початок упорскування та забезпечує певну тривалість відкриття клапана форсунки. Залежно від режимів роботи двигуна блок керування двигуном коригує параметри роботи системи упорскування [4]. З метою підвищення ефективної роботи двигуна в системі CR реалізується багаторазове впорскування палива протягом одного циклу роботи двигуна. При цьому розрізняють: попереднє упорскування, основне впорскування і додаткове впорскування. Попереднє упорскування невеликої кількості палива проводиться перед основним упорскуванням для підвищення температури і тиску в камері згоряння, чим досягається прискорення самозаймання основного заряду, зниження шуму і токсичності газів, що відпрацювали. Залежно від режиму роботи двигуна виконується [5]: 2 попередніх упорскування - на холостому ходу; одне попереднє упорскування - при підвищенні навантаження; (попереднє впорскування не проводиться) - при повному навантаженні.

Основне впорскування забезпечує стабільну роботу двигуна. Додаткове впорскування проводиться для підвищення температури газів, що відпрацювали,

і поліпшення згоряння частинок сажі в сажевому фільтрі (регенерація сажевого фільтра) [4].

Розвиток системи впорскування CR здійснюється шляхом збільшення тиску впорскування [4]:

- 1 покоління – 140 МПа, з 1999 року;
- 2 покоління – 160 МПа, з 2001 року;
- 3 покоління – 180 МПа з 2005 року;
- 4 покоління – 220 МПа з 2009 року.

Переваги системи Common Rail:

- тиск, за якого відбувається впорскування палива, можна безперервно підтримувати незалежно від частоти обертання колінчастого вала двигуна, і він залишається практично постійно високим протягом усього циклу подавання палива, що особливо важливо для стабілізації горіння на холостому ході і на малий обертах під час роботи з частковим навантаженням;

- момент початку й кінця подавання палива може регулюватися у широких межах, що дає змогу точніше дозувати паливо, а також здійснювати подавання його декількома порціями протягом робочого циклу задля повнішого згоряння;

- більш високий ККД двигуна (близько 45%) порівняно з традиційними системами (до 35%), у результаті чого підвищується потужність двигуна до 40%;

- двигун працює тихіше (шум знижується приблизно на 10%);

- робота двигуна стає більш м'якою, що підвищує довговічність його циліндро-поршневої групи;

- завдяки вдосконаленому подаванню палива, його витрата зменшується на 10 - 15%;

- великий крутний момент;

- вміст шкідливих речовин у відпрацьованих газах зменшується до 50%.

Недоліки Common Rail

- підвищені вимоги до чистоти та якості дизельного палива. Найбільш уразливими деталями системи є форсунки, регулятор високого тиску і клапан аварійного зменшення тиску. За виходу з ладу однієї або декількох із цих деталей можливі такі дефекти: пуск двигуна ускладнюється або стає неможливим; з'являються «провали» під час руху; робота двигуна стає жорсткою, виникає підвищена димність. Несправність форсунок може призвести до серйозних неполадок, таких як прогорання й оплавлення поршня;
- складніші форсунки потребують відносно частішої заміни порівняно з традиційними;
- велика кількість різного виду датчиків, активаторів та інших елементів керування ускладнює будову й технічне обслуговування системи;
- відносно висока ціна деталей і запасних частин системи;
- неможливість провести ремонт або налагодження системи власноруч, тому що потрібні спеціальні стенди та інструменти;
- все ще недостатній рівень кваліфікації персоналу для діагностики, ремонту й налагодження систем Common Rail у багатьох спеціалізованих сервісах.

Конструктивні складальні одиниці форсунки CR показані на рис. 3.2.

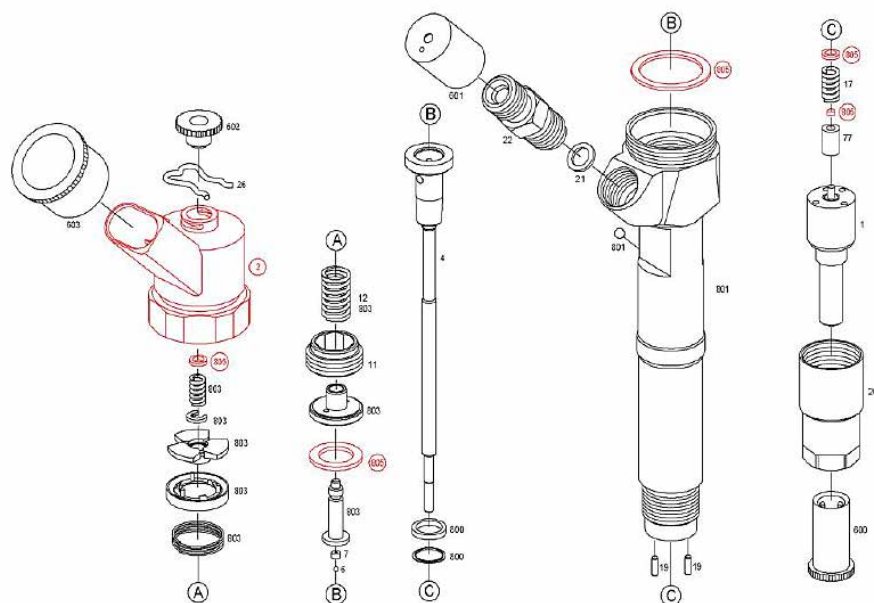


Рис. 3.2. Конструкція форсунки CR

У форсунках Бош найдорожчі деталі (виділені на рис. 3.2.) - це сідло клапана мультиплікатор, продається разом з голкою - плунжером (міняти потрібно якщо під мікроскопом явно видно сколи), розпилювач, крильчатка теж продається комплектом з пружиною і стопорними кільцями, сам клапан - кулька (краще замінити при розбиранні), кільця ущільнювачів під сідлом (як правило в них - вся проблема). Форсунки системи *Denso* - на рис. 3.3.



Рис. 3.3. Деталі форсунки Denso

Залежно від того, яким способом здійснюється впорскування, розрізняють нижченаведені види форсунок:

- електромагнітні
- електрогідравлічні
- п'єзоелектрична

Основні ознаки несправності форсунок: чорний або сизий дим, перевитрата, нерівна робота двигуна (двигун «троїть»), стукіт при роботі двигуна, втрата потужності:

- двигун почав працювати нерівномірно і «троїти» - один з поршнів не функціонує належним чином, і водій відчуває вібрацію від двигуна;
- підвищується димність автомобіля – чорний або сірий дим може вказувати на несправні форсунки
- зростають витрати палива;

- двигун не запускається або запускається не з першого разу.

Діагностичні ознаки форсунок CR [6]:

- подача у камеру згоряння;
- зворотне зливання палива - наскільки форсунка зливає дизель «в зворотку».

3.2. Причини відмов форсунок Common Rail

Під час роботи форсунки на її внутрішні робочі деталі впливають високий тиск та підвищене термічне навантаження. Внаслідок цього на робочих поверхнях відбувається утворення нагару та знос основних частин форсунки. І якщо при регулярній діагностиці такий дефект можна виявити на ранній стадії, відсутність належного контролю роботи форсунок може призвести до повного виходу з ладу тих або інших деталей або форсунки в цілому. Це, у свою чергу, істотно збільшить витрати на ремонт.

Найбільш вразливими елементами форсунок системи Common Rail є розпилювач та клапан (мультиплікатор), а причиною виникнення несправності можуть бути такі фактори:

- вироблення робочого ресурсу під час пробігу 150 - 200 тисяч км;
- неякісне паливо (наявність у ньому абразивного пилу та сміття);
- попадання конденсату;
- помилки при самостійному встановленні форсунок;
- порушення правил експлуатації.

