

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи

освітнього ступеня «Магістр» на тему:

**ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ
ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТЕХНІКИ JOHN DEERE
ЗА КРИТЕРІЄМ ЕНЕРГОЄМНОСТІ**

Виконав: студент 2 курсу, групи МГМЗ-1-21 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____Бондаренко Олександр Олександрович

Керівник: _____ Деркач Олексій Дмитрович

Рецензент: _____

Дніпро – 2023

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку

Освітній ступінь: «Магістр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ЕМТП _____

(назва кафедри)

ДОЦЕНТ _____

(вчене звання)

Деркач О.Д.

(підпис)

(прізвище,

ініціали)

«____» _____ 2022 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Бондаренку Олександр Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. **Тема роботи:** «Обґрунтування технологічних процесів технічного обслуговування техніки John Deere за критерієм енергоємності»

керівник роботи Деркач Олексій Дмитрович, к.т.н., доцент _____

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ДДАЕУ від

«____» _____ 2022 року № _____

2. **Строк подання студентом роботи** 10.02.2023 р. _____

3. **Вихідні дані до роботи.** Навчальний посібник «Дипломне проектування з машиновикористання в рослинництві», «Практикум з машиновикористання в рослинництві» за ред. проф. Кобця А.С., Настанови з технічного обслуговування техніки John Deere, офіційний сайт компанії ТОВ «Агротек-Інвест», навчальні посібники з охорони праці, навчальна довідкова література з технічної експлуатації машин.

4. **Зміст розрахунково-пояснювальної записки** (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Технічне обслуговування – як основа підтримки працездатності машин. 2. Методи визначення енергоємності технічного

обслуговування техніки John Deere. 3. Розрахунково-технологічна частина.
4. Охорона праці та захист в надзвичайних ситуаціях 5. Економічне
обґрунтування роботи. Загальні висновки. Бібліографічний список.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Титульний лист. 2. Тема, мета, завдання. 3. Вихідні дані. 4. Розрахунково-технологічна частина. 5, 6. Енергоємність технологічного процесу ТО. 7. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 8, 9. Економічне обґрунтування роботи. 10. Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Деркач О.Д., зав. каф. ЕМТП		
2	Деркач О.Д., зав. каф. ЕМТП		
3	Деркач О.Д., зав. каф. ЕМТП		
4	Деркач О.Д., доц. каф. ЕМТП		
5	Вініченко І.І, зав. каф. економіки		
Нормоконтроль			

7. Дата видачі завдання: 10.09.2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 30.10.2022 р.	
2	Теоретичний	до 10.11.2022 р.	
3	Розрахунковий	до 30.12.2022 р.	
4	Охорона праці	до 15.01.2023 р.	
5	Економічний	до 04.02.2023 р.	
6	Демонстраційна частина	до 06.02.2023 р.	

Студент Бондаренко О.О.
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи Деркач О.Д.
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Реферат

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр» присвячена визначенню рівня енергоємності технологічних процесів при проведенні технічного обслуговування техніки John Deere. При вирішенні поставлених завдань застосовано відомі методики дослідження енергоємності машин і агрегатів, процесів, проведення уточнення енергетичних еквівалентів найбільш розповсюджених моделей John Deere – тракторів 8335R, кормозбиральних комбайнів 8100, зернозбиральних – S660.

Виявлено, що одним із стримуючих факторів, які б могли впливати на зниження енергоємності процесів є суворий регламент технічного обслуговування John Deere. Показано, що значний вплив має зміна конструкцій при застосуванні сучасних матеріалів, зокрема, полімерних композитів. Однак цей метод можна застосовувати для техніки, яка вже не перебуває на гарантійному обслуговуванні або проходить ремонтно-відновлювальні роботи.

