

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ І ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ

ДИПЛОМНА РОБОТА

Магістерського рівня освіти

на тему: «Дослідження компресії у циліндрах автотракторних
двигунів, з використанням комп'ютерного діагностичного
обладнання»

Виконав: студент VI курсу групи Аін-62
Спеціальності 208 «Агроінженерія»

(шифр і назва)

Юрій ПРИСТАВСЬКИЙ

(ім'я та прізвище)

Керівник: Мирон МАГАЦ
(ім'я та прізвище)

Дубляни 2025

УДК 631.359.1: 89

Приставський Ю.В. «Дослідження компресії у циліндрах автотракторних двигунів, з використанням комп'ютерного діагностичного обладнання»: дипломна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2025. 71 с.

Табл.3; рис. 17; бібліогр. джерел 24.

Проведено аналіз літературних джерел, які обґрунтовують функціонування дизельних двигунів з електронним управлінням, а також визначено їхні проблемні сторони.

Виконано розрахунок теплового балансу дизеля, за недостатньої компресії у циліндрі.

Описано методику проведення діагностично-експериментальних досліджень компресії у циліндрах двигуна, без використання технічних засобів.

Представлено заходи з охорони праці, що спрямовані на створення безпечних умов, під час проведення комп'ютерних діагностичних спостережень.

Проведено оцінку річних економічних витрат дизеля, викликаних недостатньою компресією у циліндрі.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. РОЗДІЛ. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ	8
1.1 Обладнання для проведення комп'ютерної діагностики автотракторних двигунів	8
1.2 Відносна компресія у циліндрах дизеля	9
1.3 Визначення компресії за використання струмовимірювальних кліщів	12
1.4 Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми поворотного плуга і корпусу із змінними параметрами	13
1.5 Поняття про операції основного обробітку ґрунту.....	14
Висновки до розділу 1.....	15
2. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.....	17
2.1 Використання машино-тракторного агрегату для основного обробітку ґрунту	17
2.2 Вихідні дані, для розрахунку операційно-технологічної карти	18
2.3 Розрахунок параметрів роботи орного агрегату.....	22
2.4 Тепловий баланс сучасного дизеля, за неякісної компресії у циліндрі...	23
Висновки до розділу 2.....	26
3. МЕТОДИКА ТА ОБЛАДНАННЯ	27
3.1 Технічна характеристика колісного трактора John Deere	27
3.2 Попереджувальні індикаторні лампи на дисплеї панелі приладів	28
3.3 Обладнання і методика досліджень.....	30
Висновки до розділу 3.....	32
4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	34
4.1 Виконання операцій і показники ефективності	34

4.2 Формування операційної карти для проведення основного обробітку ґрунту	41
4.3 Результати теплового балансу дизеля з ЕБУ, за заниженої компресії в одному із циліндрів	46
4.4 Результати діагностичних досліджень	47
Висновки до розділу 4	49
5. ОХОРОНА ПРАЦІ	51
5.1 Небезпечні ситуації	51
5.2 Пожежна безпека.	53
5.3 Охорона праці	56
5.4 Організаційно-технічні рекомендації	58
Висновки до розділу 5.....	62
6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	64
6.1 Дослідження експлуатаційних витрат	64
Висновки до розділу 6.....	66
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	67
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	69

ВСТУП

На сьогоднішній день, одна з головних проблем, як для аграрних підприємств, так і для компаній, що займаються вирощуванням сільськогосподарської продукції, є контроль та витрата палива сучасними сільськогосподарськими агрегатами. Постійне зростання вартості на пальне та його економне використання, являється особливо актуальним, для багатьох власників аграрних підприємств. Це відповідно впливає на ціну кінцевого продукту чи послуги. У зв'язку з цим, зростає значення системи моніторингу та контролю витрат палива.

Електронні системи автоматизованого управління сучасними тракторами та бортовими пристроями мають фактично схожу конструктивну схему. Різні електронні датчики перетворюють дані про контрольовані неелектричні параметри, на електричні сигнали. Ці сигнали проходять процес оцифрування та надсилаються до електронного блоку управління. Мікроконтролер, спираючись на отримані дані та запрограмоване програмне забезпечення, аналізує інформацію та управляє виконавчими механізмами.

Надійність і економічність автотракторних двигунів значною мірою залежить від застосування надійних, точних і економічно вигідних датчиків. З початку 1990-х років, більшість виробників активно працюють над зниженням рівня токсичних викидів. Це зумовило впровадження додаткових датчиків для контролю роботи силового агрегату, системи випуску, паливної системи впорскування, та точного регулювання співвідношення повітря і палива у робочій суміші.

Однією з найефективніших паливних систем, що широко застосовується в сучасних автотракторних двигунах, є система Common Rail.

Для її ефективної роботи, у циліндрах дизеля повинна забезпечуватися висока герметичність, що відповідно відображається на компресії у, яка повинна становити від 20 до 32 Бар.

Так, як сільськогосподарський трактор, зазнає значних перевантажень, особливо під час основного обробітку землі (оранки), температурний режим дизеля у більшості випадків підвищується, що у подальшому, суттєво впливає на стан циліндро поршневої групи, тобто на зниження компресії у циліндрах.

Даний негативний процес, суттєво впливає на тягові характеристики агрегату та його продуктивності.

Тому, для оперативного виявлення технічного стану (без механічних втручань обслуговуючого персоналу) дизеля, слід використовувати комп'ютерне діагностичне обладнання.

Тому, метою **нашої дипломної роботи**, є дослідження компресії у циліндрах дизеля трактора John Deere, після сезонних операцій з обробітку землі.

Для цього необхідно:

1. Провести аналіз літературних джерел, щодо технічного стану сучасних дизелів, що використовуються у сільськогосподарських агрегатах після напрацьованих більше 5000 мот./год.
2. Провести розрахунок кінематичних характеристик сільськогосподарського агрегату, для формування опереційно-технологічної карти з основного обробітку ґрунту.
3. Здійснити комп'ютерну діагностику трактора John Deere та визначити стан циліндропоршневої групи дизеля, після проведення сезонних робіт.
4. Подати заходи з охорони праці і техніки безпеки, під час діагностичних робіт трактора John Deere.

1. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

1.1 Обладнання для проведення комп'ютерної діагностики автотракторних двигунів

На сьогодні, ринок пропонує широкий вибір діагностичних сканерів, мотортестерів, мультиметрів та осцилографів які забезпечують можливість проведення, як комп'ютерної діагностики так і вимірювання електричних параметрів компонентів системи подачі палива. Використання діагностичних сканерів, є невід'ємною частиною процесу перевірки технічного стану цієї системи, оскільки близько 80% несправностей сучасних дизельних двигунів припадає саме на її елементи [3]-[12].

Крім цього, вимагається використання традиційних методів перевірки, тобто потреби визначення технічного стану двигуна, таких як: вимірювання компресії в циліндрах (за допомогою компресометра), визначення тиску в нижньому контурі подачі палива (за допомогою манометра), перевірка функціонування вакуумної магістралі тощо.

Діагностику та ремонт паливного насоса високого тиску та форсунок, можливо виконати лише на спеціалізованому дорогому обладнанні, яке доступне далеко не на кожній станції технічного обслуговування. У роботі [14], запропоновано прийняти бюджетну методику перевірки стану паливної апаратури, а також технічного стану дизельного двигуна, із застосуванням обладнання, яке обов'язково є в наявності на будь-якому сервісі з ремонту автотракторних двигунів.

На сьогодні, представлено безліч діагностичних сканерів у ціновому сегменті до 1000 доларів і вище. Найбільш поширеними серед них є: WOW, AutoCom, Delphi, VCDS, Launch, Thinkdiag, Autel, а для тракторів John Deere – «Service ADVICOR EDL v2». Завдяки сучасним електронним системам, які оснащені потужними процесорами та програмним забезпеченням, багато

несправностей можливо тільки усунути за допомогою діагностичного сканера та мультиметра. Проте окремі випадки, потребують альтернативного підходу до діагностики та ремонту, особливо визначення компресії у циліндрах двигуна, без механічного втручання.

1.2 Відносна компресія у циліндрах дизеля

Сучасні виробники автотракторних засобів, все частіше впроваджують можливість виконання вимірювання (операції із визначення компресії у циліндрах ДВЗ).

У роботі [15], представлена процедури визначення компресії у циліндрах, за допомогою діагностичного сканера Thinkdiag, на прикладі автомобіля Ford F-350 6.7 (Diesel Ecoboost 2012 року, в якого прослідковувалася нерівномірність у роботі), рис.1.1.

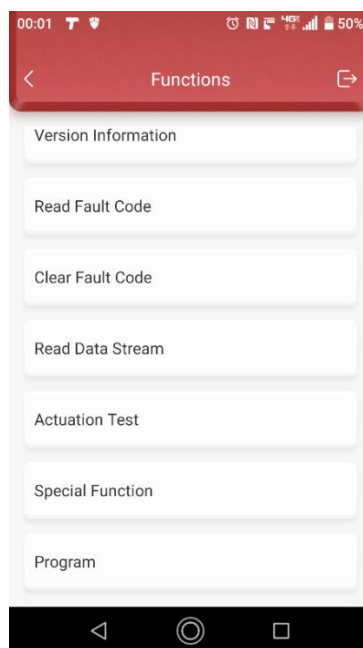


Рисунок 1.1. Меню у режимі діагностики дизеля, за використання адаптера «Thinkdiag».

Тут вибирається Special Function, і далі в меню Relative Compression, що у подальшому, програмне забезпечення вказує нам послідовність дій, відносно вимірювання компресії у циліндрах дизеля, рис.1.2а: вмикається запалювання; натискається педаль акселератора до упору і вмикається стартер (при цьому, акумуляторна батарея повинна мати достатній заряд);

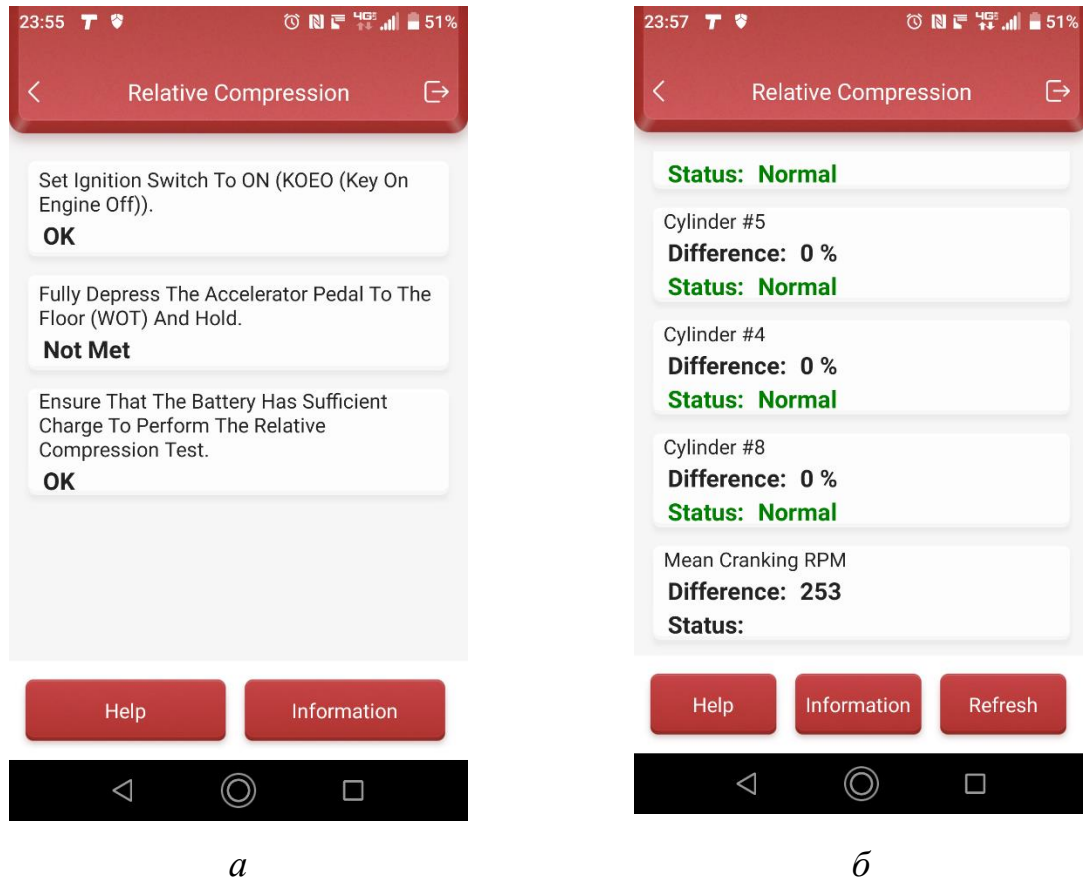


Рисунок 1.2. Тест на визначення компресії у циліндрах дизеля [15].

прокручування стартером відбувається протягом 10 сек.(при цьому, блок керування блокує паливоподачу). Процес вимірювання компресії відбувається, за рахунок миттєвих прискорень колінчастого валу (при цьому, ЕБУ дизеля використовує сигнали датчиків частоти обертання колінчастого валу та розподільчих валів). Після опрацьованих сигналів, ЕБУ видає результати, у вигляді процентного відхилення середньої частоти обертання валів у відсотках (див.рис.3.2б). Відповідно, відхилення є нульові, що означає

про задовільний стан циліндро-поршневої групи та відсутність механічних несправностей.

Ще однією функцією даного адаптера та програмного продукту, є можливість вимірювання балансу циліндрів, так званий режим «Power Balance».

У даному режимі (двигун працює на ХХ), проводиться вимірювання прискорення поршнів, під час роботи двигуна, рис.1.3 [14].