Своєчасна перевірка форсунок CR дозволяє усунути неполадки з мінімальними витратами, а в окремих випадках і продовжити їхню експлуатацію.

Органолептичні діагностичні ознаки неправильної роботи форсунок. Для того щоб зрозуміти, що в роботі форсунок з'явилася несправність, зважимо на наступні ознаки. Більшість несправностей можна визначити самостійно, так би мовити «на око», наприклад, за наявності сильного задимлення з вихлопної труби. Утруднений пуск двигуна або його надмірний перегрів навіть після нетривалої роботи також можуть свідчити про несправність в системі подачі

палива. Якщо з ладу вийшла одна з форсунок, то двигун починає троїти, що також легко визначається на слух.

Несправності корпусу - це тріщини або підтікання, які з'являються при механічному пошкодженні, в тому числі, якщо форсунку неправильно демонтували.

Розпилювач і клапан форсунки можуть ламатися з кількох причин:

- неякісне паливо;
- моторесурс форсунки закінчився;
- недостатня фільтрація або несвоєчасна заміна паливних фільтрів;
- поломки ПНВТ - разом з дизелем може переганяти металеву стружку (продукт зносу системи), яка заб'є форсунки;
- зношення циліндропоршневої групи - олива горить разом з дизелем, через це підвищується температура в камері згоряння. В цьому випадку перегрівається розпилювач форсунки - він може згоріти або його може заклинити;
- турбіна двигуна почала вкидати оливу у впускний колектор, звідти олива потрапляє в камеру згоряння, і знову перегріваються розпилювачі форсунки.

3.3. Перевірка форсунки на діагностичному стенді

Сучасна діагностика паливної апаратури дизелів здійснюється тільки апаратно: на стендах, тестерах, сканерах [5]. Найбільш розповсюдженими перевірками є стендовими. Стенд зчитує параметри форсунки, і, спираючись на ці дані, фахівець приймає рішення - форсунку потрібно відремонтувати або замінити. За параметрами, які зчитав стенд, можна зрозуміти, яка частина форсунки несправна: корпус; розпилювач; клапан.

Якщо під час діагностики майстер з'ясував, що одна форсунка несправна, то він обов'язково запропонує перевірити інші форсунки на наявність аналогічних несправностей. Це необхідно, щоб з'ясувати, чи справні форсунки і чи однаковий об'єм палива вони впорскують.

Ознаки, за якими можна зрозуміти, що ПНВТ несправний

- знизилась потужність двигуна;
- двигун погано запускається або не запускається;
- двигун глухне під час руху;
- жорстка робота двигуна.

Паливний насос виходить з ладу в основному через паливо:

- неякісне паливо;
- абразив у паливі;
- невідповідна густина палива.

Діагностика ПНВТ здійснюється також на стенді.

Перевірити працездатність насоса можна і на двигуні - качає чи ні. Для цього автомеханік від'єднає трубки високого тиску від паливної рейки до форсунок, поставить на рейку заглушки, запустить стартер, підключить діагностичний сканер, за яким можна визначити тиск в паливній рейці.

Таку перевірку на двигуні можна провести, тільки якщо справні інші елементи паливної системи: підкачуючий насос, який встановлений на ПНВТ або в паливному баку; датчики тиску (рис. 3.4.).



Рис. 3.4. Перевірка ПНВТ на діагностичному стенді

Повна перевірка насоса проводиться тільки на стенді. Для цього насос доведеться зняти з двигуна. Перед перевіркою майстер частково розбере насос, перевірить, чи немає в ньому стружки, іржі або води. На стенді перевірить стан

гідравлічної та електронної частин. Після перевірки майстер зрозуміє, насос потрібно ремонтувати, чи доведеться його замінити. Перевіряємо елементи у граничному робочому режимі на спеціалізованому стенді. Перевірка за різними параметрами згідно з тест-планом, залежно від виробника.

Для насос-форсунок характерне швидке зношування деталей насосної частини і вихід з ладу через неякісне паливо. Ремонтпридатні насосні секції та плунжерні пари. Для відновлення проводимо діагностику, ремонт та заміну зношених компонентів.

Самодіагностика акумуляторної системи впорскування палива виконується найпростішим методом [6]. Блок керування стежить за виходом з ладу електричних блоків і передає результати в пам'ять несправностей. В залежності від вагомості помилки впорскування палива продовжується або двигун зупиняється. За допомогою відповідного тестера (див. рис 2.2) дані пам'яті несправностей можуть зчитуватися або видалятися. Завдяки наявності таблиці даних всі значення параметрів, які обробляє блок керування, можуть аналізуватись.

Тиск у акумуляторі високого тиску на режимі холостого ходу має становити від 240 до 300 бар, скважність керуючого сигналу електромагнітного клапана регулювання тиску – приблизно 15% при тиску 250 бар і 17% при 300 бар.

Якщо значення реального тиску в акумуляторі високого тиску і значення записане, що зберігається в пам'яті блоку керування, не збігаються, наявність протікання ущільнення сполучень в системі високого тиску безперечно. За допомогою відповідного тесту перевіряються можливі відкриті місця негерметичності, після чого залишається проаналізувати внутрішні порушення ущільнення спряженнях у форсунках, електромагнітному клапані регулювання тиску і ПНВТ.

Нерівномірне обертання колінчастого вала двигуна відображається показниками, які приводяться в паспорті. Корекція режиму холостого ходу призначена для компенсації відхилень по циліндрах в механіці двигуна і

гидравліку системи впорскування палива, виникаючих при серійному виробництві. Нерівномірність роботи двигуна по циліндрах блок керування перевіряє за допомогою сенсора ВМТ. Якщо якийсь циліндр відрізняється більше ніж на 30% від заданого значення, це вважається ненормальним і блок керування намагається виправити відхилення значним збільшенням циклової подачі палива в даний циліндр.

При несправності, які не виводять систему впорскування палива з ладу, знижується повна подача палива або взагалі встановлюється частота обертання колінчастого вала на режимі холостого ходу. До таких несправностей відносяться дефекти сенсорів температури, занадто низький тиск наддуву, неполадки з виміром витрати повітря або вихід з ладу сенсора педалі подачі палива. З ціллю безпеки або з метою зменшення можливих наслідків поломки двигуна, він зупиняється при наступних умовах (таблиця 3.1.):

- виходить з ладу форсунка або сильно падає тиск в акумуляторі (двигун «не тягне»);
- постійно відкрита форсунка приводить до падіння тиску в камері згорання до 300 бар, через що двигун (якщо його вчасно не зупинити) через короткий проміжок часу вийшов б з ладу.

Таблиця 3.1.

Таблиця даних двигуна CDI на режимі холостого ходу

1) Частота обертання колінчастого вала двигуна	750 хв ⁻¹
2) Температура охолоджуючої рідини	88°C
3) Вимикач приводу зчеплення	вимкнений
4) Положення педалі подачі палива	0%
5) Необхідна значення тиску в акумуляторі високого тиску	261 бар
6) Реальне тиск в акумуляторі високого тиску	264 бар
7) Циклова подача однієї форсунки	13,8 МЕ
8) Шпаруватість керуючого сигналу електромагнітного клапана	16%
9) Корекція рівномірності роботи двигуна	

для циліндру 1	-335 МЕ
для циліндру 3	0,00 МБ
для циліндру 4	2,58 МЕ
для циліндру 2	0,65

Типовий алгоритм діагностування СР подано на рис. 3.5.

При підвищенні тиску в акумуляторі понад 1400 бар також відбувається примусова зупинка двигуна. При виході з ладу електромагнітного клапана регулювання тиску неможливо встановлювати тиск в акумуляторі. Двигун зупиняється і не може більш запускатися. При виході з ладу сенсора ВМТ на маховику або сенсора Холла на розподільному валу двигун бути запущений не може. Якщо датчик Холла на розподільному валу відмовляє під час руху автомобіля, двигун продовжує працювати. Але після зупинки більше не запускається.