Бондаренко О.О. Обґрунтування технологічних процесів технічного обслуговування техніки John Deere за критерієм енергоємності. – Дніпро: ДДАЕУ, 60 с.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ – ЯК ОСНОВА ПІДТРИМКИ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ СУЧАСНИХ МАШИН.....	8
1.1. Загальні аспекти.....	8
1.2. Проблеми сервісного обслуговування техніки John Deere.....	12
1.3. Значення енергії в технологіях технічного обслуговування	20
1.4. Обґрунтування теми дипломної роботи.....	23
2. МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГОЄМНОСТІ ТЕХНІЧОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТЕХНІКИ JOHN DEERE	24
2.1. Методика визначення.....	24
2.2. Вибір вихідних даних.....	27
Висновки по розділу.....	31
3 . РОЗРАХУНКОВОГО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	32
3.1. Програма досліджень.....	32
3.2. Дослідження структури енергоємності технологічних процесів технічного обслуговування прийнятої технології ТО John Deere	32
3.3. Оптимізація використання електричної енергії в технологічних процесах ТО	38
3.4. Забезпечення зниження енергоємності ТО застосуванням полімерних композитів в конструкції посівних комплексів	43
Висновок по розділу.....	44
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	45

4.1. Загальні положення.....	45
4.2. Розрахунок захисного заземлення електрообладнання на ділянці очищення (миття) техніки	48
Висновки по розділу.....	51
5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОБОТИ.....	52
5.1. Суть економічного ефекту.....	52
5.2. Розрахунок економічної та енергетичної ефективності технологічних процесів ТО енергетичних засобів	53
5.3. Розрахунок економічної та енергетичної ефективності технологічних процесів ТО посівних комплексів John Deere 1895.....	55
Висновки по розділу	56
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	57
БІБЛЮГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	59

ДОДАТКИ

ВСТУП

В умовах воєнного стану продовольча безпека України набула максимально важливого, край необхідного для виживання нації, значення. Обмеження генерації енергії внаслідок обстрілів електростанцій призвела до суттєвого дефіциту електроенергії. А тому, розробка будь-яких раціональних заходів в технічній експлуатації машин, направлених на економію енергоресурсів, зниження енергоємності технологічних процесів технічного обслуговування, набули нової актуальності.

Економити енергію можна не лише, застосуванням енергоощадного обладнання, лампочок освітлення і т.д. Важливим елементом є фундаментальне проектування нових або удосконалених процесів виробництва, які будуть менше споживати енергії у будь-якому вигляді: електричної, теплової, енергії праці людини, енергії, заключеної в матеріалах тощо.

Одним із таких фундаментальних проектів є впровадження удосконалених технологічних процесів технічного обслуговування сільськогосподарської техніки, так як ці процеси є вельми енергоємними. Встановивши критерій оптимізації мінімальну комплексну енергоємність, можна спроектувати ці процеси таким чином, що їх результат на якість виконання робіт не вплине (точно не погіршить), а затрачена енергія на реалізацію цих процесів буде зменшена.

В дипломній роботі пропонується удосконалення таких процесів за критерієм мінімальної енергоємності для ряду моделей техніки John Deere.

РОЗДІЛ 1. ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ – ЯК ОСНОВА ПІДТРИМКИ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ СУЧАСНИХ МАШИН

1.1. Загальні аспекти

Неспровоковане повномасштабне вторгнення російської федерації в незалежну Україну створило масу енергетичних проблем. Енергія в будь-якому вигляді – електрики, рідкого та газоподібного пального – є необхідною і корисною для забезпечення життєдіяльності країни у спротиві цієї війни.

Одним із ключових факторів забезпечення життєдіяльності країни є продовольча безпека. Блокування морських портів, окремих суходольних шляхів України значно зменшило притік валюти в країну, але ніяк не вплинуло на внутрішнє забезпечення населення і армії продуктами харчування та сировиною. Пошук альтернативних технологій виробництва може зайняти певний час. Це пов'язано з тим, що традиційно технічні (агрегати, машини, системи машин) та технологічні (операції, технології) системи від створення до впровадження мають пройти певну закономірність, яка існує за сучасного технічного та технологічного рівня розвитку (рис.1.1).