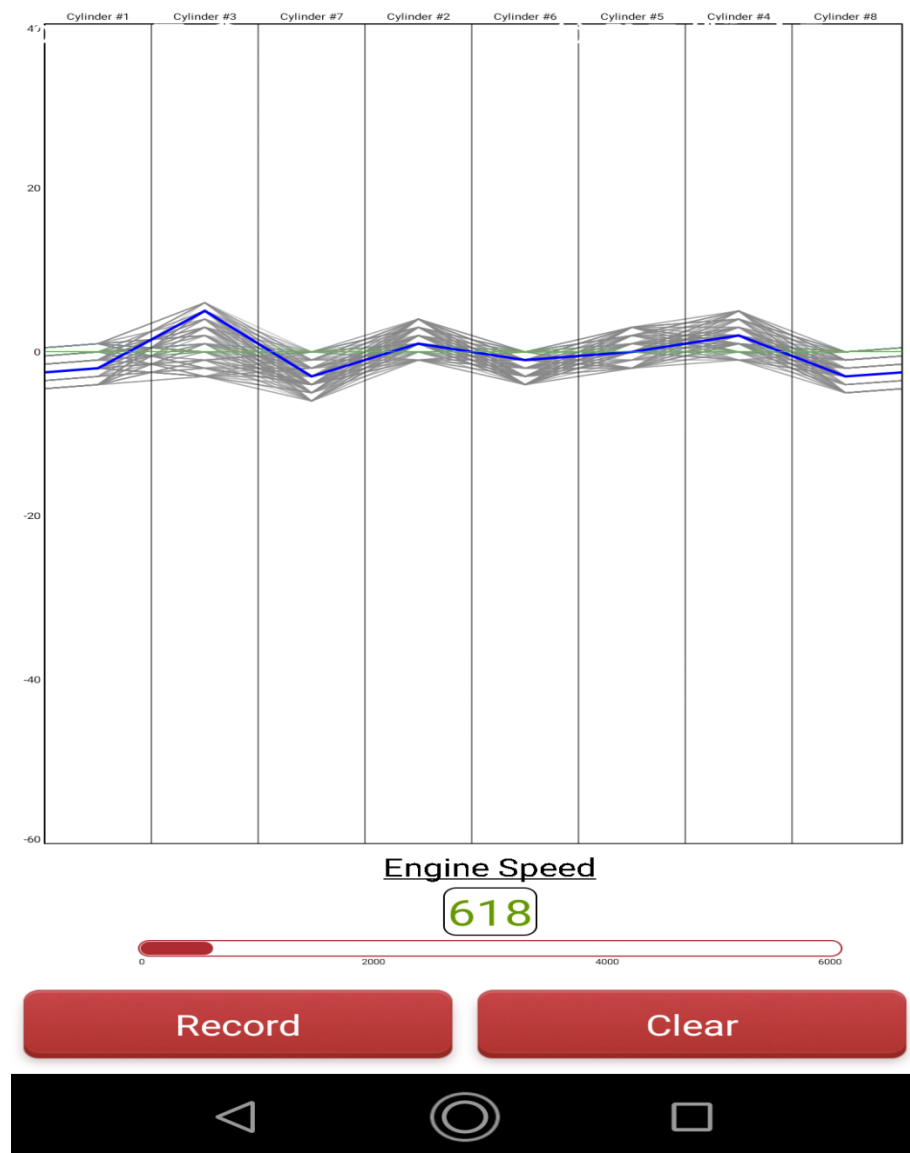


Рисунок 1.3. Режим балансу потужності циліндрів.

Як показують отримані результати, найбільший внесок у роботу двигуна, забезпечує циліндр №3, найменший – №7. Це викликає застереження про наявність проблем у механічній частині двигуна. Проте, у

подальшому з'ясувалися, про неполадки в системі подачі палива, пов'язаних із заміною паливних форсунок (які некоректно були прокалібровані до блоку управління). Належна адаптація усунула проблему нестабільної роботи дизеля.

1.3 Визначення компресії за використання струмовимірювальних кліщів

Слід зазначити, що не всі блоки управління двигуном підтримують функції вимірювання відносної компресії та балансу потужності циліндрів. Проте, процес вимірювання компресії, можна виконати за допомогою струмовимірювальних кліщів (що фіксують струм, який споживає стартер при вимкненій системі подачі палива), інформується у [15]. Для цього доцільно використовувати осцилограф у поєднанні з кліщами. Використання струмових кліщів відбувається наступним чином: відмикають від споживачів плюсову клему акумулятора, обновлюють показники кліщів (за допомогою відповідної кнопки), від'єднують роз'єми форсунок (щоб зупинити подачу палива) і запускають стартер, рис. 1.4 [15].

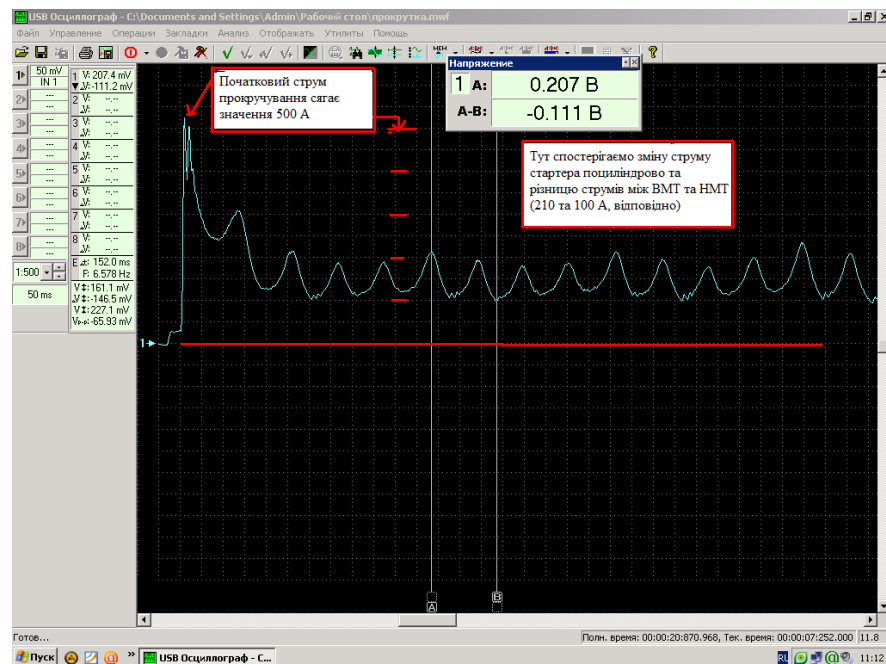


Рисунок 1.4 - Вимірювання струму стартера (за використання струмовимірюваних кліщів і електронного осцилографу).

З отриманої осцилограми видно, що споживання струму стартером змінюється залежно від того, який циліндр перебуває у такті стиску. Чим вища компресія у циліндрах, тим більший струм споживає стартер. Таким чином, нерівномірність роботи двигуна в цьому випадку, зумовлена механічною частиною двигуна. Як з'ясувалося пізніше, налаштування теплових зазорів клапанного механізму, вирішило дану проблему.

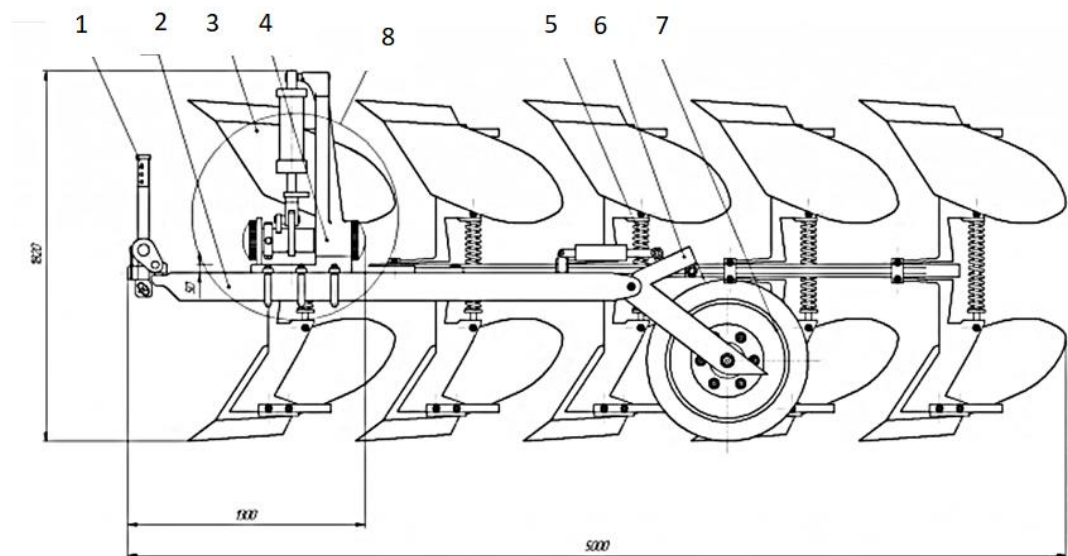
Відповідно, що стосується досліджень технічного стану тракторних дизелів, то левова частка їхніх відмов, пов'язана із важкими умовами їхньої експлуатації, особливо, коли виконується операція основного обробітку ґрунту (оранка).

1.4 Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми поворотного плуга і корпусу із змінними параметрами

Більшість конструкцій поворотних плугів, відрізняються між собою: кількістю складових частин деталей і обертових роликів (в плужних корпусах), рейково-зубчастого механізму, зубчастої рейки на поворотній рамі, механізмів переводу плуга в робоче положення, наявністю автономних механізмів повороту грудей з лемешем, крил відвалу, польової дошки.

У роботі [11], розроблена конструкція поворотного плуга із змінними параметрами, має суттєві відмінності від раніше розроблених. Поставлені завдання реалізуються тим, що конструкцією поворотного плуга передбачена несуча рама з опорними колесами, на якій змонтований поворотний в горизонтальній площині брус з можливістю відхилення на однаковий кут в обидві сторони, щодо вертикально-поздовжній площині, що проходить через вісь повороту бруса, із встановленими на ньому корпусами плуга з можливістю синхронного повороту за допомогою гідроциліндрів. Поворотний брус на повзуні, закріпленому в його передній частині, відхиляється на змінний кут α в межах $0-45^\circ$ по дугоподібній направляючій з упорами на обох кінцях і закріпленої в нижній частині несучої рами плуга.

На поворотному брусі (з певним кроком), встановлені корпуси плугу з комбінованими лемішновідвальними поверхнями, що включають приєднані до загальної груді (під кутом один одному) відвали з крилами лівого і правого обороту пласта, лемеші (з'єднані між собою носками з можливістю повороту корпусів на змінний кут β межах $0-30^\circ$). Поворот плужних корпусів, узгоджений з відхиленням поворотного бруса, що дозволяє налаштувати плуг на змінну ширину захвату, при цьому лінія тяги трактора збігається з осовою лінією плуга, рис. 1.5.



1 – причіпна ланка; 2 – рама; 3 – корпус; 4 – поворотній механізм; 5 – механізм регулювання ширини захвату корпусів; 6 – регульовальна тяга опорного колеса; 7 – опорне колесо, 8 – дисковий ніж.

Рисунок 1.5 – Схема поворотнього плуга.

Слід зазначити, що конструкція даного плуга зменшує навантаження на трактор близько 5%.

1.5. Поняття про операції основного обробітку ґрунту

Основний обробіток ґрунту, являє собою систему заходів, які забезпечують: створення сприятливих умов для нагромадження вологи;

боротьбу з бур'янами, шкідниками і хворобами сільськогосподарських культур; сприятливий перебіг мікробіологічних процесів (розкладання рослинних решток); підвищення родючості ґрунту (шляхом збільшення орного шару); сприяє високоякісному виконанню всіх наступних сільськогосподарських операцій з обробітку ґрунту [17].

Способи основного обробітку ґрунту:

- оранка з обертанням скиби;
- безполицевий стерньовий обробіток ґрунту плоскорізами-розпушувачами;
- безполицевий обробіток ґрунту.

Оранка з обертанням скиби, має багато різновидностей: рівняльна, ярусна, контурна з утворенням мікролиманив (борозен та ін).

Безполицевий стерньовий обробіток ґрунту, проводиться на глибину від 16 до 40 см. Безполицева оранка буває: поверхнева до 16 см; середня 16...30 см; глибока до 40 см.

Безполицевий обробіток ґрунту – це обробіток спеціальними долотоподібними розпушувальними корпусами (або чизелювання на глибину 15...40 см).

Необхідно зазначити, що основний обробіток ґрунту, являється найзавантажувальною операцією для сільськогосподарського трактора, що суттєво впливає на його експлуатаційний ресурс. А це, як правило, зниження потужності двигуна, яка у свою чергу є залежною від стану поршневої групи (компресії) у кожному циліндрі.

Висновки за розділом 1

Досліджуючи літературні джерела, можна цілком стверджувати, що поворотні плуги, мають досить складну конструкцію але у свою чергу пришвидчують тривалість проведення операції та знижують опірність плуга на 5%, відносно існуючих.

Основний обробіток ґрунту, являється для сільськогосподарського трактора, найбільш завантажувальною операцією та суттєво впливає на його експлуатаційний ресурс (відповідно, на стан циліндро-поршневої групи, тобто, на компресію у циліндрах дизельного двигуна).

Тому, наша особлива увага буде сконцентрована, на дослідженнях зміни компресії у циліндрах дизельного двигуна трактора John Deere, після завершення сезонних робіт, за використання комп'ютерного діагностичного обладнання.

2. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

2.1 Використання машино-тракторного агрегату для основного обробітку ґрунту

Методи обробітку ґрунту, мають бути науково обґрунтованими, адаптованими до кожного конкретного поля та вирощуваної культури, змінюватися залежно від актуальної інформації про стан ґрунту та рослин. Вони повинні забезпечуватися відповідними технічними й технологічними ресурсами, для якісного виконання робіт у визначені агротехнічні строки та постійно вдосконалюватися [13].

Основний обробіток ґрунту, є найбільш енерговитратним і технологічно складним етапом, на який у господарстві витрачається близько третини палива. Його мета – змінити структуру та будову орного шару (для поліпшення водного й повітряного режимів), активізації мікробіологічних процесів, ефективного використання поживних речовин, знищення бур'янів, та шкідників. Окрім цього, він включає загортання післяжнивних залишків і захист ґрунту від ерозійних процесів [10].

Оранка має виконуватися прямолінійно, без пропусків, із повним перевертанням скиби, якісним загортанням стерні, бур'янів і добрив.

Відхилення глибини обробітку не повинно перевищувати ± 1 см, а на нерівній місцевості – до ± 2 см [12].

Під час основного обробітку ґрунту виконуються такі технологічні операції:

- Перевертання ґрунту (щоб верхній шар із порушеною структурою та рослинними залишками опинився на дні борозни).
- Подрібнення ґрунту.
- Розпушування (для створення пухкого шару, що забезпечує кращий доступ повітря до кореневої частини вирощуваної культури).
- Перемішування ґрунту з добривами.

- Ущільнення (тобто, зворотний процес до розпушування, що застосовується під час оранки для озимих культур).
- Підрізання бур'янів із одночасним розпушенням, подрібненням і перемішуванням ґрунту.

2.2 Вихідні дані, для розрахунку операційно-технологічної карти

Назва операції – оранка;

Площа поля, $F=50$, га;

Розміри поля (довжина $L = 900$ м, ширина $C = 560$ м);

Конфігурація поля –прямокутник правильної форми;

Агрофон – стерня;

Схил поля, $i = 5$ %;

Склад МТА – John Deere+Lemken Eur Opal 7(4+1N100);

Питомий опір плуга при $V=5$ км/год – $k_o=40$ кН/м²;

Технологічно допустима швидкість $V_{техн}=6...10$ км/год.

Максимальна ефективність використання мобільного агрегату в заданих зовнішньо-виробничих умовах, досягається за оптимальних значень його параметрів, таких як: потужність енергетичного засобу, вага, ширина захвату тощо. Ключовою умовою високої продуктивності агрегату для основного обробітку ґрунту, є: узгодженість його параметрів, зокрема ширини захвату, з умовами експлуатації. Взаємозв'язок між основними характеристиками зовнішніх виробничих умов (фізико-механічні властивості матеріалу, опорної поверхні, рельєф місцевості, розміри полів) та основними параметрами агрегату (ширина захвату, вага, енергонасиченість, кінематичні властивості) описується наступним рівнянням:

$$B_{onm} = \sqrt{\frac{\psi \cdot G \cdot l_p}{k_x \cdot k_o}}, \quad (2.1)$$

де, B_{onm} – ширина захвату агрегату, м;

ψ - коефіцієнт опору руху трактора по полю;

l_p – довжина поля, м;

G – сумарна вага трактора та плуга (за [19] $G_m=73,5$ кН, $G_{nl}=12,054$ кН, сумарна вага МТА $G=85,554$ кН);

k_o – питомий опір агрегату при швидкості руху $V=5$ км/год, $k_o=38...42$ кН/м² [12] (приймаємо $k_o=40$ кН/м²);

k_x – кінематична характеристика агрегату.