Діагностику дизельних форсунок неможливо провести в звичайному автосервісі, адже для 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, міняти або ремонтувати форсунку. Для цього потрібен високий рівень знань і досвід.

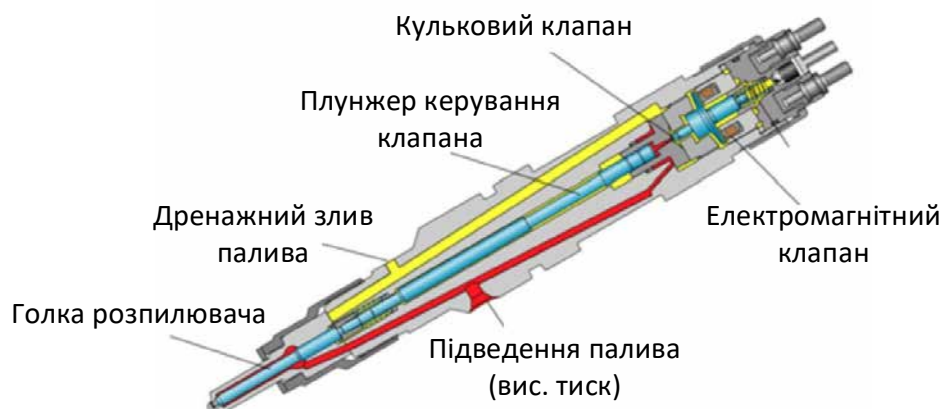


Рис. 3.6. Особливості будови форсунки CR

Зазвичай форсунки легко знімаються. Але якщо на них утворюється окис – потрібен спеціалізований інструмент та додаткові дії. Ступінь складності демонтажу впливає на ціну. Перед встановленням форсунок назад ми змащуємо їх керамічною пастою, щоб запобігти появі окису [7,8].

Розбирання форсунки має чітку послідовність (рис. 3.7.).

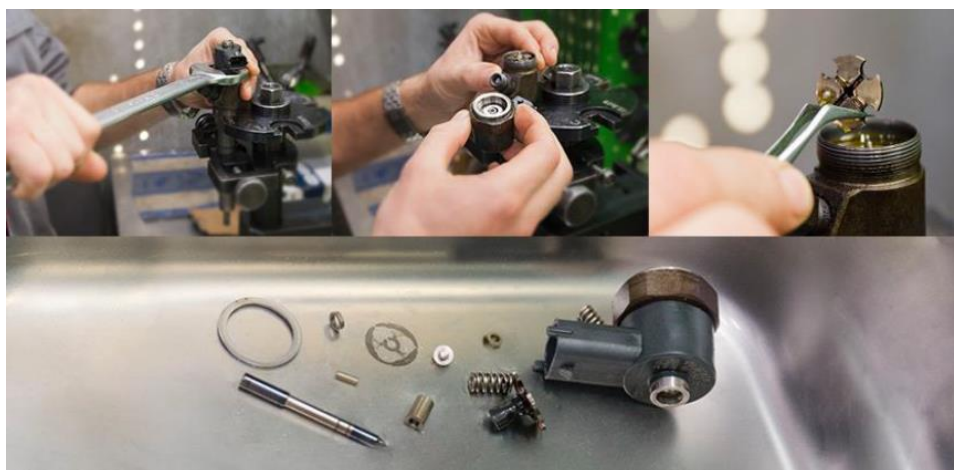


Рис. 3.7. Послідовність розбирання форсунки

Але якщо полагодити/замінити одну форсунку і не перевірити інші, то вони можуть працювати погано, і подаватимуть дизель некоректно.

Якщо вийшла з ладу одна форсунка, це може бути через заводський брак або механічне пошкодження. При цьому моторесурс інших буде нормальним. У цьому випадку інші форсунки міняти не потрібно. Але якщо вийшла з ладу одна форсунка, а решта на межі поломки, тоді ми рекомендуємо не тільки замінити або полагодити всі форсунки, але підійти до питання паливної системи комплексно:

- промити дизельний бак, паливний фільтр і магістралі, що йдуть від бака до ПНВТ;
- перевірити стан самого насоса.

Якщо усувати тільки наслідки – поломку форсунок – та ігнорувати причину, то вихід з ладу форсунок може повторитися.

Як можна вберегти двигун і форсунки від поломок:

- заправляти автомобіль якісним дизелем;
- міняють паливні фільтри кожні 8000 кілометрів;
- проходити планове і сезонне техобслуговування.

Режими технологічних операцій

Очищення і миття розпилювачів.

Тиск мийної рідини – 0,2...0,25 МПа; температура мийної рідини – 20...30°C.

Склад мийного розчину:

- сода каустична ДСТУ2263:2011 – 25 г/л;
- сода кальцинована ДСТУ 100-64 – 35 г/л;
- рідке скло – ДСТУ 13078-67 – 1,5 г/л;
- мило господарське - 25 г/л. Температура розчину – 85,5°C. Час миття - 2...3 год.

Максимальна температура нагрівання обшивки ванни - не більше 40°C.

Розчин для ополіскування розпилювачів: триетаноламін - 20 г/л;

температура промивання - до 40°C.

Шліфування конуса голки розпилювача

Круг - АСО М12Б1 100 58, частота обертання круга - 1000 хв⁻¹ частота обертання деталі - 750 хв⁻¹; припуск на шліфування - 5 мкм.

Притиральні операції

Відновлені розпилювачі перевіряють на герметичність, підтікання і якість розпилювання палива на стендах КИ-3333, КИ-22203М, КИ-562 та КИ- 15706.

РОЗДІЛ 4 КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1. Ознаки несправності форсунок дизельного двигуна

Які б негативні фактори або різні причини не призвели до поломки, при експлуатації інжектора необхідно чітко усвідомлювати і розуміти наслідки цього. Тому несправність паливної форсунки буде проявлятися наступними зовнішніми ознаками при русі трактора:

- Значно знижується потужність при прогрітому двигуні;
- Різні проблеми, що виникають при запуску двигуна;
- Двигун працює нерівномірно на холостому ходу;
- Швидке прискорення при розгоні;
- Значне збільшення витрати палива,
- В області двигуна постійна вібрація
- Виникає особливий звук клацання;
- Дим з вихлопної труби (чорний або сірий),
- Реалізація високих обертів двигуна повільна;
- Олива в масляному піддоні двигуна перевищує допустимий рівень;
- На панелі приладів світиться значок «Check Engine».

4.2. Несправності форсунок дизельного двигуна

Основними несправностями, які виникають при роботі форсунок дизельного двигуна, є:

- Пломби з часом деформуються;
- Залишки продуктів згоряння на деталях розпилювача;
- Розпилювач явно зношений;
- Оплавлення наконечника сопла;
- На поверхні сопла є механічні подряпини;
- Значно звужений діаметр форсунки інжектора;
- Різні механічні пошкодження деталей форсунок;
- Механічний знос однієї сторони голки розпилювача;

- Знос поверхні поршня по периметру клапана;
- Зменшити хід поршня клапана або штока розпилювача;
- Наявність іржі у фільтрі тонкого очищення;
- На голці та стрижні розпилювача є частинки іржі;
- Корозія ущільнень високого тиску;
- Сині плями на шпильці атомайзера через перегрів;
- Згоріла котушка магніту.

Виникнення однієї чи кількох несправностей у роботі інжектора не обов'язково вимагає дорогої повної заміни, оскільки навіть найсерйозніші несправності коштують менше однієї третини ціни нового інжектора.