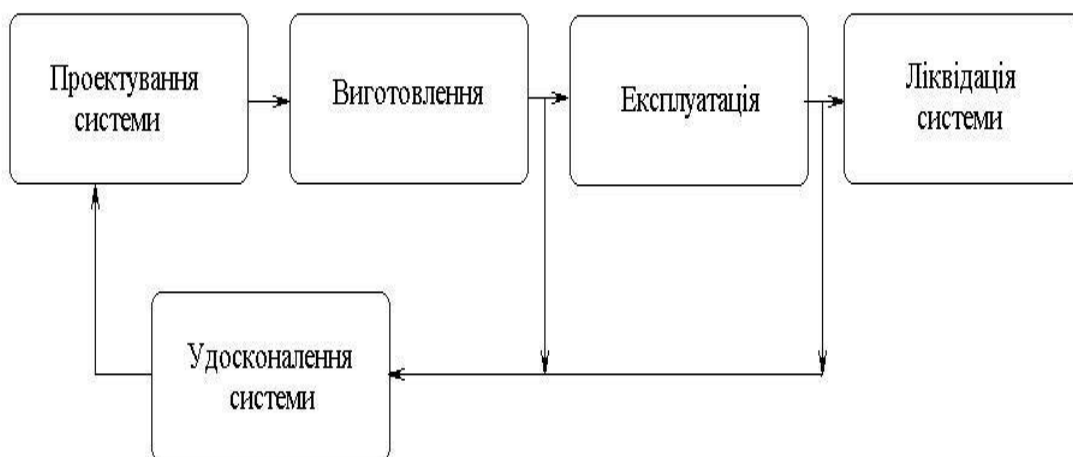


Рис. 1.1 - Схема життєвого циклу технічних та технологічних систем

Від етапу проектування і до впровадження таких систем проходить багато часу, іноді десятки років. Скоротити час на впровадження діючих систем можна, здійснюючи удосконалення окремих її елементів в процесі експлуатації. Тоді час від моменту удосконалення і до впровадження скоротиться (рис.2.2), обмежуючись, наприклад, міжсезонням.



Рис. 2.2 – Схема життєвого циклу технічних та технологічних систем з удосконаленням в процесі експлуатації.

Одним із ресурсів, на якому можна оптимізувати витрати енергії є технічне обслуговування (ТО) техніки, яке, як відомо, здійснюється з метою підтримання її працездатності в процесі всього терміну використання (терміну служби).

При проведенні ТО залучаються різні види ресурсів: людські, грошові, матеріальні (запасні частини, мастила, оливи, пальне тощо). Наведені ресурси обліковуються різними величинами обліку:

- людські ресурси – людино-години;
- запасні частини – штук і грн/штуку (комплект);
- мастила – кг і грн/кг;
- олива – літри і грн/літр (тонна)

В такому випадку, оптимізація технологічних процесів ТО здійснюється за окремими критеріями, бо обліковуються різними одиницями вимірювання.

Що стосується самої системи ТО техніки John Deere, то вона носить ознаки планово-попереджувальної системи. На це вказує нормована періодичність проведення ТО для всіх видів техніки – тракторів, самохідних зернових і кормових комбайнів, обприскувачів і складає вона 250 годин наробітку.

Разом з тим, реальна необхідність в обслуговуванні тих чи інших елементів є різною. Це пов'язано з тим, що розкид строків служби окремих агрегатів, обертових елементів і деталей машин є досить значним. Так, якщо заміна фільтрів паливної та повітряної систем має меншу періодичність (нормується 250 год наробітку), то фільтри гідросистеми – 750 ... 1000 год. Але, враховуючи умови експлуатації, вказані елементи можуть потребувати заміни раніше. Тому поряд з плановими ТО реалізується ще й контрольно-виконавча система ТО, яка полягає в попередньому діагностуванні систем. Також це може бути діагностування за вимогою. Саме тому, в основу системи покладено обстеження поточного стану машин за допомогою діагностування і виконання операцій ТО. Для виконання цих заходів необхідна сучасна екологічно безпечна ресурсощадна технологія ТО [1].