Коефіцієнт опору переміщення трактора по полю ψ визначається за формулою

$$\psi = f \cdot \cos\alpha + \sin\alpha, \quad (2.2)$$

де α - схил поля, $\alpha \approx i \approx 5^\circ$;

f – коефіцієнт опору коліс з перекочуванням для трактора (агрофон стерня (для колісних тракторних засобів [17] $f = 0,06...0,08$), приймаємо, $f=0,08$).

Тоді, отримаємо:

$$\psi = 0,08 \cdot \cos 5^\circ + \sin 5^\circ = 0,167.$$

Відповідно, кінематика агрегату k_x визначається відношенням середньої довжини холостого ходу l_x (що припадає на один робочий хід l_p) до ширини захвату агрегату b_k :

$$k_x = \frac{2l_x}{b_k}. \quad (2.3)$$

А, відстань холостого ходу l_x (для комбінованого способу повороту ліворуч і праворуч) визначиться наступним чином:

$$l_x = 7 \cdot R_o + 2e, \quad (2.4)$$

де R_o – радіус повороту орного агрегату, м;

e – виїзна відстань агрегату, м.

Радіус повороту агрегату R_o , отримаємо за наступною формулою:

$$R_o = 4,0 \cdot b_k. \quad (2.5)$$

Ширина захвату плуга Lemken Eur Opal 7 (4+1N100) визначається добутком кількості корпусів на ширину їхнього захвату, $b_k = 5 \cdot 0,44 = 2,2$ м.

Відповідно, отримаємо:

$$R_o = 4,0 \cdot 2,2 = 8,8, \text{ м}$$

Тоді, довжину виїзду агрегату, отримаємо за виразом:

$$e = 0,4 \cdot l_k, \quad (2.6)$$

де l_k – кінематична довжина агрегату, складається, як сума кінематичних довжин трактора l_m (за [9] $l_m=1,15$ м) та плуга l_n (за $l_n=6,7$ м).

$$l_k = l_m + l_n. \quad (2.7)$$

Підставивши значення у вираз (2.7), отримуємо наступне:

$$l_k = 1,15 + 6,7 = 7,85, \text{ м}$$

Згідно виразу (2.6), отримаємо значення довжини виїзду агрегату:

$$e = 0,4 \cdot 7,85 = 3,14 \text{ м.}$$

А, довжина холостого ходу (2.4), буде мати значення:

$$l_x = 7 \cdot 8,4 + 2 \cdot 3,14 = 65,08 \text{ м.}$$

Робочий хід агрегату по полю визначиться:

$$l_p = L - 2 \cdot E, \quad (2.8)$$

де L – довжина гону (вздна якому проводиться оранка, приймаємо, $L=1100$ м);

E – ширина поворотної смуги, визначається, як:

$$E = 2,0 \cdot R_o + e + \frac{b_k}{2}. \quad (2.9)$$

Підставивши відповідні значення, отримаємо:

$$E = 2,0 \cdot 8,4 + 3,14 + \frac{2,1}{2} = 20,99 \text{ м.}$$

Ширину поворотної смуги, приймаємо кратному найближчому цілому числу (6) помноженому на ширину захвату. Таким чином, отримаємо:

$$E = 6 \cdot 2,1 = 12,6 \text{ м.}$$

Тоді, відповідно виразу (2.8), визначимо довжину робочого ходу:

$$l_p = 1100 - 2 \cdot 12,6 = 1100 - 25,2 = 1074,8 \text{ м}$$

Згідно (2.3) кінематична характеристика агрегату визначиться:

$$k_x = \frac{2 \cdot 65,08}{2,1} = 61,9$$

Тоді за виразом (2.1), отримаємо оптимальну ширину захвату агрегату

$$B_{opt} = \sqrt{\frac{0,167 \cdot 85,554 \cdot 874,8}{61,9 \cdot 40}} = 2,24 \text{ м.}$$

Таким чином, для зазначених умов виконання операції оранки, було придбано плуг німецького виробника Lemken Eur Opal 7 (4+1 N100), Водночас, враховуючи можливе перевантаження, відповідно до рекомендацій

[22], можна обрати плуг вітчизняного виробництва ПЛН 6-35 з шириною захвату 2,1 м, або Lemken Eur Opal 7 (5 N100), ширина захвату 2,2 м, який є більш надійний і агрегується трактором John Deere 6630.

2.3 Розрахунок параметрів роботи орного агрегату

Для визначення питомого опору плуга (при швидкості більше 5 км/год), використаємо відому формулу:

$$k = k_o \cdot \left(1 + 0,006 \cdot (V_p^2 - V_o^2)\right), \quad (2.10)$$

де k_o – питомий опір плуга на оранці ($k_o=40$ кН/м²), за швидкості $V_o=5$ км/год;

V_p – робоча (фактична) швидкість руху агрегату, км/год.

Згідно формули (2.10), для 2 і 3-ї передач отримаємо питомий опір плуга:

$$k_2 = 40 \cdot 10^3 \cdot \left(1 + 0,006 \cdot (6,34^2 - 5,0^2)\right) = 43639,0 \text{ Н/м}^2;$$

$$k_3 = 40 \cdot 10^3 \cdot \left(1 + 0,006 \cdot (8,47^2 - 5,0^2)\right) = 51209,4 \text{ Н/м}^2;$$

Тоді, опір плуга для прийнятих передач знайдемо за формулою:

$$R_{nli} = k_i \cdot b_k \cdot a, \quad (2.11)$$

де a – глибина оранки (приймаємо, $a=0,22$ м).

Відповідно, опір плуга під час роботи (на вибраних передачах), визначиться:

$$R_{nл2} = 43639,0 \cdot 2,1 \cdot 0,22 = 20161,2 \text{ Н};$$

$$R_{nл3} = 51209,4 \cdot 2,1 \cdot 0,22 = 23658,7 \text{ Н};$$

Коефіцієнт номінального тягового зусилля трактора розрахується за формулою:

$$\eta_{тяг} = \frac{R_{nлi}}{P_{гкнi}} \cdot \dots \quad (2.12)$$

Тоді, отримаємо:

$$\eta_{\text{тяг}2} = \frac{20161,2}{20969,9} = 0,96 ; \eta_{\text{тяг}3} = \frac{23658,7}{22732,9} = 1,04$$

А коефіцієнт номінальної тягової потужності тракторного засобу визначиться:

$$\eta_{N_{\text{зк}}} = \eta_{\text{тяг}} \cdot \frac{V_p}{V_{\text{рх}}} . \quad (2.13)$$

Підставивши значення у (2.13), отримаємо наступне:

$$\eta_{N_{\text{зк}2}} = 0,96 \cdot \frac{6,34}{7,68} = 0,79 ; \eta_{N_{\text{зк}3}} = 1,04 \cdot \frac{8,47}{9,54} = 0,92$$

Коефіцієнт використання номінальної потужності дизеля розраховуємо за наступним виразом:

$$\eta_{\text{д}} = \frac{R_{\text{пл}} \cdot V_p}{3600 \cdot N_{\text{ен}}} . \quad (2.14)$$

Тоді:

$$\eta_{\text{д}3} = \frac{20161,2 \cdot 6,34}{3600 \cdot 121,1} = 0,29 ; \eta_{\text{д}4} = \frac{23658,7 \cdot 8,47}{3600 \cdot 121,1} = 0,46$$

Згідно отриманих значень коефіцієнтів η_m , $\eta_{\text{тяг}}$, $\eta_{N_{\text{зк}}}$, $\eta_{\text{д}}$, приймаємо роботу орного агрегату на 2-й передачі (секція В та положення джостіка 2).

2.4 Тепловий баланс сучасного дизеля, за неякісної компресії у циліндрі

Процес згоряння робочої суміші в циліндрах двигуна, значною мірою залежить від точності та своєчасності змін у робочих процесах.

Система повітряної індукції двигуна внутрішнього згоряння, складається з низки компонентів і виконує функції, що забезпечують необхідний потік повітря для якісного згоряння робочої суміші. Ключовим елементом цієї системи є дросельна заслінка, яка регулює повітряний потік, змінюючи її положення. Таким чином, контролюється обсяг повітря, що надходить у циліндри, впливаючи на швидкісні режими дизеля.

Слід зауважити, що важливу роль у ефективній роботі дизельного двигуна, відіграє технічний стан циліндро-поршневої групи (тобто компресія у циліндрах). У разі недостатньої компресії у одному із циліндрів: підвищується витрата палива, знижується потужність ДВЗ та збільшуються викиди отруйних речовин.

Відповідно, використання методики розрахунку теплового балансу сучасного дизеля, дає можливість оцінити втрату корисної теплоти Q_e , за заниженої компресії у циліндрі двигуна.

Тоді, загальна кількість теплоти Q , що виділяється під час згоряння робочої суміші, обчислюється за виразом.

$$Q = Q_n \cdot G_n, \text{ кДж/год} \quad (2.15)$$

де Q_n - нижня питома теплота згоряння палива, кДж/кг;

G_n - годинна витрата палива, кг/год.

Відповідно, годинна витрата палива, розрахується, як добуток ефективної потужності N_e , до питомої витрати палива g .

$$G_n = N_e \cdot g. \quad (2.16)$$

Тоді, Q_e , розрахується:

$$Q_e = 3600 N_e \quad (2.17)$$

А, теплота g_e , визначиться за відношенням

$$g_e = \frac{Q_e}{Q} \cdot 100 \% \quad (2.18)$$

Тоді, теплота Q_v , витрачена у навколишнє середовище, буде мати вигляд:

$$Q_B = C \cdot i \cdot D^{23} \cdot n^{0,65} \cdot \frac{1}{a} \cdot 3,6, \text{ кДж/год} \quad (2.19)$$

де C – коефіцієнт втрат ($C = 0,45 \dots 0,55$) [10];

i – кількість циліндрів;

D – діаметр циліндра, мм;

n – частота обертів колінчастого валу, об/хв;

α – коефіцієнт надлишку повітря.

Теплоту g_B , що витрачається із системою охолодження, можна визначити за наступною формулою

$$g_B = \frac{Q_B}{Q} \cdot 100, \% \quad (2.20)$$

Втрата теплоти (із виглопними газами), Q_r , розраховується за формулою:

$$Q_r = C_p \cdot (T_r - T_{o.c.}) \cdot (G_{пов.} - G_{п.}), \text{ кДж/год} \quad (2.21)$$

де C_p – середня теплоємність відпрацьованих газів, приймаємо, $C_p = 1,44$ кДж/кг град;

T_r і $T_{o.c.}$ – температури газу і охолоджуючої рідини, К;

$G_{пов.}$ і $G_{п.}$ – робочий заряд, кг/год.

Тоді, к-сть впускного повітря $G_{пов.}$ визначимо за відомою формулою:

$$G_{пов.} = 14,5 \alpha \cdot G_{п.}, \text{ кг/год} \quad (2.22)$$

де, $G_{п.} = 5,8$ кг/год – кількість впускного повітря

Частка теплоти q_r , (у відпрацьованих газах), визначиться як:

$$q_r = \frac{Q_r}{Q} \cdot 100, \% \quad (2.23)$$

Інші втрати теплоти $Q_{iн.в.}$:

$$Q_{iн.в.} = Q - (Q_e + Q_r + Q_b) \quad (2.24)$$

Тоді, частка $q_{iн.в.}$, визначиться:

$$q_{iн.в.} = \frac{Q_{iн.в.}}{Q} \cdot 100, \% \quad (2.25)$$

Застосовуючи методику теплового балансу, нами визначено відсоткову сукупність теплових втрат, що виділяються після згоряння паливно-повітряної суміші в камерах згоряння (за заниженої компресії у одному із циліндрів дизеля).

Висновки до розділу 2

Представлено методику розрахунку підбору сільськогосподарської машини до сучасного трактора John Deere, для проведення основного обробітку ґрунту на площі 50 га.

Подано методику теплового балансу, за якою є можливість визначити відсоткову сукупність теплової енергії, що виділяється після згоряння паливно-повітряної суміші, коли занижена компресія у одному із циліндрів дизельного двигуна.

3. МЕТОДИКА, ОБЛАДНАННЯ

3.1 Технічна характеристика колісного трактора John Deere

Трактор John Deere 6630 користується великою популярністю серед великих сільськогосподарських підприємств, оскільки здатний швидко обробляти поля, площею від одного гектара і більше. Завдяки своїй потужності, високій продуктивності та надійній конструкції, він може виконувати роботу, яка зазвичай потребує чотирьох звичайних тракторів.

Зазвичай, трактор комплектується дизельним двигуном потужністю від 130 до 330 к.с. (242,7 кВт) із турбонаддувом. Окрім турбокомпресора, двигун оснащений сучасною системою впорскування палива Common Rail (від компанії Denso). Для підвищення ефективності роботи силового агрегату, інтегрована система автоматичної підкачки палива Auto-Prime. Цей двигун отримав назву John Deere Power Tech Plus (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 - Трактор John Deere 6630

Трактор John Deere 6630, відноситься до серії 6030.

Відповідно, дана серія оснащується наступними конструктивними елементами:

- двигуном "John Deere Power Tech Plus" із системою "IPM";
- коробкою передач: "Power Quad-Plus", "Auto Quad-Plus" або "Auto Power";

- може оснащуватися передньою навіскою вантажопідйомністю 3000 кг.

- змінними баластними вантажами.

- двигуном із номінальною потужністю ECE-R24: 92 (125) кВт (к.с.).

- валом відбору потужності (при 1000 об / хв: 88 (119) кВт (к.с.)).

Категорія задньої навіски: 3N: максимальна вантажопідйомність: 7420 кг, а експлуатаційна маса без баласту: 5230 кг.

Габаритні розміри:

- колісна база, 2650 мм;

- загальна довжина, 4728 мм;

- загальна ширина, 2316 мм;

- висота до верхньої точки від ґрунту, 2858 мм.

3.2 Попереджувальні індикаторні лампи на дисплеї панелі приладів

Слід зазначити, що під час експлуатації трактора John Deere, необхідно постійно контролювати показники дисплея панелі приладів, рис. 3.2.



Рисунок 3.2 – Попереджувальна інформація показів дисплея на панелі приладів трактора John Deere 6630.

Згідно (див.рис. 3.2), покази дисплея трактора John Deere, можуть бути наступними:

1 – Червона лампа “STOP” - блимає при появі важливої несправності.

Негайно вимкнути двигун і з'ясувати причини несправності.

2 – Жовта лампа “CAUTION” – періодично засвічується, при виникненні збоїв (якщо ручне гальмо включене, коли працює двигун, а важіль перемикавання передач встановлений на будь-яке положення, крім нейтралі).