Рис. 4.1. Паливна система Common Rail

4.3. Опис конструкції

Сконструйований мною пристрій призначений для розбирання-складання форсунок дизелів, інжекторів системи Common Rail дизелів та насос-форсунок (рис. 4.2.). Він складається з опірної стійки 1, підпорного елемента, з'ємної фіксуєючої пластини 2 із набору змінних пластин для фіксування, бокового зажиму, напрямної штанги 3 з кареткою 4 з осьовим зажимом 5, що може переміщатись вздовж її осі.

До опірної стояка рухомим осьовим з'єднанням 6 для обертання робочої частини пристрою прикріплена напрямна штанга, на яку встановлена знімна фіксуєюча пластина із набору змінних пластин, що, водночас, виконує функцію

підпорного елемента, в кожному з яких виконані від одного до шести різних за розмірами пазів 7 для фіксації певних типорозмірів корпусів форсунок.

Боковий затискач виконаний таким, що може переміщуватися по напрямній штанзі, а бічний фіксатор 8 з двома затискними губками 9, робоча поверхня однієї з яких має клиновидну канавку 10 для того, щоб затискати корпуси форсунок різного діаметра на відстані, обумовленій довжиною корпусу інжектора від фіксуєючої пластини.

4.4. Принцип роботи

Для розбирання/складання дизельних форсунок, дизельних інжекторів системи Common Rail, або насос-форсунок, інжектор встановлюють в паз фіксуєючої пластини розпилювачем вгору і, відрегулювавши місце розташування бічного фіксатора та каретки осьового затиску відносно корпусу інжектора, по чергово затискають інжектор осьовим і бічним затисками.

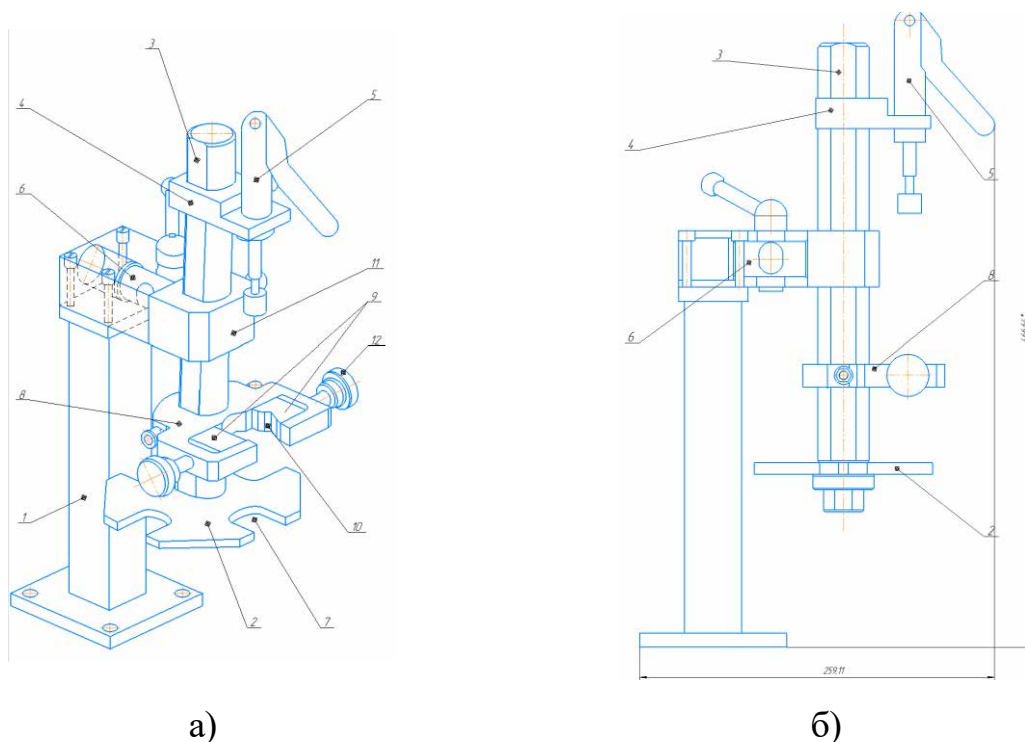


Рис. 4.2. Загальний вигляд прототипу пристрою (а) та схема пристрою на вигляді збоку (б): 1 – опорна стійка; 2 – фіксуєюча пластина; 3 – напрямна штанга; 4 – каретка; 5 – осьовий затискач; 6 – рухома вісь; 7 – паз для фіксації корпусу форсунки; 8 – бічний фіксатор; 9 – затискні губки; 10 – клиновидна виїмка; 11 – корпус; 12 – затискний гвинт

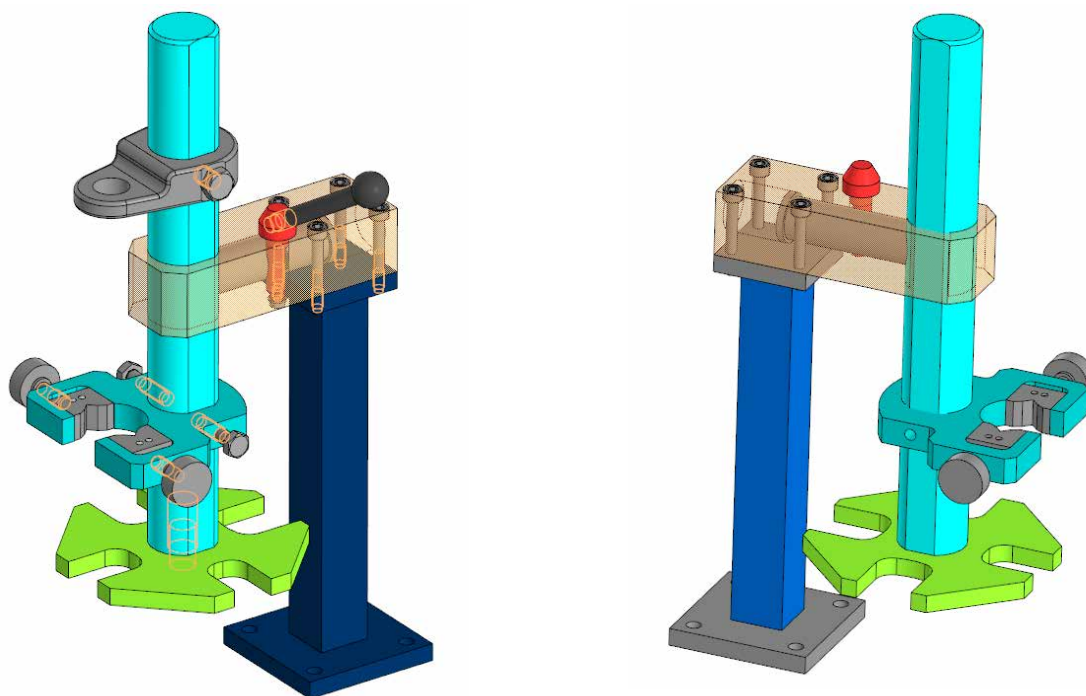


Рис. 4.3. 3-D модель пристрою для розбирання форсунок

Потім здійснюють демонтаж розпилювача інжектора та гайки розпилювача з допомогою спеціального ключа, який входить в паз гайки форсунок, після чого, за допомогою рухомого осевого з'єднання, провертають робочу частину пристрою на 180° розташовуючи таким чином інжектор електроклапаном угору, і завершують розбирання інжектора.

Складання інжектора здійснюють у зворотній послідовності.

Запропонована технічна розробка дає змогу виконувати розбирання і складання інжектора без яких-завгодно допоміжних пристосувань, залишаючи його закріпленим у пристрої.