Маючи дані із затрат енергії, витраченої на проведення ТО з деталізацією технологічних процесів, володіючи певним алгоритмом розрахунків (методикою) можемо провести удосконалення технологічних процесів ТО за критерієм найменшої їх енергоємності. Таким чином, можемо створити адаптовану до конкретних виробничих умов ресурсощадну технологію ТО парку машин. Дано визначення ресурсощадній технології ТО.

Згідно [1], ресурсощадна технологія ТО – це взаємопов'язана послідовність технологічних операцій, які підібрані таким чином, щоб витрати всіх ресурсів (паливно-мастильних та інших матеріалів, запчастин тощо) були мінімальними, а продуктивність праці підвищилась. Тобто ресурсощадну технологію можна визначити як технологію, в результаті застосування якої, сума витрат ресурсів на одиницю виробленої продукції скорочується до необхідного мінімуму. Якість при цьому має відповідати

стандартам виробника, у нашому випадку – це John Deere. Тобто, впроваджуючи і прораховуючи ефективність технологічних процесів ТО ми шукаємо можливість зменшити витрати на будь-якому етапі ТО, використовуючи (або оптимізуючи) будь-які ресурси. Корисність результату нашої оптимізації ми побачимо, виразивши витрати в енергетичних одиницях – МДж – які є спільними для всіх видів ресурсів: людських, матеріальних (запчастини, оливи і т.д.).

Тоді цільову функцію ресурсоощадної технології в загальному вигляді можна записати так:

$$\frac{\sum_{i=1}^n E_i}{T_{TO}} \rightarrow \min, \quad (1.1)$$

де $\sum_{i=1}^n E_i$ – сума витрат ресурсів на проведення одного ТО, МДж;

E_i – витрати ресурсів на одну операцію ТО;

n – кількість операцій на одне ТО;

T_{TO} – трудомісткість одного ТО, люд.-год.

Відповідно до функції цілей (1.1) під час удосконалення наявних і створення новітніх ресурсоощадних технологій ТО, можуть бути поставлені і вирішені прямі завдання, оберненні завдання та їх комбінації. Розглянемо їх.

Пряма задача – це задача, направлена на скорочення витрат ресурсів на ТО за тих самих затрат праці. Тобто, трудомісткість ТО незмінна.

Обернені завдання вирішуються у випадку, коли за тих самих витрат ресурсів на одне ТО необхідно скоротити трудомісткість його виконання;

Комбінована задача реалізується у випадку, коли за менших витрат ресурсів на одне ТО необхідно скоротити трудомісткість його виконання.

При вирішенні всіх задач, якість виконання ТО повинна відповідати діючим вимогам та нормативам.

Функції вказаних задач можна подати у вигляді:

$$\text{Пряма задача: } \sum_{i=1}^n E_i \rightarrow \min, \quad T_{TO} = \text{const}; \quad (1.2)$$

$$\text{Обернена задача: } \sum_{i=1}^n E_i = E_{TO}, \quad T_{TO} \rightarrow \min; \quad (1.3)$$

$$\text{Комбінована задача: } \sum_{i=1}^n E_i \rightarrow \min, \quad T_{TO} \rightarrow \min, \quad (1.4)$$

де T_{TO} – трудомісткість одного ТО, люд.-год.

E_{TO} – витрати ресурсів на одне ТО.

При проектуванні і оптимізації технологічних процесів ТО перш за все вирішують пряму задачу. Це досягається за умови підвищення культури виробництва, застосування якісніших матеріалів, або таких, які мають вищі техніко-технологічні характеристики.