3 – Блакитна лампа “INFO”, запалюється за несправності в електричному компоненті, пов'язаному з гідравлічною системою або трансмісією.

4 - Лампа стоянкового гальма загоряється, коли воно увімкнене, при працюючому двигуні. Окрім цього, може бути встановлений попереджувальний звуковий сигнал.

5 - Дана лампа загоряється, при вмиканні замка запалювання на одну позицію вправо. Відповідно, перш ніж запустити двигун – лампа повинна погаснути.

6 – Ця миготлива попереджувальна лампа, вмикається при аварійному освітленні.

7 - Сигнальні лампи (для трактора і прицепа) починають перебіжно засвічуватися, якщо увімкнені сигнал повороту або аварійне освітлення.

8 - Ця лампа загоряється, при вмиканні заднього ВВП.

9 - Ці лампи вказують, частоту обертання заднього ВВП (програмується по замовчуванню).

10 – Ця лампа засвічується при вмиканні HMS Plus.

11 – Ця лампа загоряється, при вмиканні приводу на передні колеса (в автоматичному режимі - загоряється літера "A").

12 - Дана лампа загоряється, при вмиканні блокування диференціала.

13 – Сигнальна лампа дальнього світла, загоряється при включенні головних фар.

14 - При використанні трансмісії Powr Quad Plus чи Auto Quad Plus ця лампа інформує номер обраної передачі.

15 У цих освічених секторах, показана вставка для “максимальної можливої передачі” (з трансмісією Auto Quad Plus).

16 – Ця лампа загоряється, при вмиканні "Еко" режиму (з трансмісією Auto Quad Plus).

17 – Ця лампа свідчить, про вмиканні автоматичного режиму трансмісії AutoQuad Plus або AutoPowr/IVT.

18 - Ця лампа загоряється, коли важіль передач знаходиться в положенні “передній хід”.

19 - Ця лампа загоряється, коли важіль перекопа знаходиться в положенні "нейтраль".

20 - Ця лампа загоряється, коли важіль передач знаходиться в положенні "реверс".

21 - Ця лампа загоряється, коли важіль передач знаходиться в положенні "паркування" (з трансмісією AutoPowr/IVT).

22 – Для трансмісії Powr Quad Plus або Auto Quad Plus, показують обрану передачу у діапазоні (1 - 4).

3.3 Обладнання і методика досліджень

Під час експлуатації трактора John Deere 6630 в агрегуванні із плугом (німецького виробництва) Lemken Eur Opal 7(4+1N100), зазнає найбільше перевантажень. А це призводить до більш інтенсивного зношення спряжених елементів всіх механізмів і систем двигуна.

Особливу увагу, у всіх технічних майстернях, звертають на стан циліндро поршневої групи дизеля (після завершення сезонних робіт), яка являється основною ланкою у забезпеченні тягових і економічних характеристик сільськогосподарського агрегату.

Тому, наша методика і підбір обладнання, будуть стосуватися дослідження спаду компресії у циліндрах двигуна агрегату John Deere

6630+Lemken Eur Opal 7(4+1N100); (після сезонних робіт з основного обробітку ґрунту, площею 50 га) на протязі пяти років, після напрацьованих більше 5000 мото год.

Тому, ми використали комп'ютерне діагностичне обладнання сканер-адаптер «Service ADVICOR EDL v2», програмне забезпечення «Service ADVICOR» та ПК, рис. 3.3.



Рисунок 3.3 – Комп'ютерне діагностичне обладнання «Service ADVICOR EDL v2» для тракторів John Deere.

Комп'ютерну діагностику трактора John Deere, проводили за наступною послідовністю (після кожних сезонних, близько напрацьованих 1000 мото год):

- під'єднати діагностичний адаптер до роз'єму електронного блоку управління трактором;
- прогріти дизельний двигун до температури вище 40°C, і за допомогою програмного продукту, під'єднатися до бортового ЕБУ, рис. 3.4;
- вибрати модель (john Deere 6630) і електронний блок управління ECU-CD6068L007769;
- відкрити комірку блоку управління ECU-CD6068L007769 і вибрати функцію «Перевірка і калібровка»;

- після появи нового вікна, відкриваємо функцію папки «Електронна перевірка компресії»;

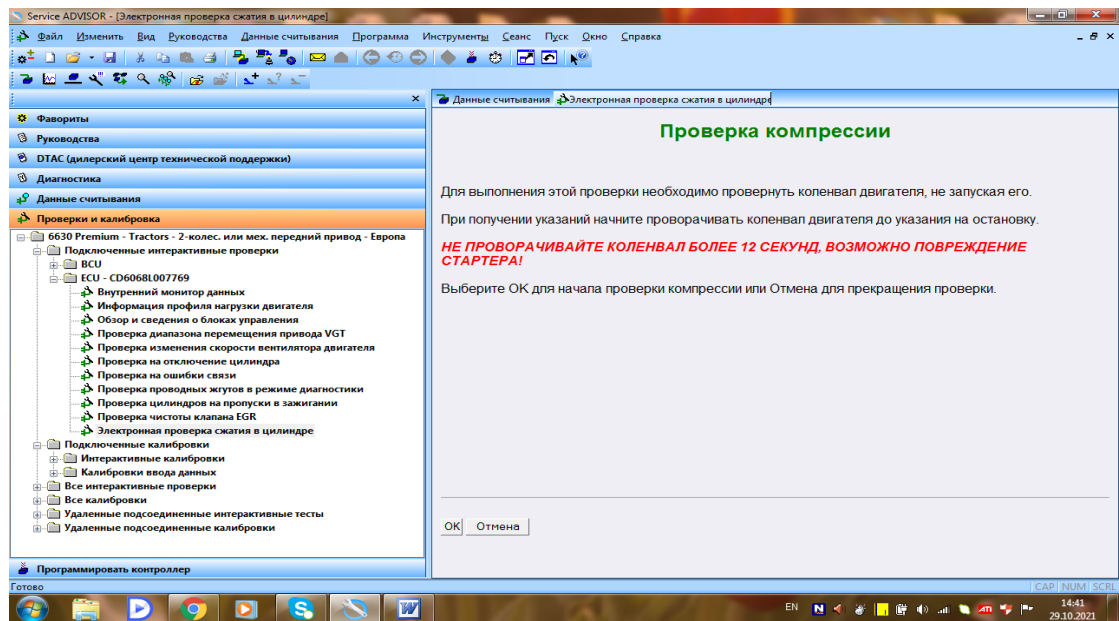


Рисунок 3.4 – Вхід у електронний блок управління трактора
john Deere 6630

- тоді, курсором обираємо команду «Пуск» і вмикаємо стартер (обертаючи колінчастий вал), тривалістю близько 10...15 сек. до появи команди «STOP»;

- послідовно дії, виконуємо у тій же послідовності у 6 – сти разовій послідовності (тобто, визначаємо компресію, індивідуально у кожному циліндрі).

- на завершальному етапі (шостого запуску стартера в автоматичному режимі), відображаються процентні значення компресії у всіх циліндрах, що подані у наступному розділі 4.

Висновки до розділу 3

Представлено методику розрахунку теплового балансу дизеля, за неякісної роботи одного із циліндрів дизельного двигуна з електронним управлінням.

Представлено діагностичне обладнання та програмне забезпечення, для проведення комп'ютерної діагностики трактора John Deere 6630.

Описано методику проведення діагностичних операцій з використанням сканера - адаптера «Service ADVICOR EDL v2», на предмет визначення компресії у циліндрах дизеля.

4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Виконання операцій і показники ефективності

Показниками, що дозволяють визначити ефективність роботи агрегату, є його продуктивність та експлуатаційні витрати. Для збільшення продуктивності агрегату, необхідно врахувати габаритні параметри поля та час проведення операції.

Під час основного обробітку ґрунту, найбільш поширені способи руху агрегату: комбінований петлевий, комбінований безпетлевий та петлевий із відвідом загінок.

Раціональний спосіб повороту агрегату, обирається шляхом порівняння коефіцієнтів робочих ходів, які розраховуються за відомою формулою:

$$\varphi = \frac{S_p}{S_p + S_x}, \quad (4.1)$$

де S_p і S_x – загальна довжина робочих ходів і холостих поворотів агрегату, які визначаються:

$$S_p = n_p \cdot l_p; \quad (4.2)$$

$$S_x = n_x \cdot l_x, \quad (4.3)$$

де n_p і n_x – робочі ходи і холості повороти;

l_p , l_x – довжина робочого і холостого ходу орного агрегату за один цикл основного обробітку поля, м.

Робочі ходи і холості повороти розраховуються:

$$n_p = \frac{C}{b_k \cdot \beta}; \quad (4.4)$$

$$n_x = n_p - 1, \quad (4.5)$$

де C – ширина поля, м;

β - коефіцієнт використання ширини захвату агрегату [7] $\beta=1,01\dots 1,02$).

Відповідно підставляючи значення, отримаємо:

$$n_p = \frac{556}{2,1 \cdot 1,02} = 259,57; \quad n_x = 259,57 - 1 = 258,57.$$

Загальну довжину робочих ходів і холостих поворотів, визначимо за:

$$S_p = 259,57 \cdot 811,8 = 210718,93 \text{ м}; \quad S_x = 258,57 \cdot 65,08 = 16827,74 \text{ м}.$$

Відповідно, для безпетлевого і комбінованого повороту агрегату, коефіцієнт використання робочих ходів буде мати вигляд:

$$\varphi = \frac{210718,93}{210718,93 + 16827,74} = 0,93.$$

Тоді, за умови використання петлевого способу руху агрегату (з чергуванням загінок), ширина загінки визначається:

$$C_{onm} = \sqrt{2 \cdot (l_p \cdot b_k - 2 \cdot R_o^2)} \quad (4.6)$$

Тоді, отримаємо: $C_{onm} = \sqrt{2 \cdot (811,8 \cdot 2,1 - 2 \cdot 8,4^2)} = 55,92 \text{ м}.$

Відповідно, довжина петлевого повороту, розраховується за виразом:

$$l_n = 2 \cdot R_o + X_n + 2 \cdot e, \quad (4.7)$$

де X_n – довжина траєкторії повороту, м.

Довжина траєкторії руху агрегату, визначиться за виразом:

$$X_n = C_{onm} - \frac{b_k}{2}. \quad (4.8)$$

Відповідно, отримаємо $X_n = 55,92 - \frac{2,1}{2} = 54,87 \text{ м}.$

Тоді, довжина петлі повороту, буде мати значення:

$$l_n = 2 \cdot 8,4 + 54,87 + 2 \cdot 3,14 = 77,95 \text{ м.}$$

Ширину поворотної смуги, визначимо за формулою:

$$E_n = 1,1 \cdot R_o + e + \frac{b_k}{2} \quad (4.9)$$

Тоді, отримаємо значення: $E_n = 1,1 \cdot 8,4 + 3,14 + \frac{2,1}{2} = 13,43 \text{ м.}$

Приймаємо ширину поворотної смуги, як добуток найближчого кратного числа і ширини захвату. У цьому випадку, таким числом є 7, тож ширина поворотної смуги дорівнює:

$$E_n = 7 \cdot 2,1 = 14,7 \text{ м.}$$

А, довжина робочого ходу агрегату буде мати значення:

$$l_{p_n} = 900 - 2 \cdot 14,7 = 870,6 \text{ м.}$$

Сумарна довжина робочих ходів у загінці розрачується за:

$$S_{p_n} = \left(\frac{C_{onm}}{b_k \cdot \beta} - 1 \right) \cdot l_{p_n} \quad (4.10)$$

Тоді, отримаємо:

$$S_{p_n} = \left(\frac{55,92}{2,1 \cdot 1,02} - 1 \right) \cdot 870,6 = 21857,7 \text{ м.}$$

А, загальна довжина холостих поворотів у загінці визначиться:

$$S_{x_n} = \left(\frac{C_{onm}}{b_k \cdot \beta} - 1 \right) \cdot l_n \quad (4.11)$$

Відповідно, отримаємо:

$$S_{x_n} = \left(\frac{55,92}{2,1 \cdot 1,02} - 1 \right) \cdot 77,95 = 1957,05 \text{ м.}$$

Коефіцієнт робочих ходів (для петлевого способу руху та частковим чергуванням загінок) визначиться:

$$\varphi = \frac{21857,7}{21857,7 + 1957,05} = 0,92$$

На основі максимального значення коефіцієнта використання робочих ходів, обираємо безпетлевий комбінований спосіб руху орного агрегату (для агрегату Т-150+плуга ПЛН 6-35), а для агрегату John Deere 6630+ Lemken Eur Oral 7(4+1N100) – петлевий рух.

Визначаємо складові затрат часу на виконання операції, шляхом розрахунку тривалості циклу, що включає один робочий хід і відповідно, холостий хід агрегату.

Чистий робочий час циклу, визначимо за відомим виразом:

$$t_{pц} = \frac{2 \cdot l_{pn} \cdot 60}{1000 \cdot V_p} \quad (4.12)$$

Відповідно, отримаємо наступне значення:

$$t_{pц} = \frac{2 \cdot 870,6 \cdot 60}{1000 \cdot 6,34} = 16,48 \text{ хв.}$$

Тоді, тривалість холостого руху за цикл визначиться за:

$$t_{хц} = \frac{2 \cdot l_n \cdot 60}{1000 \cdot V_x} \quad (4.13)$$

Отже, отримаємо:

$$t_{хц} = \frac{2 \cdot 77,95 \cdot 60}{1000 \cdot 9,54} = 0,97 \text{ хв.}$$

Тоді, тривалість циклу буде складатися із чистого робочого часу і тривалості холостого руху:

$$t_{ц} = t_{pц} + t_{хц} \quad (4.14)$$

Підставивши відповідні значення, отримаємо наступне значення:

$$t_{ц} = 16,48 + 0,97 = 17,49 \text{ хв.}$$

Тоді кількість циклів за зміну, визначимо за відношенням:

$$n_{\text{ц}} = \frac{T_{\text{зм}} - T_{\text{пз}} - T_{\text{тех}} - T_{\text{омп}}}{t_{\text{ц}}}, \quad (4.15)$$

де $T_{\text{зм}}$ – тривалість зміни ($T_{\text{зм}} = 7 \text{ год} = 420 \text{ хв}$);

$T_{\text{пз}}$ – підготовчо-заклучна тривалість зміни, хв;

$T_{\text{тех}}$ – час на ТО агрегату, хв;

$T_{\text{омп}}$ – час на регламентовані перерви (відпочинок оператора ($T_{\text{омп}} = 25 \text{ хв}$.[10]).

Відповідно, підготовчо-заклучний час зміни визначиться:

$$T_{\text{пз}} = T_{\text{пн}} + T_{\text{пнп}} + T_{\text{пн}} + T_{\text{цто}}, \quad (4.16)$$

де $T_{\text{пн}}$ – тривалість на підготовку агрегату, під час переїзду на початку зміни, (приймаємо, $T_{\text{пн}} = 3 \text{ хв}$);

$T_{\text{пнп}}$ – тривалість на переїзд (на початку і у кінці зміни) (приймаємо, $T_{\text{пнп}} = 25 \text{ хв}$);

$T_{\text{пн}}$ – час на отримання завдання (наряду) і здачі роботи (приймаємо, $T_{\text{пн}} = 4 \text{ хв}$);

$T_{\text{цто}}$ – час на ЩТО орного агргату (приймаємо, $T_{\text{цто}} = 25 \text{ хв}$).