Пристрій для розбирання і складання дизельних форсунок, дизельних інжекторів системи Common Rail та насос-форсунок використовувався в спеціалізованому дизельному сервісі, де при розбиранні і збиранні дизельних форсунок, дизельних інжекторів системи Common Rail та насос-форсунок, показав такі результати:

- час розбирання і складання, порівняно із виконанням тотожних операцій за допомогою відомих пристроїв, скоротився на 50-70%;
- відпала потреба використовувати і, відповідно, у розміщувати в приміщенні автосервісу, допоміжні пристрої, що дало змогу вивільнити 30%

раніше зайнятої площі робочого місця;

➤ скорочено час технологічних операцій, відмова від допоміжних пристосувань, які стали непотрібними, а також зменшення площі для розташування розробленого пристрою, дало економію близько 50%, порівняно з витратами, якими супроводжувалося застосування інших пристроїв (лещат тощо).

Пристрій для розбирання і збирання дизельних форсунок, дизельних інжекторів системи Common Rail та насос-форсунок: може бути виготовлений із стандартних металевих заготовок на будь-якому машинобудівному виробництві.

4.5. Розрахунок силових параметрів пристрою

Базою пристрою є затискні губки, які дають змогу отримати достатньо велике зусилля для бокової фіксації насос-форсунки. Такі засоби є досить зручними, простими конструктивно і широко застосовуються в ремонтній справі.

Затискну силу болтів 9, яка може створити бічний фіксатор пристрою, визначаємо за формулою [16]:

$$R = \frac{PL}{r_{cp} \tan(\alpha + \varphi)}, \text{ Н} \quad (4.1.)$$

де P - зусилля руки робітника, що прикладається до гвинтів затискних губок пристрою, Н;

l - плече, на якому діє сила P , м;

α - кут підйому гвинтової лінії при середньому діаметрі, град.;

r_{cp} - середній радіус різьби силового гвинта, м;

φ - кут тертя приймають з умови $f = \tan \varphi = 0,15$.

Для визначення стискаючого зусилля гвинтового пристрою використовуємо наступні параметри:

➤ силовий гвинт виготовлений з сталі 35, має зовнішній діаметр $d_3 = 0,016$ м і крок різьби $t = 0,001$ м (1 мм);

➤ зусилля руки робітника $P = 100$ Н, а плече, на якому діє сила, $L = 0,05$ м (50 мм).

За даними розмірами силового гвинта визначаємо з літератури [11] середній діаметр різьби $d_{cp} = 15,376$ мм, внутрішній діаметр різьби 15,29 мм, середній радіус $r_{cp} = 7,188$ мм. Кут тертя приймаємо $\varphi = 8^{\circ}35'$, а кут підйому різьби α знаходимо із співвідношення:

$$\tan\alpha = \frac{t}{p \cdot d_{cp}} = \frac{1}{3,14 \cdot 15,376} = 0,21. \quad (4.2.)$$

Тоді

$$\alpha = \tan^{-1}0,031 = 1^{\circ}97';$$

$$\tan(\alpha + \varphi) = \tan(1^{\circ}12' + 8^{\circ}35') = \tan 9^{\circ}47' = 0,1668.$$

Після підставлення прийнятих і отриманих значень у формулу визначаємо стискаюче зусилля пристрою

$$F = 3926,5 \text{ Н.}$$

Отримане зусилля затискання є достатнім для розбирання форсунки. Ексцентриковий осьовий затискач форсунки завжди застосовують, коли хід штока невеликий. Через велике співвідношення плечей l_1 та l_2 (рис. 4.4.) такі пристрої створюють значні зусилля. Розрахунок можливої величини сили можна проводити так же як і для звичайного важільного знімача з важелем другого роду [12].

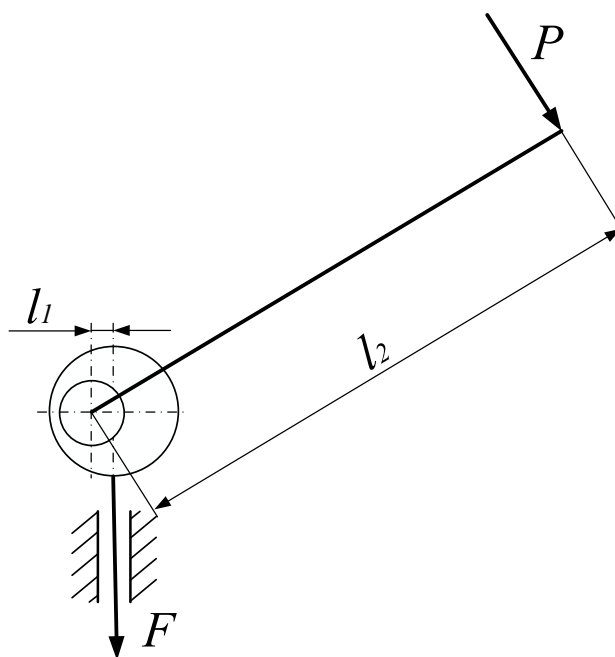


Рис. 4.4. Схема створення зусиль для ексцентрикового механізму

Цю силу можна визначити з рівняння

$$P \cdot l_2 = F \cdot l_1, \quad (4.3.)$$

Звідси

$$F = \frac{P \cdot l_2}{l_1}.$$

Тоді

$$F = \frac{50 \cdot 120}{15} = 400 \text{ Н}$$

4.6. Розрахунок міцності гвинта

Перевіримо затискний гвинт на одночасну дію стиску і кручення (при значній довжині гвинти також перевіряють на стійкість).

Крутний момент:

$$M_{кр} = F \frac{d_{cp}}{2} (\alpha + \varphi), \quad (4.4.)$$

Тоді

$$M_{кр} = 4987,5 \frac{0,00020376}{2} \cdot \tan(1^\circ 97' + 8^\circ 35') = 0,99 \approx 1,0 \text{ Нм}$$

Приведене напруження

$$\sigma_{пр} = \sqrt{\sigma_{ст}^2 + 4\tau_{кр}^2}, \quad (4.5.)$$

де $\tau_{кр} = \frac{M_{кр}}{0,2d_{вн}^3}$ – дотичні напруження, МПа;

$d_{вн}$ - внутрішній діаметр різьби, 15,29 мм.

$d_{вн} = 29,6$ МПа

$$\tau_{кр} = \frac{1}{0,2 \cdot 0,00159^3} = 32,8 \text{ МПа.}$$

$$\sigma = \frac{R}{F} = 67,6 \text{ МПа.}$$

Умова достатньої міцності виконується. Допустиме напруження на стиск $\sigma_{ст} = 70 \dots 90$ МПа. Умова міцності гвинта забезпечується.

4.7. Технологія технічного обслуговування форсунок дизельних двигунів

Варто відзначити, що якщо водій не ремонтував інжектор самостійно, то

краще звернутися в спеціалізований сервіс, але переоцінка власних зусиль часто призводить до втрати часу і покупки нової форсунки на місці. кращий. У гіршому випадку може статися більш серйозне пошкодження двигуна.

Залежно від типу і ступеня поломки дизеля сучасні методи ремонту паливної системи проводяться в наступному порядку:

Спочатку перевірте роботу двигуна на діагностичному стенді GM, який дозволяє виявити наявні несправності та усунути будь-які помилкові ознаки несправності, наприклад, через несправність бортової електроніки.

Якщо підтвердиться несправність ланцюга подачі палива дизельного двигуна, підключіть автомобіль до спеціальної діагностичної станції паливної системи для визначення основної причини та виявлення дефектів інжектора.