Зворотну задачу доцільно вирішувати в підприємствах (у тому числі й дилерських сервісних), які мають розвинуту матеріально-технічну базу, але яка потребує раціонального її використання. Тут мають бути враховані й людські психологічні фактори. Бо, якщо наприклад, якогось ресурсу багато (або достатня кількість), він використовується людиною нераціонально. Наприклад, якщо є великий запас миючих засобів, централізоване підведення гарячої води тощо – це може спонукати працівника «щедро», тобто, понаднормово використовувати ці ресурси. Це ж стосується й дуже простих речей, наприклад, ганчірки, картон з-під упаковок запчастин і т.д.

Вирішення комбінованої задачі належить до галузі наукоємних або високих, технологій. Вона потребує введення в технологію нових елементів. Зважаючи на те, що дипломна робота буде виконуватися на базі дилерської компанії John Deere – ТОВ «Агротек-Інвест», в якій система ТО вже структурована і обґрунтована виробником, комбінована задача лежить поза метою нашої роботи.

У нашому випадку досягти позитивного ефекту можна вирішенням оберненої задачі, за результатами якої маємо вийти на зменшення трудомісткості ТО сервісною службою ТОВ «Агротек-Інвест».

1.2. Проблеми сервісного обслуговування техніки John Deere

В ТОВ «Агротек-Інвест» діє відділ сервісу, на який покладаються завдання передпродажної підготовки техніки, гарантійного обслуговування, сервісного супроводу до кінця експлуатації машини (за згодою клієнта). Саме в сервісному супроводі є ніші для оптимізації технологічних процесів технічного обслуговування машин. Це пов'язано з цілим рядом виробничих факторів: нерівномірністю завантаження протягом року; відмовами та їх ліквідації ремонтом або заміною деталей та агрегатів; іншими супутніми чинниками, які призводять до виїзду сервісного працівника на місце роботи машини.

Виходячи з цього, можна зробити висновок, що технологічний процес ТО тракторів, самохідних зернозбиральних, кормозбиральних комбайнів і обприскувачів обумовлюється річним потоком замовлень (заявок) від споживачів (рис. 1.3).