Відповідно, підготовчо-заклучний час отримаємо:

$$T_{\text{пз}} = 3 + 25 + 4 + 25 = 57 \text{ хв.}$$

Час на ТО агрегату розрахуємо за виразом:

$$T_{\text{тех}} = 0,04 \cdot T_{\text{зм}}, \quad (4.17)$$

Відповідно, отримаємо: $T_{\text{тех}} = 0,04 \cdot 420 = 16,8 \text{ хв}$.

Тоді, розрахуємо кількість циклів агрегату за зміну:

$$n_{\text{ц}} = \frac{420 - 57 - 16,8 - 25}{17,49} = 18,36, \text{ приймаємо } 19.$$

А, чистий робочий час за одну зміну визначиться:

$$T_p = t_{pц} \cdot n_{ц} . \quad (4.18)$$

Тоді:

$$T_p = 16,48 \cdot 19 = 313,12 \text{ хв} = 5,22 \text{ год.}$$

Час холостого руху (за зміну), визначиться за:

$$T_x = t_{xц} \cdot n_{ц} + T_{пнп} . \quad (4.19)$$

Отже: $T_x = 0,97 \cdot 19 + 25 = 43,43 \text{ хв} = 0,72 \text{ год.}$

Час простоїв агрегату з працюючим двигуном розраховується за формулою:

$$T_{п\delta} = T_{пн} + T_{пн} + 0,5 \cdot T_{цто} + T_{отп} . \quad (4.20)$$

Відповідно, отримуємо:

$$T_{п\delta} = 3 + 4 + 0,5 \cdot 25 + 25 = 44,5 \text{ хв} = 0,74 \text{ год.}$$

Тоді, дійсна тривалість зміни визначиться за:

$$T_{з\delta} = t_{ц} \cdot n_{ц} + T_{пз} + T_{тех} + T_{отп} . \quad (4.21)$$

Відповідно, отримуємо:

$$T_{з\delta} = 17,49 \cdot 19 + 57 + 16,8 + 25 = 431,11 \text{ хв} = 7,2 \text{ год.}$$

Тоді, визначаємо коефіцієнт використання часу зміни

$$\tau = \frac{T_p}{T_{з\delta}} . \quad (4.22)$$

Підставивши значення, отримаємо: $\tau = \frac{5,22}{7,22} = 0,72$.

Розрахуємо продуктивність агрегату (за зміну)

$$W_{зм} = 0,1 \cdot b_k \cdot \beta \cdot V_p \cdot T_p \quad (4.23)$$

Тоді:

$$W_{зм} = 0,1 \cdot 2,1 \cdot 1,02 \cdot 6,34 \cdot 5,22 = 7,09 \text{ га/зм.}$$

Експлуатаційні витрати, що відображають ефективність роботи машинно - тракторного агрегату, охоплюють витрати палива на одиницю виконаної роботи, а також витрати праці, енергії та фінансових ресурсів.

Витрата палива, визначиться за відомою формулою:

$$Q = \frac{G_p \cdot T_p + G_x \cdot T_x + G_o \cdot T_{нд}}{W_{зм}} \quad (4.24)$$

де G_p , G_x , G_o – годинна витрата палива (на робочому, холостому ході і зупинках агрегату працюючим двигуном). Приймаємо: $G_p=22,4$ кг/год; $G_x= 5,1$ кг/год; $G_o=3,8$ кг/год); T_p , T_x , $T_{нд}$ – час роботи за зміну (на робочих і холостих ходах та зупинках з працюючим дизелем), год.

Отже, підставивши значення у формулу (4.24), отримаємо загальну витрату палива на одиницю площі:

$$Q = \frac{22,4 \cdot 4,9 + 5,1 \cdot 0,95 + 3,8 \cdot 0,74}{7,09} = 14,46 \text{ кг/га.}$$

А, питома витрата палива (на умовний еталонний гектар), визначиться:

$$Q_{y.za} = \frac{Q \cdot W_{зм}}{\lambda \cdot T_{зм}} \quad (4.25)$$

де λ - коефіцієнт переведення фізичних тракторів в еталонні [13], $\lambda=1,65$.

Отже:

$$Q_{y.za} = \frac{14,47 \cdot 7,09}{1,66 \cdot 7} = 8,88 \text{ кг/ум.ет.га.}$$

А, затрати праці (на одиницю роботи), визначимо за:

$$Z_n = \frac{m \cdot T_{змд}}{W_{зм}}, \quad (4.26)$$

де m – кількість операторів, $m=1$ чол.

Тоді, отримаємо:

$$Z_n = \frac{1 \cdot 7,1}{7,09} = 1,01 \text{ люд.год/га.}$$

4.2 Формування операційної карти для проведення основного обробітку ґрунту

Операційна карта для виконання будь-якої технологічної операції з вирощування сільськогосподарської культури, містить низку обов'язкових пунктів.

Структура змісту технологічної карти для виконання операції оранки, виглядає наступним чином.

Відповідно, вихідні дані для розрахунку операції оранки – призначаються для фіксації початкових параметрів, які служать умовою для вибіру машинно-тракторного агрегату та подальшу ефективність.

Розміри поля: довжина $L=900$ м; ширина $B=556$ м.

Рельєф місцевості $i=5$ %;

Агрофон - стерня.

Агрегат: енергетичний засіб трактор John Deere; сільськогосподарська машина – оборотній плуг Lemken Eur Oral 7(4+1N100).

Питомий опір плуга за $V=5$ км/год 40 кН/м².

Технологічно допустимі швидкості $6...10$ км/год.

2. Агротехнічні вимоги.

Проведення операції оранки плугом Lemken Eur Opal 7(4+1N100) рис. 4.1, проводиться на глибину, що передбачено технологією не менше 20...22 см;



Рисунок 4.1 – Загальний вигляд плуга та механізми регулювання глибини і ширини захвату.

Оранка має зберігатися прямолінійною, без пропусків, із повним перевертанням скиби, якісним загортанням стерні.

Поверхня зораного ґрунту повинна бути рівною, без глибоких розгінних борозен і високих звальних гребенів.

Відхилення по глибині (по рівній площині) не повинно перевищувати ± 1 см, а для наших умов (схилах) – ± 2 см.

3. Подано механізм регулювання глибини і ширини захвату плуга (див. рис. 4.1), що являється основою технологічних регулювань орного агрегату..

Експлуатаційні показники агрегату, – включають, табл. 4.1.

Таблиця 4.1 - Експлуатаційні показники агрегату

Показники	Значення
1	2
Марка трактора	John Deere 6630
Марка с - г машини	Lemken Eur Opal 7(4+1N100).
Кількість машин в агрегаті, шт.	1
Кількість операторів, чол.	1
Робоча передача	B(2)
Продовження таблиці 4.1	

1	2
Робоча швидкість V_p , км/год	6,34
Робоча ширина захвату b_p , м	2,1
Повний опір агрегату $R_{пл}$, кН	20,161
Опір агрегату на поворотах $R_{плx}$, кН	0,666
Коеф. викор. тягового зусилля $\eta_{тяг}$	0,96
Коеф. викор. номінальної тягової потужності $\eta_{N_{гк}}$	0,79
Коеф. викор. номінальної потужності двигуна η_d	0,29
Годинна витрата палива, кг/год:	
➤ у робочому режимі G_p	18,4
➤ на поворотах G_x	5,1
➤ на зупинках G_o	3,8
Коеф. буксування рушіїв δ :	
➤ під час навантаження, %	13
➤ на холостому ході, %	4

5. Підготовка агрегату до роботи включає перелік технологічних і технічних операцій, які необхідно здійснити на тракторі, робочій машині та машинно-тракторному агрегаті, створеному з них, перед початком виконання запланованих робіт.

5.1. Підготовка трактора:

Перевірити наявність усіх комплектуючих; виконати технічне обслуговування; перевірити функціонування роздільно-агрегатної навісної системи, гальм, рульового управління, запрограмувати світлові і звукові сигнали; налаштувати ширину колії передніх (1,56 м) і задніх (1,50 м) коліс; проконтролювати тиск у шинах передніх (0,17 МПа) і задніх (0,12 МПа) коліс; провести заправку трактора дизельним паливом і заповнити гідросистему оливою; перевірити рівень охолоджуючої рідини та за потреби, долити.

5.2. Підготовка плуга: Перевірити комплектність і технічний стан плуга; приєднати плуг до трактора та розмістити агрегат на регульовальному майданчику; встановити потрібну глибину оранки, підклавши під опорне колесо дерев'яний брусок; вирівняти носки лемішів так, щоб кінці польових

дошок і п'ятки лемішів мали зазор до 10 мм, а відстань від носка леміша передплужника до носка леміша основного корпуса була в межах 25-30 см (рис. 4.2).

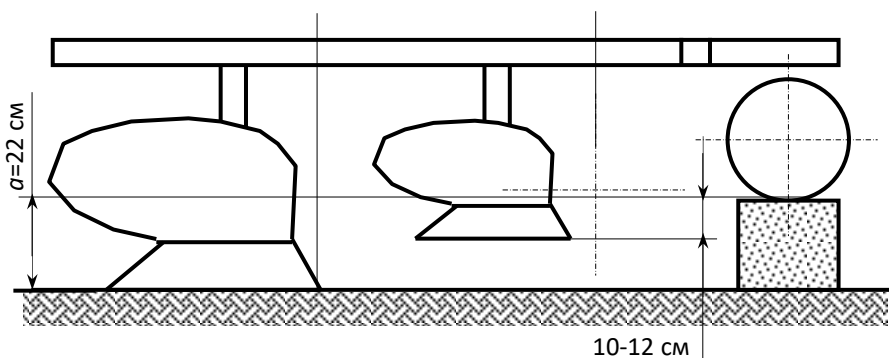


Рисунок 4.2 - Схема регулювання плуга

6. Підготовка поля до роботи, передбачає визначення основних параметрів його розбивки, відповідно до конфігурації (рис. 4.3). Відповідно, за використання поворотного плуга, поле на загінки не розділяють, а відзначають поворотні смуги. Перешкоди, що можуть негативно впливати на роботу агрегату, усувають, а небезпечні ділянки позначають фішками.

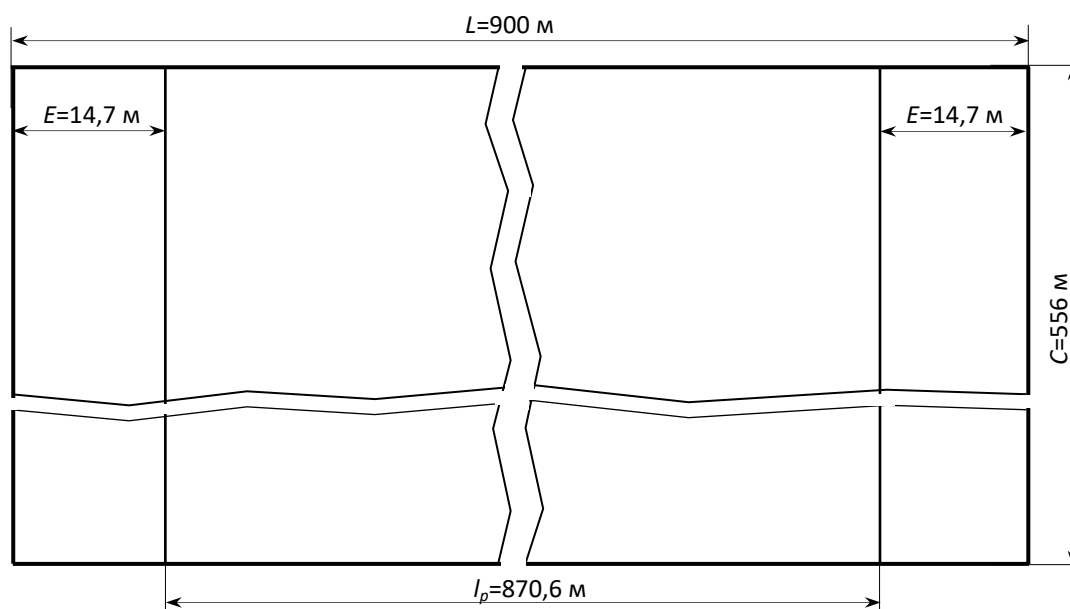


Рисунок 4.3 - Схема підготовки поля

На рис.4.4, відображено схему руху орного агрегату по полю.

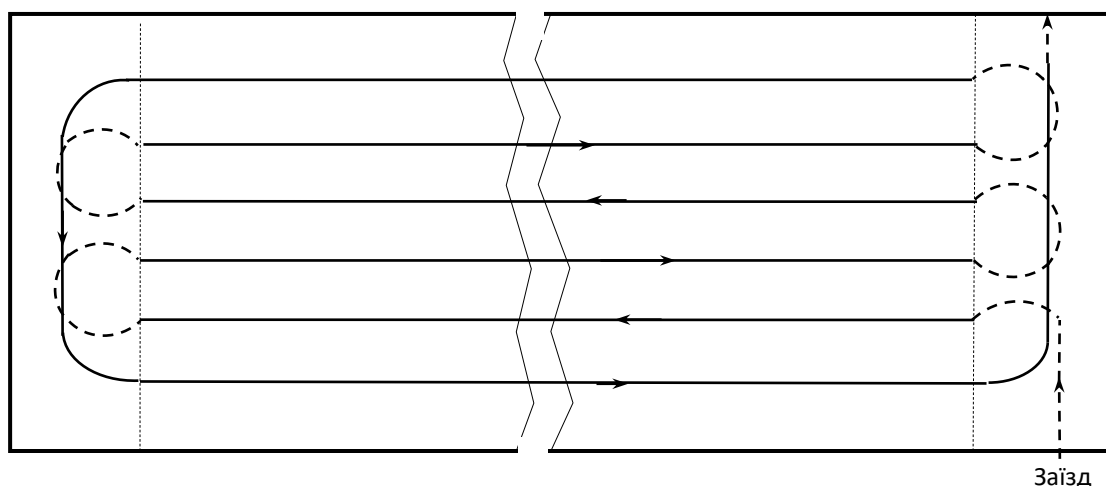


Рисунок 4.4 - Схема руху агрегату по полю.

7. Робота агрегату на полі передбачає схематичне нанесення поворотних смуг.

8. Визначається оптимальний спосіб руху агрегату. Для розглянутого агрегату та заданих розмірів поля, раціональним є петлевий комбінований спосіб руху.

Показники ефективності використання агрегату розраховуються і занесені у табл. 4.2.

Таблиця 4.2 - Показники ефективності агрегату

Показники	Значення
1	2
Коеф. робочих ходів φ	0,92
Тривалість циклу роботи агрегату на загоні $t_{ц}$, хв	17,49
Кількість циклів агрегату за зміну, $n_{ц}$	19
Чистий робочий час зміни T_p , год	5,22
Час холостого руху за зміну T_x , год	0,72
Час простою агрегату з працюючим двигуном $T_{нд}$, год	0,74
Коеф. використання часу зміни τ	0,72
Продуктивність агрегату за зміну $W_{зм}$, га/зм	7,09
Погектарна витрата палива Q , кг/га	14,46
Затрати праці на одиницю виконаної роботи $З_n$, люд·год/га	1,01

9. Контроль якості виконання операції здійснюється за визначеними параметрами з урахуванням їх допустимих значень.