Якщо причиною поломки інжектора є незначне засмічення, то можуть просто хімічно почистити паливну систему двигуна, без розбирання, і зробити це прямо на автомобілі за допомогою спеціального розчину марки. Незважаючи на те, що цей метод не може дати 100% результату для більш складних закупорок, для досягнення цілей профілактики рекомендується проводити технічне обслуговування після кожних 1000 мото-год напрацювання трактора. При цьому хімічна чистка є найдешевшим способом ремонту паливної системи дизеля. Наявність серйозних несправностей вимагає більш ретельного ремонту інжектора для усунення всіх причин, пов'язаних з поганим уприскуванням палива в дизельних двигунах. Для цього необхідно повністю розібрати їх з агрегату і при необхідності видалити відкладення палива і бруду.

Далі слід повністю розібрати інжектор, при цьому ретельно оглянути всі вузли на предмет можливих механічних пошкоджень і різних дефектів, які можуть привести до поломки.

Для видалення незмивних відкладень або різних видів нагару компоненти інжектора поміщаються в спеціальні канавки і ретельно очищаються за допомогою ультразвукових хвиль. Час, протягом якого деталі та компоненти залишаються в ультразвуковій ванні, безпосередньо залежить від ступеня забруднення та має бути достатнім для повного видалення відкладень смоли з

компонентів і корпусів сопел.

Перед складанням замініть усі деталі та вузли інжектора, які під час перевірки виявили механічні пошкодження або інші дефекти.

Після завершення всіх ремонтних робіт форсунки ретельно збираються відповідно до технологічної послідовності і повинні бути оснащені новими гумовими технічними ущільнювачами.

Перед установкою інжектора на двигун перевірте його працездатність за допомогою випробувального стенду, при необхідності відрегулюйте і зафіксуйте вихідні параметри п'єзоелектричного інжектора.

Відремонтовану форсунку встановлюють безпосередньо на двигун, при цьому рекомендується замінити сальник і болти кріплення на нові мідні щітки. Нарешті, якщо необхідно, внесіть корективи в блок управління двигуном.

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1. Основні заходи з охорони праці та навколишнього середовища при виконанні ремонтно-обслуговуючих робіт

Заходи по створенню безпечних умов можуть бути поділені на такі групи:

Організаційні по поліпшенню умов праці і удосконалення техніки безпеки по охороні праці. До організаційних належать заходи по своєчасному обслуговуванню обладнання відділення для підтримання його в технічно-справному етапі, навчання працівників безпечних умов праці, забезпечення працівників спецодягом та засобами індивідуального захисту, встановлення і дотримання протипожежного режиму, забезпечити працівників посібниками і інструкціями з техніки безпеки.

До заходів які сприяють поліпшенню умов праці належать удосконалення приміщень, нормалізація вологості в них та зниження заповиленості та загазованості повітря, поліпшення освітленості робочих місць, зниження шумів і вібрацій.

Удосконалення техніки безпеки передбачає огороження, огляд та випробування парових котлів, повітрязбірників та вентиляційних засобів, автоматичної сигналізації та блокування, контроль за етапом заземлення технічного етапу машин, механізмів і обладнання, утримання інструментів і пристроїв у технічно-справному етапі. Забезпечення надійності індивідуальних засобів захисту. У проектах необхідно передбачати організоване відведення відпрацьованих паливо-мастильних речовин. При необхідності слід виконати планувальну розробку пристроїв для видалення осадків очищення і подальшого їх використання, або зливання їх у спеціальні ємкості і відправляти їх у підприємства для очищення переробки і подальшого їх використання.

При проектування дільниць обслуговування машин випробувальних дільниць необхідно пам'ятати, що хімічно заряджене повітря питної води,

відкритих водоймищ, житлових масивів, шкідливими речовинами і газами викликає важкі захворювання і згубно діють на навколишнє середовище.

5.2. Основні вимоги до охорони праці для робітників

Основні вимоги по охороні праці для робітників відділення по діагностуванню і ТО паливного насоса наведені в інструкції з охорони праці на робочому місці.

Основними положеннями є:

Перед початком виконання роботи робітник повинен одягнути спецодяг і головний убір. Одяг не повинен мати звисаючих кінців, волосся повинне бути заправлене від головний убір.

При обкатці і випробуванні паливної апаратури в робочій зоні виділяються пари палива які шкідливо впливають на організм дихання, щоб запобігти отруєнню парю паливо-мастильних матеріалів, роботу слід виконувати при включеній вентиляції, при більшій концентрації в повітрі парів палива може відбуватися її спалах або вибух від найменших імпульсів теплоти нагрітого тіла, електричної іскри або іскри електроенергії.

Виконання робіт по розбиранню і складанню паливної апаратури необхідно проводити тільки справними інструментами. Молотки повинні мати злегка випуклий, не перекошений і не збитий бойок, ручка повинна бути надійно закріплена і заклинена, зубила, воротки, повинні мати не збиті і не перекошені потилиці і не пошкоджені робочі частини. Гайкові ключі повинні відповідати розмірам гайок і болтів, знімачі не повинні мати тріщини, зірваних і м'ятих різьб. При пуску стенда випробування паливного насоса повинно проводитись після включення вентиляції, під час роботи слідкувати за справністю трубопроводів високого тиску і їх кріплення.

Перед регулюванням тиску впорскування необхідно надійно закріпити її на стенді. Піднімати тиск в регулювальний слід тільки після перевірки жорсткості, з'єднання паливо проводів і центрального вимірювальних приладів. Впорскування палива повинно створюватись у відповідну ємкість, виключаючи

розбризування. Не записами стенд для випробування паливної частини повинні бути закриті після закінчення роботи.

5.3. Розрахунок вентиляції і опалення

Вентиляція - це процес організованої зміни у приміщенні забрудненого повітря на чисте і свіже.

Вентиляція може бути штучна (механічна) і природна, в залежності від кратності повітрообміну.

Природа вентиляція застосовується в приміщенні, якщо кратність повітрообміну $K \leq 3$, а якщо $K \geq 3$ то використовують штучну вентиляцію.

Кратність повітрообміну майстерні ТО і діагностування паливної апаратури $K = 4 \dots 3$ приймаєм $K = 45$, то дільницю оснащуємо штучною вентиляцією.

Визначаємо необхідну продуктивність вентилятора по формулі:

$$W_B = V_{\text{від}} \cdot K, \quad (5.1.)$$

де, $V_{\text{від}}$ - об'єм відділення (120 м^3)

K - кратність повітря. $K = 4$.

Підставивши значення у формулу (4.1.) отримаємо

$$W_B = 120 \cdot 4 = 480 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Визначати потужність електродвигуна непотрібно так як завод випускає вентилятори разом з двигунами.

Отже, за $W_B = 480$ вибираємо вентилятор типу АО.

Для покращення умов праці на посту То в холодний період необхідно просто отоплювати.

Річну потребу тон в умовному паливі визначаємо по формулі:

$$Q_y = g_t \cdot H \cdot \frac{V_{\text{від}}}{10} \cdot k \cdot n, \quad (5.2.)$$

де, g_t - витрати палива $1 \text{ м}^3 g_t = 15 \dots 10 \text{ кксл м}^3/\text{год.}$

H - кількість год. в опалювальному періоді ($H = 189 \cdot 24 = 4536 \text{ год.}$)

V - об'єм, $V = 120$.

k - теплотворна здатність умовного палива $k = 6540$ кксл

n - ККД котельної установки $n = 0,65$

$$Q_y = 15 \cdot 4536 \cdot \frac{120}{1000} \cdot 6540 \cdot 0,65 = 1,95 \text{ тон.}$$

Для опалення ділянки, необхідно 1920 кг кам'яного вугілля

РОЗДІЛ 6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ ФОРСУНОК

Економічну ефективність від впровадження у виробництво пристрою для розбирання - складання форсунок можна розрахувати за витратами на його проектування і виготовлення, енергетичними витратами під час експлуатації, за тарифною ставкою слюсаря - складальника і збільшенням продуктивності виконання операцій. В основу розрахунку покладено методику визначення економічної ефективності витрат на дослідження і розробки.