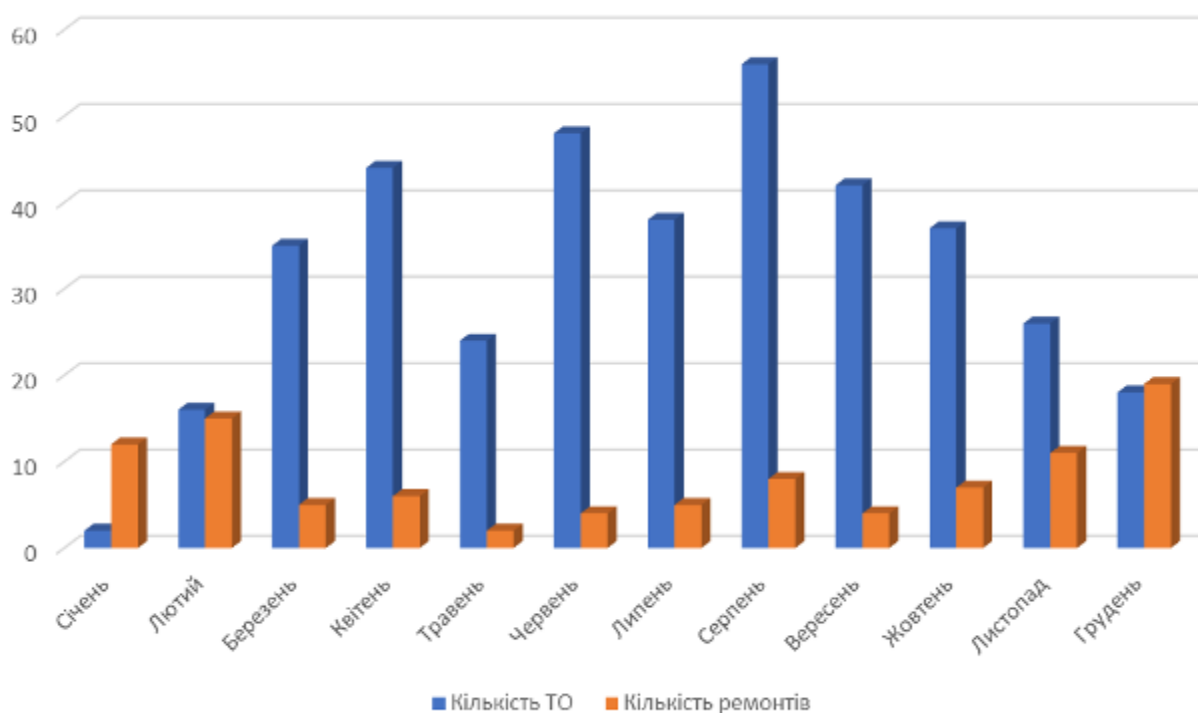


Рис. 1.3 – Потік заявок на обслуговування та ремонт протягом року.

Нерівномірний потік замовлень спонукає до перевантаження роботи персоналу в пік замовлень, а в позасезонний час – до зменшення доходу підприємства через те, що необхідно утримувати персонал при суттєвому зменшенні кількості замовлень. Від цього іноді як основний критерій на перше

місце виходить час повернення машини у виробництво, а не кількість ресурсів, витрачених на ТО і Р. Система ТО побудована так, що витрата вказаних ресурсів лягає на фермера. Отже, якщо фермеру необхідно провести ТО в пік сезону і якнайшвидше повернути машину у виробничий процес, він заплатить за це будь-які кошти. Тому, результати даної роботи повинні задовольнити не тільки дилера, але й самого фермера.

Якщо техніка проходить чергове ТО, яке не потребує додаткового діагностування або ремонту, воно проводиться виїзним екіпажем дилера на території використання виробу: в полі, машинному дворі тощо.

Якщо ж необхідно здійснити плановий чи позаплановий ремонт, що потребує спецобладнання, тоді машина транспортується до Центру сервісного обслуговування. Машина оформлюється актом приймання-передачі. Зовнішнє очищення всіх тракторів, що надходять у сервісний центр проводять на спеціально обладнаному окремому майданчику, що знаходиться поряд із ремонтними боксами. До майданчика підведені водні комунікації (гаряча вода, мийні засоби), також є можливість очистити машину пневматикою. Після зовнішнього очищення виріб направляється в сервісний блок, де сервісна служба визначає технічний стан об'єкта. Після дефектації приймається рішення щодо ремонтних дій кожного виробу окремо. Звичайно, такий ремонт в цілому лежить в основі узагальнених технологічних процесів. Але ремонт не є знеособленим. Наступний крок полягає в розробці технологічних процесів ТО машин, а саме: порядок дій, залучене обладнання та витратні матеріали, орієнтовна тривалість ремонту. В одному боксі можуть бути розташовані відразу декілька тракторів (комбайнів), сервісне обслуговування для яких виконується індивідуально (рис.1.4).



Рис.1.4 – Трактори в ремонтному боксі.

Дільниці ТО і ремонту побудовані у відповідності до стандартів компанії John Deere. Для всебічного доступу до машини бокси обладнані оглядовими ямами, кран-балками, діагностичним обладнанням, іншим допоміжним устаткуванням.

За результатами діагностування машина направляється для проведення поточного, капітального ремонту.

Планові ТО , які проводяться за план-графіком наробітку машини, проводяться пересувними агрегатами технічного обслуговування (АТО). Система ТО тракторів включає обкатку, яка проводиться перші 100 годин експлуатації, і чергові ТО, які проводяться кожні 250 годин експлуатації машини. У карті ТО також вказуються операції, кількість витратних матеріалів та їх марки.

Стандартами John Deere передбачені рекомендовані величини трудомісткості операцій ТО (табл. 1.1).