Під час оранки перевіряються такі показники: глибина оранки – допустиме відхилення ± 1 см; скривлення рядів – не більше ± 1 м, на кожні 500 м; вирівнювання поверхні – не менше 93 %; заробка добрив і поживних решток – не менше 95 %; кришення ґрунту – не менше 71 %; висота звальних та розгінних гребенів – не більше 7 см; необроблені поворотні смуги – не допускаються.

10. Заходи із техніки безпеки.

Регулювання робочих органів плуга, виконується на спеціальному майданчику або рівній ділянці поля при вимкненому двигуні та загальмованому тракторі. Для очищення робочих органів плуга, використовується спеціальна лопатка. Ремонт плуга в піднятому положенні, здійснюється тільки після його надійної фіксації (за допомогою спеціальних підставок, які запобігають випадковому опусканню).

Трактор обов'язково повинен бути укомплектований вогнегасником та медичною аптечкою (для надання першої медичної допомоги).

Перед початком роботи, оператор повинен пройти інструктаж із правил безпечного виконання операцій.

4.1 Результати теплового балансу дизеля з ЕБУ, за заниженої компресії в одному із циліндрів

Згідно з методикою (розд. 2), був проведений розрахунок теплового балансу сучасного дизельного двигуна з електронним управлінням, що дало змогу визначити порівняльні показники у разі заниженої компресії одному із циліндрів, рис. 4.5.

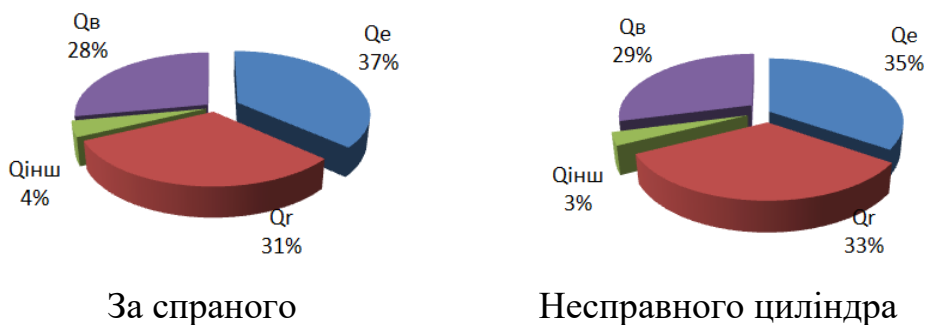


Рисунок 4.1 – Тепловий баланс дизеля

Аналіз діаграми теплового балансу дизельного двигуна показав, що при заниженій компресії одного із циліндрів, ефективна теплота знижується до 35%, тобто на 2%, відносно технічно справногo ДВЗ.

4.4 Результати діагностичних досліджень

Відповідно до методики процесу проведення комп'ютерної діагностики сучасного дизеля трактора John Deere, отримали наступні результати досліджуваних параметрів, табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Значення досліджуваних параметрів

Проверка компрессии

Номер по каталогу программы ECU	SW60078G
Оп. код ECU	oc03073b.MOT
Номер по каталогу данных EOL ECU	edJDWM3073.011.mot
Номер по каталогу топливной системы	RE522595
Серийный номер топливной системы	??????

цилиндр #	Относительная компрессия
1	98
2	100
3	91
4	95
5	97
6	87

Да Нет Печать

Аналізуючи дані скановних параметрів дизеля (після завершення сезонних робіт трактора John Deere), що наведені в (див.табл. 4.4), можна

цілком стверджувати, що найменша компресія спостерігається у 6 – му циліндрі, тобто становить у процентному відношенні 87 %. А це впливає на: часткову втрату потужності, збільшені витрати палива та екологічні показники.

Відповідно, у табл. 4.5, представлено спадання компресії у циліндрах досліджуваного дизеля (на протязі 5-ти сезонів), залежно від напрацьованих мото.годин.

Слід зазначити, що на початку проведення досліджень, трактор John Deere напрацював 5240 мото год.

Таблиця 4.5 – Спад компресії у циліндрах

Кількість відпрацьованих, мото.год	Зміна компресії у циліндрах дизеля, %	
1 – й сезон		
6249	1	100
	2	100
	3	99
	4	100
	5	100
	6	100
2 – й сезон		
7129	1	100
	2	100
	3	97
	4	98
	5	100
	6	98
3 – й сезон		
8011	1	100
	2	100
	3	95
	4	98
	5	99
	6	95
4 – й сезон		
9231	1	99
	2	100
	3	95
	4	98
	5	98
	6	92
5 – й сезон		
10148	1	98
	2	100
	3	91
	4	95
	5	97
	6	87

Провівши аналіз вище наведеної таблиці, бачимо, що найнищі процентні показники компресії, спостерігаються у середніх циліндрах. Даний негативний процес, пояснюється збільшеним навантаженням та тривалими підвищеними температурними режимами двигуна.

Згідно табл. 4.5, побудовано графіки залежності спаду компресії у циліндрах досліджуваного дизеля, відносно напрацьованих мото годин трактора John Deere 6630, рис. 4.2

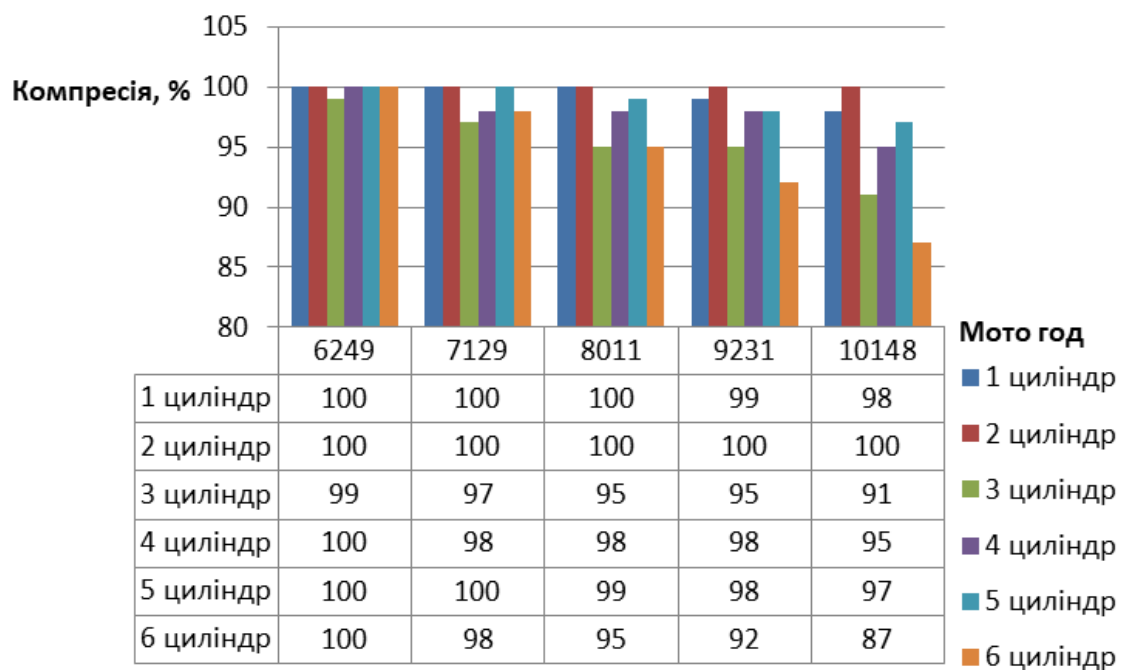


Рисунок 4.2 - графіки залежності спаду компресії у циліндрах досліджуваного дизеля, відносно напрацьованих мото годин трактора John Deere 6630

Аналізуючи графіки, можна зтверджувати, що найбільший спад компресії (за напрацьованих 10148 мото год. трактора John Deere), відбувся у 6 – му циліндрі.

Відповідно, щоб дослідити дійсне значення компресії у даному циліндрі, необхідно використати компресометр і співставити отримане значення із технічними умовами (20 – 32 Вар [17]).

Висновки до розділу 4

У технологічній частині дипломної роботи, була розглянута одна із найбільш енергомістких операцій суцільного обробітку ґрунту - операція оранки.

Розрахунок виконано для прямокутного поля площею 50 га. У процесі роботи, визначено кінематичні параметри агрегату, зокрема оптимальну швидкість руху та відповідну робочу передачу, а також рекомендований спосіб руху. На основі цього, розраховано годинну та змінну продуктивність, складові прямі експлуатаційні витрати, що забезпечують максимальну ефективність використання агрегату. Представлено результати розрахунків, виконання схеми та вимоги до виконання операції оранки згідно вимог.

Відповідно до результатів теплового балансу, ефективна теплота Q_e досягла 35%, що на 2% є меншою, відповідно до 37% (за якісної роботи дизеля). Основна причина – це спад компресії у 6 – му циліндрі, що пояснюється значними перевантаженнями двигуна під час основного обробітку ґрунту.

З використанням сучасного комп'ютерного діагностичного обладнання «Service ADVICOR EDL v2» та програмного продукту «Service ADVICOR», досліджено спад компресії у циліндрах дизеля, на протязі посезонних напрацювань (6249; 7129; 8011; 9231; 10148 мото год.):

- Найбільша компресія спостерігається у 2 – му циліндрі;
- Найменша, у 6-му, що склала у процентному відношенні 87%.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Небезпечні ситуації

Наявність електронного обладнання на сучасному тракторі, вимагає стабільної подачі електричної енергії від бортових джерел (без будь яких перепадів напруги). Тому, під час проведення діагностики, слід суворо дотримуватися наступних запобіжних заходів [2]:

- не допускати відключення акумулятора від бортової електромережі автомобіля за працюючого двигуна.

- під час дозарядки (від зовнішнього джерела) акумулятора, слід вимкнути бортову електромережу.

- перед демонтажем будь-яких елементів ЕСУД, необхідно від'єднати мінусову клему акумуляторної батареї.

- не допускається підключення або відключення елементів (давачів та виконавчих пристроїв функціональних систем) ЕСУ під час увімкненого запалювання.

- перед проведенням електрозварювальних робіт, необхідно від'єднати мінусову клему акумуляторної батареї та елементи ЕСУ.

- не допускається піддавати ЕБУ, впливу температури вище 80 °С.

- для виключення корозії з'єднувальних електричних пинів (під час очистки), забороняється спрямовувати струмінь пари на елементи ЕСУД.

- щоб уникнути пошкодження справних вузлів, не допускається застосування контрольно-вимірювального обладнання, не зазначеного в діагностичних картах.

- вимірювання напруги, слід виконувати вольтметром з номінальним внутрішнім опором 10 МОм.

- для запобігання пошкодження електронного обладнання електростатичним зарядом, забороняється торкатися контактних пинів (з'єднувачів або елементів) друкованої плати ЕБУ.

Відповідно, з впровадженням стандартів OBD-II та EOBD, процес діагностики ЕБУ трактора уніфікується. На вимогу цих стандартів, одне діагностичне обладнання можна використовувати для тестування тільки для тракторів марки John Deere. Основною відмінністю стандарту EOBD від OBD-II, є закріплення в наборі його протоколів обміну даними протоколу CAN.

Небезпечні умови відіграють пріоритетну роль у формуванні й виникненні виробничих небезпек - певного стану, за якого виникає реальна загроза аварії або травми.

Аналіз небезпечних умов, які існують чи виникають безпосередньо на виробництві показав, що за характером дії їх можна поділити на групи, які:

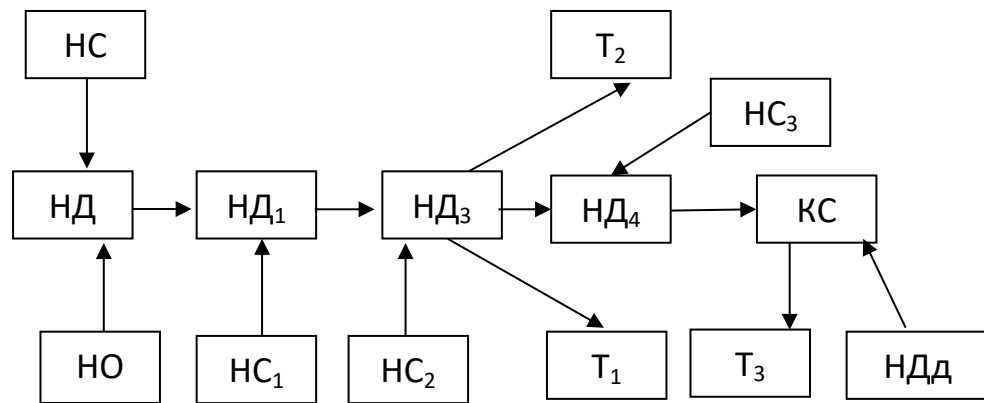
- характеризують стан або рівень безпеки виробничого обладнання або певного робочого місця (відсутність огороження рухомих деталей або робочих органів, відсутність або недосконалість спеціальних технічних засобів безпеки: блокувальних пристроїв, засобів сигналізації тощо), конструктивні недоліки окремого вузла чи машини та інші;

- спонукають працівника допускати помилки у процесі праці (конструктивна недосконалість технологічного процесу роботи машин або самої машини чи певного обладнання), низька кваліфікація працівника та рівень знань з охорони праці, відсутність відповідного контролю за дотриманням правил з охорони праці;

- безпосередньо призводять до травмонебезпечної ситуації (наявність плям масла на підлозі, неправильно організоване робоче місце, не обґрунтовані режими роботи обладнання та ін.);

- призводять до небезпечних дій (низький рівень професійної підготовки й організації навчання з охорони праці, відсутність або неефективність контролю з охорони праці та ін.).

Нами розроблена схема травмонебезпечних ситуацій, під час проведення комп'ютерної діагностики електронного блоку керування сучасним двигуном, рис, 5.1.



HD – відкриття капоту; HC – можливе падіння капоту під час проведення ТО; HC₁ – наявність незначного схилу; HD₁ – зняття заглушки із роз’єму; HC₁ – можливе побиття кінцівок рук; HD₃ – встановлення вилки із адаптера у діагностичний роз’єм; HC₂ – можливе падіння капота та побиття кісті рук; T₁ – травма пальців; T₂ – побиття ліктів рук; HD₄ – фіксація регулювальної шторки; HC₃ – небажане склеювання пальців в умовах низьких температур навколишнього середовища; T₃ – пошкодження пушок пальців рук; КС – защемлення кінцівок; HDд – необхідна допомога іншої особи

Рисунок 5.1 - Блок-схема небезпечних ситуацій під час проведення комп’ютерної діагностики сучасного трактора.

5.2 Пожежна безпека

Захист будівель і інших споруд від прямих попадань блискавки, використовують блискавковідводи, що являють собою добре заземленими провідниками, розміщуються вище будівель чи споруд, які потребують захисту.