Розрахунковий економічний ефект від запровадження нового пристрою визначаємо за формулою:

$$E_p = B_p - Z_p, \text{ грн.} \quad (6.1.)$$

де B_p - вартісна оцінка результатів, які отримані за розрахунковий період, грн.;

Z_p - вартісна оцінка витрат, що пов'язані з використанням пристрою за розрахунковий період, грн.;

При розрахунку береться до уваги строк служби пристосування t , а вартісну оцінку результатів, які отримані за період використання визначаємо за формулою:

$$B = \sum_{t=i \cdot n}^{t=i \cdot k} B_t \cdot \alpha_t, \text{ грн.} \quad (6.2.)$$

де B_t - вартісна оцінка результатів в t -тому році розрахункового періоду, грн;

t_n - початковий рік розрахункового періоду;

t_k - кінцевий рік розрахункового періоду;

α_t - коефіцієнт зведення до розрахункового року.

Вартісна оцінка результатів в t -тому році визначається за формулою

$$B_t = C_t \cdot A_t \cdot P_t, \text{ грн.} \quad (6.3.)$$

де, C_t - економія коштів на ремонті і обслуговуванні одного двигуна;

A_t - кількість одиниць використовуваного обладнання в даному році;

P_t - загальна кількість ремонтів і обслуговувань з використанням удосконаленого обладнання.

Коефіцієнт зведення до розрахункового року визначаємо за формулою:

$$\alpha_t = (1 + E_H)^{t_p - 1}, \quad (6.4.)$$

де E_H - норматив зведення різночасових витрат і отримання результатів, що чисельно прирівнюються до нормативу ефективності номінальних вкладень, $E_H = 0,1$;

t_p - розрахунковий рік;

t - рік, затрати якого зводяться до розрахункового року. Результати розрахунків заносимо в таблицю.

Розрахункові дані для визначення економічного ефекту від впровадження вдосконаленого обладнання для заміни охолоджувальної рідини визначаємо за наступною методикою:

Економію коштів на заміні охолоджувальної рідини під час технічного обслуговування і ремонту двигунів визначаємо за формулою:

$$\text{Ц} = (C_n + C_p) \cdot (t_1 - t_2) + e_H, \text{ грн.} \quad (6.5.)$$

де C_n - втрати від години простою машини;

C_p - середня годинна тарифна ставка робітників, $C_p = 2,7$ грн/год.;

t_1 - середня трудомісткість між операційного транспортування під час ремонту одного двигуна за існуючою технологією, $t_1 = 3$ люд.-год.;

t_2 - трудомісткість між операційного транспортування під час ремонту одного двигуна з використанням розробленого пристрою $t_2 = 2$ люд.-год.;

$$\text{Ц} = (7,8 + 2,7) \cdot (3 - 2) = 10,5, \text{ грн.}$$

Кількість операцій визначаємо за наступною формулою:

$$P_t = W_t \cdot W_o \cdot \mu_t, \text{ шт.} \quad (6.6.)$$

де, W_t - річна програма ремонту двигунів, $W_t = 300$;

W_o - кількість операцій використання пристрою для ремонту одного двигуна, $W_o = 1$;

μ_t - коефіцієнт річного збільшення програми, $\mu_t = 1,05$.

$$P_{2024} = 300 \cdot 3 \cdot 1 = 900 \text{ шт.}$$

$$P_{2025} = 300 \cdot 3 \cdot 1,05 = 945 \text{ шт.}$$

Аналогічно проводимо розрахунки для решти років і результати заносимо в таблицю.

Економію коштів на ремонті одного двигуна для наступних років визначаємо за формулою:

$$Ц_t = \alpha_t \cdot Ц, \text{ грн.} \quad (6.7.)$$

$$Ц_{2025} = 0,9091 \cdot 10,5 = 9,55 \text{ тис.грн.}$$

Аналогічно проводимо решту розрахунків і результати заносимо в таблицю. Вартісну оцінку витрат визначаємо за формулою:

$$З_p = \sum_{e=1}^{e=e} З_t \cdot \alpha_t, \text{ грн.} \quad (6.8.)$$

де $З_t$ - величина витрат в t -тому році, грн.

Для першого розрахункового року вартісну оцінку витрат визначаємо з виразу:

$$З_{2024} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6, \text{ грн.} \quad (6.9.)$$

де C_1 - вартість виготовлення конструкторської та технічної документації, $C_1 = 120$ грн.;

C_2 - вартість матеріалів на 3 комплектів, $C_2 = 236$ грн.;

C_3 - вартість комплектуючих, $C_3 = 180$ грн.;

C_4 - вартість виготовлення деталей, $C_4 = 337$ грн.;

C_5 - вартість складальних, монтажних, налагоджувальних і випробувальних робіт, $C_5 = 96$ грн.;

C_6 - витрати на організацію і підготовку виробництва за новою технологією, $C_6 = 20$ грн.

Значення показників $C_1 \dots C_6$ прийняті на підставі експертних оцінок спеціалістів ремонтної майстерні, що займається виготовленням нестандартного

обладнання.

$$Z_{2024} = 120 + 236 + 180 + 337 + 96 + 20 = 989 \text{ грн.}$$

Для решти років вартісну оцінку витрат визначаємо за формулою

$$Z_t = C_e \cdot \alpha_t, \text{ грн.} \quad (6.10.)$$

де C_e - розрахункові експлуатаційні витрати на підтримання пристрою в роботоздатному стані, грн.

$$C_e = \eta \cdot Z_{tp}, \text{ грн.} \quad (6.11.)$$

де η - частка початкової вартості обладнання, необхідна для підтримання його роботоздатності, $\eta = 0,1$;

$$C_e = 0,1 \cdot 989 = 98,9, \text{ грн.}$$

$$Z_{2025} = 98,9 \cdot 0,9091 = 89,9, \text{ грн.}$$

Аналогічно проводимо розрахунки для решти років і результати заносимо в таблицю.

Скориставшись формулою (6.3.) визначаємо вартісну оцінку результатів:

$$B_{2024} = 10,5 \cdot 900 = 9450, \text{ грн.}$$

$$B_{2025} = 9,55 \cdot 945 = 9024,8, \text{ грн.}$$

Аналогічно проводимо розрахунки для решти років і результати заносимо в таблицю.

Підставивши результати розрахунків у формулу (6.1.) отримаємо значення економічного ефекту

$$E = 9450 - 98,9 = 9351 \text{ грн.}$$

Строк окупності запропонованого пристрою визначаємо за формулою:

$$T_{\text{окуп.}} = \frac{\sum Z_t}{\sum C_t} \cdot t_{\text{вик}}, \text{ років} \quad (6.12.)$$

де, $t_{\text{вик}}$ - термін використання обладнання приймаємо $t_{\text{вик}} = 8$ років.

$$T_{\text{окуп.}} = \frac{401}{6129} \cdot 8 = 0,6 \text{ року.}$$

Отже, строк окупності пристрою буде становити 6 місяців.

Таблиця 6.1.

Розрахунок економічного ефекту від запровадження обладнання для розбирально-складальних робіт.

Показники	Роки			Разом
	2024	2025	2026	
P_t - річна програма виконуваних операцій, шт.	900	945	973	2818
C_t - економія коштів на одній операції, грн.	10,5	9,55	8,68	28,73
α_t - коефіцієнт приведення до розрахункового року	1	0,9091	0,8264	2,7355
B_t - вартісна оцінка результатів, тис. грн.	9,45	9,024	8,45	26,924
Z_t - вартісна оцінка затрат, грн.	98,9	89,9	74,3	263,1
E_t - економічний ефект при обслуговуванні одного двигуна, тис. грн.	9,35	8,93	8,38	26,66

ВИСНОВКИ

1. У дипломному проєкті бакалавра було проаналізовано конструктивно-технічні характеристики тракторів CLAAS, а саме: модифікації, загальну будову, експлуатаційні та технічні характеристики.

2. Обґрунтовано та виконано розрахунок технології технічного обслуговування тракторів марки CLAAS: кількості ремонтно-обслуговуваних робіт тракторів, сумарної трудомісткості ремонтно-обслуговуваних робіт, режиму роботи і фонди часу, кількості виробничих робітників, кількості робочих місць та підбір устаткування поста ТО та їх технологічне планування.

3. Зважаючи на наявну матеріально-технічну базу, в дільниці доцільно організувати технічне обслуговування не тільки тракторів CLAAS але і інших моделей.

4. Описано основні ознаки несправності форсунок дизельних двигунів, обґрунтовано вибір пристрою для ремонту форсунок та реалізовано його удосконалення.

5. Запроектвані заходи, що до охорони праці і навколишнього середовища дозволять забезпечити відповідно умови безпечної праці і запобігання негативного впливу виробництва на навколишнє середовище.

5. Визначення собівартості ремонтно-обслуговуваних робіт технічного обслуговування тракторів марки CLAAS.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Анісімов В. Ф., Єленич А. П. Особливості конструкції паливної апаратури та збільшення терміну її експлуатації. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2021. № 2 (113). С. 67–77.
2. Аулін В. В., Гриньків А. В., Гороховський С. Р. Вдосконалення ефективності обслуговування паливної апаратури дизеля автомобіля під час експлуатації. Інноваційні технології розвитку та ефективності функціонування автомобільного транспорту : зб. наук. матеріалів. Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. Кропивницький : ЦНТУ, 2020. С. 24-39.
3. Беседа О. О. Аналіз особливостей технічного діагностування паливної апаратури дизелів. Сучасна наука: стан, проблеми, перспективи: матеріали наукової конференції. Старобільськ. 2020. С. 115–120.
4. Rozum R. I., Shevchuk O. S., Prohniy P. V. Optimization of working processes of internal combustion engines with the purpose of improving their environmentality. Modern engineering and innovative technologies. Sergeieva&Co Karlsruhe (Germany) 2022. Issue 19. Part 1. P. 147–150.
5. Оганян І. В., Єпіфанов С. В. Розробка методів діагностування технічного стану паливного регулятора. ХХІХ міжнародний конгрес двигунобудівників: матеріали ХХІХ міжн. наук. – практ. конф., 2 – 6 вересня. 2024 р. / Нац. аерокосмічний ун-т «Харк. авіац. ін-т». Харків, 2024. С. 54-55
6. Черній О. Дослідження безвідказності тракторів John Deere серії 8R в експлуатаційних умовах України. Теоретичні та практичні питання аграрної науки : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. 2022. С. 117–120.
7. Черній О. Деякі проблеми технічної надійності сільськогосподарських тракторів JOHN DEERE. The 7 th International scientific and practical conference “Innovations and prospects of world science”(March 2-4, 2022) Perfect Publishing, Vancouver, Canada. 2022. С. 13–19. Черній О. Дослідження безвідказності тракторів John D серії 8R в експлуатаційних умовах України. Теоретичні та практичні питання аграрної науки : матеріали Міжнародної науково-

- практичної конференції. 2022. С. 117–120.
8. Міненко С.В., Чорний Б.В. Форсунки, що використовуються в паливній апаратурі автотракторних дизелів. Техніка та технології в агропромисловому виробництві : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. Полтава: ПДАУ, 2021. С. 67-75. 3. Система живлення дизельного двигуна [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://avtodvigateli.com/detali/sistema-pitaniya-dizelya.html>. – Дата доступу: 16.09.2024.
 9. Бабанін О.Б., Буцький О.В. Аналіз методів діагностування паливної апаратури дизелів. Зб. наук. праць Українського державного університету залізничного транспорту. №168. 2017. С. 75–86.
 10. Ковтун Б.Ю., Шушляпін С.В. Причини погіршення надійності паливної апаратури ДВЗ. Інноваційні розробки в аграрній сфері: Матеріали МНПК Харків: ХНТУСГ, 2019. С. 71-74.
 11. Аналіз відомих способів діагностування двигунів внутрішнього згоряння – Дата доступу: 16.09.2024.
 12. Система живлення дизельного двигуна [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://avtodvigateli.com/detali/sistema-pitaniya-dizelya.html>. – Дата доступу: 16.09.2024.
 13. Діагностування та ТО системи живлення дизельного двигуна [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://extxe.com/17397/diagnostirovanie-i-to-sistemy-pitaniya-dizelnogodvigatelja/#3__Common_Rail. – Дата доступу: 16.09.2024.
 14. Ігнатовський В. Ю., Попик П. С. Системи подачі палива дизельних двигунів. Сучасні проблеми землеробської механіки: матеріали XX Міжнародної наукової конференції. Миколаїв: МНАУ, 2019. С. 23–24.
 15. Курус В.М. Робочі параметри системи впорскування дизелів. Матеріали XIX наукової конференції ТНТУ ім. І. Пулюя. Тернопіль. 2016. С. 55–58.
 16. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Технологія: підручник. Київ: Вища шк., 2017. 527 с.
 17. Маркович С.І., Бевз О.В. Експлуатація та ремонт двигунів внутрішнього

- згорання: Навчальний посібник. Кропивницький : ЦНТУ. 2022. 147 с.
18. Пасічник О.А., Бабак О.П. Стенд для випробувань паливних насосів високого тиску і методика вимірювання зносу деталей. Проблеми трибології (Problems of Tribology). №3. 2023. С. 62–67.
 19. Перетяцько В.Р., Тітова Л.Л. Основні показники роботи паливної апаратури. Крамаровські читання: матеріали VII міжнародної науково-технічної конференції. Київ. 2020. С. 103–105.
 20. Погорелов В.О. Дослідження технічного стану плунжерних пар паливних насосів високого тиску / Погорелов В.О. Матеріали науковопрактичної конференції. ДДАЕУ. Дніпро. 2021 – 32 – 34 с.
 21. Хилько М. І. Екологічна безпека України: навч. посіб. Київ, 2017. 257 с.
 22. Чишкала П. В., Мешков Д. В., Божко Е. В. Визначення поточного технічного стану дизельного двигуна методами безрозбірної діагностики за параметрами паливної апаратури. Вісник Національного технічного університету "ХПІ": зб. наук. пр. Харків : НТУ "ХПІ", 2021. № 2 (6). С.15-19.
 23. Шкрегаль О.М., Лимаренко В.О., Рильський Д.О. Застосування сучасних діагностичних методів та засобів підвищення технічного рівня машин. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Харків. Вип. 145. 2014. С. 174–178.
 24. Яремчук Т.О., Тітова Л.Л. Вплив несправностей паливоподаючої апаратури на працездатність автотракторних дизелів. Інноваційне забезпечення виробництва органічної продукції в АПК: матеріали VIII міжнародної наукової конференції. Київ. 2020. С. 90 – 95.
 25. Minenko S.V., Chornyi V.V. Forsunky, shcho vykorystovuiutsia v palyvni aparaturi avtotraktornykh dyzeliv. Tekhnika ta tekhnolohii v ahropromyslovomu vyrobnytstvi : materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Poltava: PDAU, 2021. S. 67-75.
 26. Systema zhyvlennia dyzelnoho dvyhuna [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <https://avtodvigateli.com/detali/sistema-pitaniya-dizelya.html>. – Data dostupu: 16.09.2024.

ДОДАТКИ