Вони монтуються на відстані не менше як на 15 см і не більше 2 м вище підтримуючого стояка. Заземлення виконують із кутової сталі на відстані 1 м від фундаменту будівлі. Опір розтікання заземлення не повинен перевищувати 10 Ом.

Для розрахунку блискавковідводу станції ТО, необхідно знати розміри будівлі (вона становить 50x20x8 м).

У подальшому, розрахунок проводять за наступною методикою. Приймається довільна висота блискавковідводу h , м (приблизно $2h_x$) і визначаються контури захисних зон, що утворюються. Якщо у випадку споруда знаходиться в її межах, розрахунки припиняються або висота блискавковідводу і зводиться до оптимальних розмірів, що є економічно вигідно.

Радіус захисту r_x подвійного блискавковідводу одинарного стержневого захисту висотою менше 30м (рис. 5.2) визначиться за відношенням [2]:

$$r_x = 1,6 \cdot h \cdot \frac{h - h_x}{h + h_x} \quad (5.1)$$

де h – висота блискавковідводу, м;

h_x – висота будівлі, м.

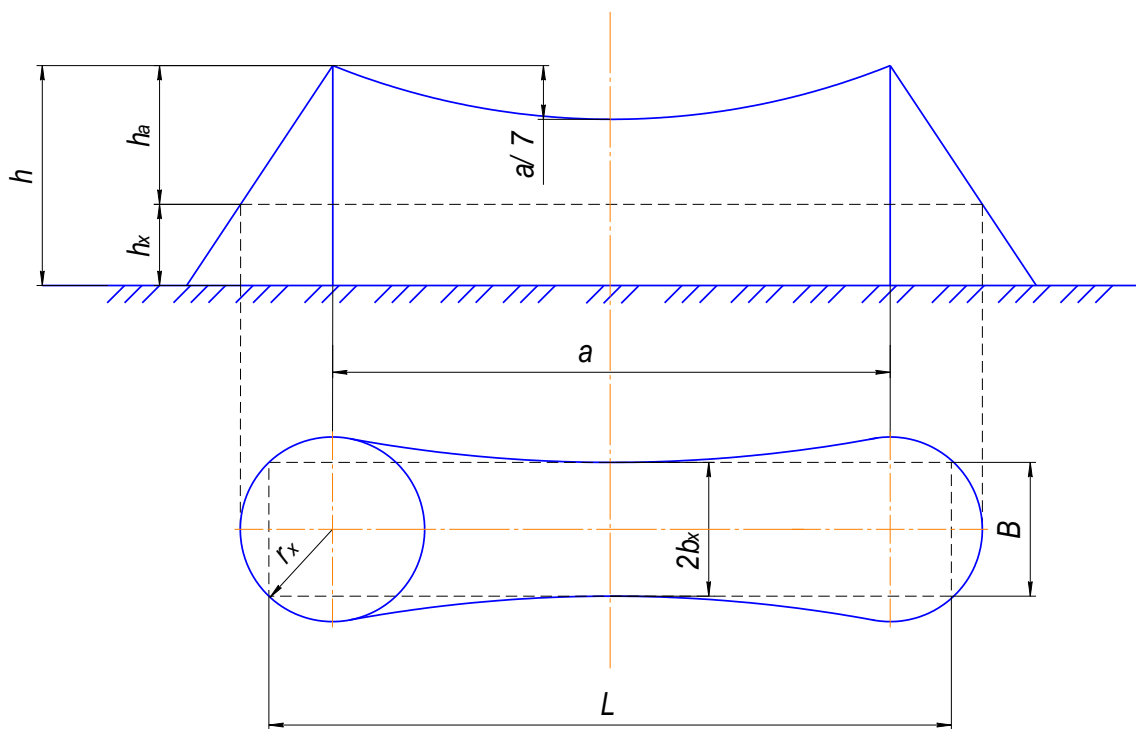


Рисунок 5.2 - Схема блискавкового захисту лабораторії де проводяться діагностичні роботи.

Приймаємо висоту блискавковідводу $h = 20$ м.

Тоді ,

$$r_x = 1,6 \cdot 20 \cdot \frac{20-8}{20+8} = 13,7 \text{ м}$$

Захисна дія блискавкозахисту характеризується коефіцієнтом захисту

k_x :

$$k_x = \frac{1,6}{1 + \frac{h_x}{h}}. \quad (5.2)$$

Тоді,

$$k_x = \frac{1,6}{1 + \frac{8}{20}} = 1,14$$

Граничний коефіцієнт k_x за висоти блискавковідводу менше 30м становить 1,14.

Ширина внутрішньої захисної зони $2b_x$ на висоті h_x визначиться за формулою:

$$2b_x = \frac{7h_a - a}{14h_a - a} \cdot 4r_x \quad (5.3)$$

де h_a – активна висота блискавковідводу, м;

a – віддаль між блискавковідводами, м.

$$h_a = h - h_x, \quad (5.4)$$

тоді,

$$20 - 8 = 12 \text{ м}$$

Для прямокутних будівель

$$a = L - B. \quad (5.5)$$

Відповідно,

$$a = 50 - 20 = 30 \text{ м}$$

Тоді, розрахункова ширина внутрішньої захисної зони буде рівна:

$$2b_x = \frac{7 \cdot 12 - 30}{14 \cdot 12 - 30} \cdot 4 \cdot 13,7 = 27,43 \text{ м}$$

Отже, навівши контури захисної зони на контури будівлі СТО, отримали захисну зону від ударів блискавки.

5.3 Охорона праці

До роботи на тракторі допускають осіб, які досягли 17 років.

Трактористів-машиністів, які знаходяться в стані хоча б легкого сп'яніння або хворі, до керування і обслуговування тракторів не допускають.

Допускають до роботи тільки на справній техніці, повністю укомплектованій відповідно до заводських інструкцій, з набором необхідного інструменту, інвентарю для обслуговування та аптечки першої медичної допомоги. Під час перевірки технічного стану агрегату особливу увагу необхідно звертати на рульове керування, гальма, ходову систему, зчеплення, наявність засобів протипожежного захисту. Заборонено експлуатувати трактори, на яких виявлено підтікання палива і масла.

Технічне обслуговування машин у польових умовах треба виконувати вдень. Допускається і в нічний час, але за умови достатнього штучного освітлення і за участі в технічному обслуговуванні не менше двох працівників. Всі операції технічного обслуговування, за винятком регулювання двигуна, гідросистем і гальм, треба виконувати за вимкненого двигуна. Заправляючи машини паливом, маслом та водою слід бути дуже обережним, користуватися насосами, шлангами, спеціальними пристроями. Заправляти рекомендується тільки вдень. Під час перевірки наявності палива користуватися тільки електричним ліхтарем. Відкривати накривку радіатора для доливання води треба в рукавицях. Не слід наближатися до горловини бака ближче витягнутої руки.

Перед запуском двигуна необхідно вимкнути передачу. Під час комплектування агрегату слід мати на увазі, що сільськогосподарську машину перед початком роботи необхідно перевірити і відрегулювати. Під'їжджають трактором до причіпної або начіпної машини на малій швидкості, не допускаючи різких ривків і не знімаючи ноги з педалі зчеплення. З'єднувати причіпну сергу трактора причіпним пристроєм машини дозволяється лише після зупинки трактора і за вимкненої передачі.

Рушаючи з місця, впевнюються, що в небезпечній зоні відсутні люди та перешкоди. Після сигналу і відповіді на нього починають плавно рухатися. Кожний тракторний агрегат, який обслуговують, крім тракториста, інші працівники, обов'язково обладнують двосторонньою сигналізацією. У разі використання агрегатів у нічну зміну необхідно перевірити систему освітлення. Під час руху агрегату заборонено: перебувати між трактором і плугом; виконувати регульовальні і мастильні роботи; сходити і сідати на трактор або плуг, при цьому потрібно бути уважним, обережним, акуратним, не порушувати трудової дисципліни.

Не дозволяється стороннім особам знаходитися на машинах, передавати керування працівникам, які не мають на це права. Забороняється рушати і зупиняти агрегат без подання відповідного двобічного сигналу.

У разі сильної грози під час роботи в полі необхідно вимкнути двигун і відійти від трактора. Після дощу треба бути дуже обережним під час руху на крутих схилах, поворотах і вибоїнах.

Категорично забороняється відпочивати у борозні, в копицях сіна або соломи, на узбіччі доріг або ділянках, де ведуться механізовані роботи. Відпочинок можливий тільки у спеціально відведених місцях.

У спеку для запобігання порушенням водно-сольового режиму у організмі людей до питної води рекомендується додавати сіль у розрахунку 5 г на 1 л води.

Охорона праці під час комп'ютерної діагностики тракторів, є важливою для забезпечення безпеки працівників і попередження можливих ризиків. Ось деякі аспекти, які слід враховувати:

Вентиляція приміщення. Слід переконатися, що приміщення, де проводиться діагностика, добре провітрюється. Це особливо важливо при використанні хімічних речовин або якщо виникає необхідність у скиданні вихлопних газів.

Заземлення обладнання. Правильне заземлення комп'ютерного обладнання та автомобіля, є ключовим для уникнення електростатичного розряду, що може пошкодити електроніку.

Особистий захист. Слід забезпечити працівників відповідним особистим захистом, таким як: рукавиці, окуляри та захисний одяг, особливо при взаємодії з хімічними речовинами чи мастилами.

Вимкнення трактора. Необхідно забезпечити, щоб тракторний засіб був вимкнений та ключ вийнятий перед тим, як розпочати будь-які діагностичні роботи.

Безпека електроживлення. Необхідно уникати взаємодії з електричними системами трактора, особливо з високовольтними системами (якщо такі є), не маючи відповідної кваліфікації та заходів безпеки.

Навчання персоналу. Необхідно переконатися, що персонал має відповідну підготовку та розуміє правила безпеки під час проведення комп'ютерної діагностики трактора.

Ці заходи допоможуть забезпечити ефективну та безпечну процедуру комп'ютерної діагностики тракторного засобу, зменшуючи ризик та захищаючи здоров'я працівників.

5.4 Організаційно-технічні рекомендації

Охорона довкілля - це система заходів, направлених на підтримання раціональної взаємодії між діяльністю людини і навколишнім середовищем: зберігання і відновлення природних багатств та розумне їх використання. Все це робиться в інтересах сьогоденних і майбутніх поколінь людей. Ці заходи повинні науково обґрунтовуватись і можуть здійснюватись на різних рівнях; міжнародному, державному, відомчому, виробничому, суспільному та індивідуальному.

Вплив автотракторних засобів в забрудненні навколишнього середовища і негативному впливі на населення (очевидно) ще більш істотний, ніж прийнято вважати, саме:

1. Основна кількість технічних засобів зосереджена в місцях з високою щільністю населення;

2. Шкідливі викиди від технічних засобів виробляються в самих нижніх, приземних шарах атмосфери, там, де протікає основна життєдіяльність людини і де умови для їхнього розсіювання є найгіршими;

3. Відпрацьовані гази містять висококонцентровані токсичні компоненти, що є основними забруднювачами атмосфери. Час, протягом якого шкідливі речовини природним способом зберігаються в атмосфері, оцінюється від десяти діб до півроку. Слід зазначити, що у відпрацьованих газах більш 200 токсичних хімічних сполук, велика частина яких представляє різні вуглеводні. Крім прямого негативного впливу на людину, викиди від автотранспорту наносять і непрямі шкоди. Так, підвищення концентрації кінцевого продукту горіння автотранспортного палива - діоксид вуглецю, призводить до глобального підвищення температури земної атмосфери (так званий парниковий ефект). На думку багатьох експертів, наслідком цього, є такі природні катаклізми, як масштабні пожежі в Південно-Східній Азії, Америці, Сибіру, повені в Європі й Азії.

З'єднання сірки та оксиди азоту, що викидаються в атмосферу з відпрацьованими газами двигунів, піддаються хімічним перетворенням, формуючи різні кислоти і солі. Такі речовини повертаються на землю у вигляді "кислотних" дощів. Дослідниками доведено, що кислотні опади наносять значну шкоду водним екосистемам, ведуть до знищення фауни, викликають підвищену корозію металів і руйнування будівельних конструкцій. Крім того, оксиди азоту сприяють фарбуванню повітря в коричневий колір, а в сполученні з різними аерозолями викликають грязьовий туман (смог), погіршуючи видимість.

Реальні кількісні оцінки шкідливих викидів від автомобільного транспорту вкрай важкі. Це зв'язано з тим, що автомобіль є мобільним джерелом з несталим процесом виділення шкідливих речовин.. Головними причинами підвищеного забруднення атмосферного повітря технічними засобами є: незадовільна якість автотранспортного палива; низькі техніко-експлуатаційні показники парку автотранспортних засобів. Обидва ці фактори впливають на забруднення атмосфери як безпосередньо (наприклад, через неефективне спалювання палива), так і побічно (через невиправдано високу витрату палива).

Основними проблемами, зв'язаними з якістю автотранспортних палив, є :

- низьке октанове число в більшій частині реалізованих бензинів;
- незначні обсяги виробництва зимових сортів дизельного палива.

І тому, такий стан речей не дає гарантій ефективного використання нафтопродуктів, призводить до необхідності підвищеного споживання автотранспортних палив і знижує ресурс двигунів. До того ж в Україні реалізується значна частина так званих етилованих (тобто утримуючих свинець, бензину). Формулювання " значна частина" викликано тим, що після приватизаційних процесів, що пройшли в нафторосподільному секторі, значно зменшився контроль за кількістю і якістю нафтопродуктів, що поставляються на ринок.

Використання високо потужних, енергетичних засобів, з надмірними габаритами, під час руху по ґрунтових дорогах призводить до надмірного ущільнення поверхневого шару ґрунту, що спричиняє руйнування структури гумусу та відповідно, затрудненому проростанню рослин.

Ґрунт - найважливіший ресурс людства. Багатівікове використання землі з ураженням ерозійними процесами призвели до значного зливу і видування ґрунтів, утворення ярів, наносів пісків, замулення ставків, водойм, річок.

Практика виробничо-дослідного господарства переконливо показує, що проблема боротьби з ерозією ґрунтів має розвиватись на основі планового

проведення комплексу протиерозійних заходів. Найбільш поширеними заходами є організаційно-господарські, протиерозійні, агротехнічні, агролісомеліораційні та гідротехнічні. Вони передбачають безпечне в ерозійному відношенні сільськогосподарське використання земель і найбільш ефективно використання різних способів і методів боротьби з ерозією. Боротьба з водною ерозією ведеться різними способами, а саме проводиться ґрунтозахисна сівозміна. А боротьба з вітровою ерозією передбачає захист полів від вітру, збереження в ґрунті вологи.

Дуже часто на підприємствах, технічне обслуговування тракторів проводиться не на належному рівні: а) відпрацьовані оливи зливаються на землю; б) зношені шини спалюються безпосередньо на землі.

Злив відпрацьованих олив приводить до забруднення ґрунту, а спалювання шин, приводить до вигорання родючого шару ґрунту і забруднення атмосфери продуктами згоряння. Щоб уникнути таких негативних явищ, слід відпрацьовані оливи збирати в ємність для подальшої переробки, а зношені шини відправляти на утилізацію у відповідні спеціалізовані підприємства.

Пасивне відношення до паливо - мастильних матеріалів, також призводить до знищення довкілля.

Спалюючи велику кількість палива, автомобільна техніка викидає у повітря значну кількість шкідливих речовин, що спричиняють значне забруднення атмосфери. Тому, правильне зберігання і використання нафтопродуктів - один із найважливіших чинників охорони атмосферного повітря. Для запобігання підтікання паливо - мастильних матеріалів з автомобільних засобів, на автомобільних підприємствах проводиться контроль стосовно періодичних технічних обслуговувань або усунення несправностей окремих вузлів.

Слід зазначити, що під час експлуатації автомобілів, слід вибирати такі швидкісні режими, які б відповідали екологічним показникам технічних умов. Під час зберігання нафтопродуктів, слід використовувати стаціонарні

резервуари, дрібну нафтогару. Резервуари для нафтопродуктів, що не є леткими, обладнують вентиляційними пристроями.

При зберіганні бензину, вільне сполучення внутрішнього середовища резервуарів з атмосферою недопустиме, оскільки це призводить до його значних втрат. Тому всі отвори резервуарів з нафтопродуктами, що легко випаровуються, повинні бути щільно закриті.

Одним з найбільш використовуваних ресурсів у побуті - вода. Найбільшим її споживачем є сільське господарство.

Основним завданням охорони довкілля є дбайливе ставлення до неї, збереження та створення сприятливих умов для життя суспільства.

Біля території СТО знаходиться незначна кількість невеликих потічків та відкритих водойм. Тому, від робочого персоналу по обслуговуванню автомобілів вимагається належне ставлення до відпрацьованих рідин (зливати у відповідні ємкості для подальшої утилізації у відповідних передбачених законом місцях)[1]. Хімічні рідини, що призначені для миття агрегатів чи кузова автомобіля, необхідно зберігати в типових складських приміщеннях.

Також, пост зовнішнього миття автомобілів та вантажної техніки, необхідно обладнати устаткуванням для повторного використання води, а стічні води від інших приміщень (загального користування), направляти у відстійники та після певного часу зберігання, вивозити спеціальним транспортом.

Висновки до розділу 5

Безпечне проведення технічної та комп'ютерної діагностики орного агрегату, значною мірою обумовлюється такими факторами:

- Належним функціонуванням вентиляційної системи, що забезпечує ефективне видалення шкідливих речовин, які утворюються під час діагностичних робіт.

- Рівнем підготовки персоналу щодо дотримання правил безпеки в процесі діагностики.
- Технічним станом обладнання, яке використовується для виконання діагностичних завдань.
- Наявністю інформативних матеріалів, які висвітлюють потенційні ситуації, що можуть впливати на безпеку працівників.
- Проведенням розрахунків пожежної безпеки для приміщень, де виконуються ремонтні роботи, та визначенням відповідної зони захисту.

6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Дослідження експлуатаційних витрат

Бортова електронна система трактора спричинила процес підвищення коефіцієнта корисної енергії двигуна, що оптимізує всі процеси, та дозволяє самодіагностуватися.

Інженерами дослідниками, розроблене обладнання для сканування роботи ЕБУ, що сприяє у найкоротші строки відновити роботу будь якого механізму, який відмовив чи не забезпечує якісну роботу дизеля.

Відповідно, за умови використання діагностичного обладнання, для оперативного виявлення недоліків роботи двигуна, і завчасного її налагодження, можна дослідити економічні втрати трактора.

І тому, затрати на його експлуатацію визначаються за [14]:

$$Z = Z_n + Z_{zm} + Z_{TO} + Z_{av} + Z_{ш} + Z_{zn} \quad (6.1)$$

де Z_n – витрати на паливе;

Z_{zm} – витрати на змащувальні матеріали, $Z_{zm} = 0,2$ грн/га;

Z_{TO} – витрати на технічне обслуговування;

Z_{av} – витрати на амортизаційні відрахування;

$Z_{ш}$ – витрати на шини, $Z_{ш} = 0,7$ грн/га;

Z_{zn} – витрати на заробітну плату оператора, $Z_{zn} = 150,00$ грн/га

Грошові витрати на придбання дизельного палива (для несправних і справних циліндрів), визначаємо за формулою

$$Z_n^{\delta} = \frac{C_n^{\delta} \cdot g}{1,0} \quad 6.2$$

де, C_n^{δ} – вартість палива, $C_n^{\delta} = 50,00$ грн;

g – витрата палива (під час оранки на 1 га), $g = 16,0$ л/га.

Тоді:

$$Z_n^{\delta} = \frac{50,00 \times 16}{1,0} = 800 \text{ грн./га}$$

А за несправного:

$$Z_n^6 = \frac{C_n^d \cdot g_{\text{неспр.}}}{1,0}$$

де, $g_{\text{неспр.}}$ – витрата палива за несправного циліндра, $g_{\text{п.п}} = 20$ л/га.

Отже:

$$Z_n^{\text{неспр.}} = \frac{50,00 \times 20}{1,0} = 1000 \text{ грн./га}$$

Розрахунки показують, що витрати на придбання палива для дослідного трактора (за неякісно працюючого циліндра), збільшилися на 300/га.

Дальше, визначаємо витрати на ТО трактора:

$$Z_{\text{то}} = N_{\text{тр}} \cdot l_{\text{тр}} \cdot 10^{-3} \text{ грн./га} \quad 6.4$$

де, $N_{\text{тр}}$ – витрати на трактор з справною і несправною системою, $N_{\text{тр}} = 55,1$ грн./га.

$$Z_{\text{тр}} = 55,1 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 0,0551 \text{ грн/га}$$

Витрати на амортизаційні відрахування:

$$Z_{\text{амор}} = \frac{Ц \cdot l_p \cdot A_e}{10^5} + \frac{Ц \cdot l_p \cdot A_{\text{кап.р}}}{10^5}, \text{ грн} \quad 6.5$$

де, $Ц$ – балансова вартість трактора, $Ц = 1200000$ грн.;

A_e – нормативні амортизаційні відрахування, $A_e = 0,21$;

l_p – річне напрацювання, приймаємо $l_p = 1000$ мото год;

$A_{\text{кап.р}}$ – нормативні відрахування на капітальний ремонт, $A_{\text{кап.р}} = 0,23$

$$Z_{\text{аморт}} = \frac{1200000 \times 1000 \times 0,21}{12 \times 10^3} + \frac{1200000 \times 1000 \times 0,23}{12 \times 10^3} = 21000 + 23000 = 44000,00 \text{ грн/рік.}$$

Згідно виразу (6.1), отримаємо:

- з справною системою

$$Z = 800 + 0,2 + 0,0551 + 0,21 + 0,7 + 150,00 = 951,17 \text{ грн/га;}$$

- з несправною

$$Z = 1000 + 0,2 + 0,0551 + 0,21 + 0,7 + 150,00 = 1151,16 \text{ грн/га.}$$

А за річного напрацювання (приймаємо операцію оранки на 150 га), витрати будуть становити:

- з справною

$$Z_{д} = 951,17 \times 150 = 142675,60 \text{ грн./рік};$$

- несправною

$$Z_{д} = 1151,16 \times 150 = 172674,00 \text{ грн./рік}.$$

Отже, річні експлуатаційні втрати від несправної системи, можуть складати:

$$E = 172674,00 - 142675,60 = 29998,40 \text{ грн./рік}$$

Висновки до розділу 6

Експлуатаційні витрати, за частково неякісної роботи 6-го циліндра дизельного двигуна трактора John Deere, призвело до річних економічних витрат (при виконанні операції оранки, на загальній площі 150 га), близько 29998,40 грн./рік.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Основний обробіток ґрунту, являється для сільськогосподарського трактора, найбільш завантажувальною операцією та суттєво впливає на його експлуатаційний ресурс (відповідно, на стан циліндро-поршневої групи, тобто, на компресію у циліндрах дизельного двигуна).

Представлено методику розрахунку підбору сільськогосподарської машини до трактора John Deere, для проведення основного обробітку ґрунту на площі 50 га.

Подано методику теплового балансу, за якою є можливість визначити відсоткову сукупність теплової енергії, що виділяється після згоряння паливно-повітряної суміші, коли занижена компресія у одному із циліндрів двигуна.

Представлено діагностичне обладнання та програмне забезпечення, для проведення комп'ютерної діагностики трактора John Deere 6630.

Описано методику проведення діагностичних операцій з використанням сканера - адаптера «Service ADVICOR EDL v2», на предмет визначення компресії у циліндрах дизеля.

У процесі роботи, визначено кінематичні параметри агрегату, зокрема оптимальну швидкість руху та відповідну робочу передачу, а також рекомендований спосіб руху. На основі цього, розраховано годинну та змінну продуктивність, складові прямі експлуатаційні витрати, що забезпечують максимальну ефективність використання агрегату.

Представлено результати розрахунків на побудову схеми та вимоги до виконання операції оранки.

Відповідно до результатів теплового балансу, ефективна теплота Q_e досягла 35%, що на 2% є меншою, відносно 37% (за якісної роботи дизеля).

З використанням сучасного комп'ютерного діагностичного обладнання «Service ADVICOR EDL v2» та програмного продукту «Service ADVICOR»,

досліджено спад компресії у циліндрах дизеля, на протязі посезонних напрацювань (6249; 7129; 8011; 9231; 10148 мото год.):

- Найбільша компресія спостерігається у 2 – му циліндрі;
- Найменша, у 6-му, що склала у процентному відношенні 87%.

Безпечне проведення технічної та комп'ютерної діагностики орного агрегату, значною мірою обумовлюється такими факторами:

- Належним функціонуванням вентиляційної системи, що забезпечує ефективне видалення шкідливих речовин, які утворюються під час діагностичних робіт.
- Рівнем підготовки персоналу щодо дотримання правил безпеки в процесі діагностики.
- Технічним станом обладнання, яке використовується для виконання діагностичних завдань.
- Наявністю інформативних матеріалів, які висвітлюють потенційні ситуації, що можуть впливати на безпеку працівників.
- Проведенням розрахунків пожежної безпеки для приміщень, де виконуються ремонтні роботи, та визначенням відповідної зони захисту.

Експлуатаційні витрати, за частково неякісної роботи 6-го циліндра дизельного двигуна трактора John Deere, призвело до річних економічних витрат, близько 29998,40 грн./рік.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бороденко Ю.М., Гнатов А.В., Аргун Щ.В. Мехатронні системи. Част. 1. Силовий привід: підручник. Харків: ХНАДУ, 2023. 300 с.
2. Кашканов А. А., Кужель В. П., Грисюк О. Г. Інформаційні комп'ютерні системи автомобілів і тракторів: Навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2010. – 230 с.
3. Войтюк Д. Г., Барановський, В.М., Булгаков В.М. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник за ред. Войтюка Д.Г.. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.
4. Гряник І. М., Лахман С.Д. та інші Охорона праці: Київ.: Урожай. 1994, 187 с.
5. Булгаков В.М., Заришняк А. С., Головач В. І. Від класичних основ землеробської механіки до сільськогосподарських машин майбутнього.
6. Клименко Л. П., Прищепов О.Ф., Андрєєв В. І., Голдун В. Ю. Елементи електронних систем керування автотракторними двигунами : [навч. посібник]. Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2013. 132 с.
7. Кисликов В., Лищук В. Будова і експлуатація автомобілів/ Вид. Либідь.К.: 2018, 400 с.
8. Розрахунок економічної ефективності механізму. Електронний ресурс, режим доступу: <https://www.google.com/url>.
9. Бойко М.Ф. Трактори та автомобілі. Ч.2. Електрообладнання. Навчальний посібник .Вища школа, 2001. 180с.
10. Шевчук Р.С. Трактори і автомобілі: основи теорії (питання, завдання та відповіді): навч. посібник. Львів: ЛНАУ, 2016. 236 с. Депоновано у Державній науково-технічній бібліотеці України 16.12.2016. №18- 68 РІД/Ук-2016 9 (з оприлюдненням). Укр. [Електронний ресурс; Режим доступу <http://gnth.gov.ua>].

11. Грицук І.В., Вербовський В.С., Володарець М.В., Краснокутська З.І., Погорлецький Д.С., Бородін С.І. Особливості розробки циклу теплової підготовки транспортного двигуна за допомогою теплового акумулятора. Матеріали V міжнародної науково-технічної інтернет 33 конференції «Автомобіль і електроніка. Сучасні технології», 20-21 листопада 2017 р ХНАДУ, Харків, 2017, С. 25 – 27.

12. Двигуни внутрішнього згорання : [підручник]: у 6 т. [за редакцією проф. А. П. Марченка, засл. діяча науки України, проф. А. Ф. Шеховцова].:Т. 2 : Доводка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин. Харків: Видавн. центр НТУ «ХПІ», 2004, 367 с.

13. Сажко В. А. Електрообладнання автомобілів і тракторів: Підручник. К.: Каравела, 2009, 400с.

14. Дяченко В.Г., Саловський В.С., Кропівний В.М. Розрахунок автотракторних двигунів. Навчальний посібник; За ред. к.т.н. В.Г. Дяченка, к.т.н. В.С. Саловського. Кіровоград: КДТУ, 2003. 266 с.

15. Навчальне середовище «Electude»/ Електронний ресурс, режим доступу: <https://lnau.electude.eu>.

16. Войтов В. А., Чепурний Ю.В. Метод віброакустичного дослідження клапанного механізму двигуна внутрішнього згорання. Збірник наукових праць. 2020. N 2. Р.72. <https://doi.org/10.36074/24.04.2020.v2.20>.

17. Яким Р. С. Приводи транспортних машин: навчальний посібник. Дрогобич: Редакційно-видавничий відділ Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка, 2020, 240 с.

18. Клименко Л. П., Прищепов О. Ф., Андреев В. І., Голдун В. Ю. Елементи електронних систем керування автомобільними двигунами: навч. посіб. для студентів ВУЗів. Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2013, 132 с.

19. Сирота В. І., Сахно В. П. Автомобілі. Основи конструкції, теорія. Навчальний посібник К.: Арістей, 2007, 288 с.

20. Клименко Л. П., Прищепов О. Ф., Андреев В. І., Голдун В. Ю. Елементи електронних систем керування автотракторними двигунами: навч. посіб. для студентів ВУЗів. Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2013. 132 с.

21. Магац М.І., Габріель Ю.І., Дуфанець І.Г. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Комп'ютерна діагностика с-г техніки» здобувачами першого(бакалаврського) рівня освіти з спеціальності 208 - "Агроінженерія". Львів: ЛНУП, 2024. 35 с.

22. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р., Сільськогосподарські машини: Підручник. – К.: Каравела, 2004.- 552с.

23. Сало В.М., Лещенко С.М., Лузан П.Г. Машини для обробітку ґрунту та внесення добрив. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей, за ред. Сало В.М. Х.: Мачулін, 2016. 244 с.

24. Кабанець В.М., Собко М.Г., Радченко О.В. Застосування способів основного обробітку ґрунту в сівоzmінах. Під ред. Собко М.Г. Сад, 2015. 16 с.