Таблиця 1.1. – Рекомендовані значення величини трудомісткості технічного обслуговування тракторів, люд.-год

Модель	ПТО	ТО-100	ТО-250	ТО-500	ТО-1000
6125R	3,5	3	2,5	4,5	4,5
6930D	3,5	3	2,5	4,5	4,5
8130R	4,5	4	2,5	5,5	5
8335R	4,5	4	2,5	5,5	5

Сервісні інженери користуються такими даними трудомісткості ТО.

Згідно аналізу, проведеному за звітами за останні три роки [2], маємо змогу встановити загальну кількість тракторів, що знаходяться в експлуатації та сервісному обслуговуванні (табл. 2.2).

Таблиця 1.2 – Кількість тракторів, що знаходилися в експлуатації станом на 2022 рік

Модель	Кількість
6125R	34
6930D	32
8310R	189
8335R	154
Всього	409

Трактори, самохідні комбайни та обприскувачі обладнані устаткуванням для дистанційної первинної діагностики JD Link, засобами дистанційного доступу Service Advisor. За необхідності проведення такої діагностики, за згодою покупця, сервісний механік отримує віддалений доступ до машин, проводить первинну діагностику. У разі відмови машини сервісний механік, маючи доступ до агрегату, отримує дані параметрів технічного стану та інші відомості про машину. При цьому, він бачить історію експлуатації машини та може виявити моменти неправильного використання (рис.1.5).



а)



б)

Рисунок 1.5 – Интерфейс JD Link з основними параметрами технічного стану (а) та графік завантаження двигуна (б) трактора

Скорочення затрат праці на пошук необхідних (каталожних) запасних частин здійснюється за допомогою програми Part Advisor.

ТОВ «Агротек-Інвест» також обслуговує трактори, зернозбиральні комбайни (ЗЗК) трьох концепцій W (класична барабанна система обмолоту), T (двобарабанна), S (роторна система обмолоту), самохідні обприскувачі типу 4730, 4830, 4930, 4030 та інші; а також кормозбиральні комбайни.

Як трактори, так і комбайни, і самохідні обприскувачі мають однакову періодичність ТО, яка прив'язана до ТО двигуна. Так як агрегати виконані у різних конструктивних варіантах, то, відповідно вони будуть мати відмінну одне від одного трудомісткість обслуговування (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Рекомендовані значення трудомісткості технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів, люд.-год

Серія / Модель	ППТО*	ТО-100	ТО-250	ТО-500	ТО-1000
Серія W					
540	4,5	4	3,5	5,5	6,5
550	4,5	4	3,5	5,5	6,5
650	5,5	4	3,5	5,5	7
660	6,5	4	3,5	5,5	7
Серія T					
T550	4,5	4	3,5	5,5	6,5
T560	4,5	4	3,5	5,5	6,5

T660	5,5	4	3,5	5,5	7
T670	6,5	4	3,5	5,5	7
Серія S					
S660	5,5	4	3,5	5,5	6,5
S670	6,5	4,5	4,5	6,5	7
S680	6,5	4,5	4,5	6,5	7

*ПШТО – передпродажне ТО

Вказані у табл. 1.3. дані будуть прийняті, як вихідні дані для розрахунку кількості ТО комбайнів, трудомісткості їх виконання та визначення енергетичних витрат.

Проте, найбільші затрати як праці людини, так і витратних матеріалів виявлено при ТО кормозбиральних комбайнів. Це пов'язано з їх конструктивною складністю та високою енергонасиченістю (табл. 1.4).

Таблиця 1.3 – Рекомендовані значення трудомісткості технічного обслуговування кормозбиральних комбайнів, люд.-год

Серія / Модель	ПШТО*	ТО-100	ТО-250	ТО-500	ТО-1000
7250	8	5	3,5	4,5	6,5
7350	8	5	3,5	4,5	6,5
8100	8	5	4	4	6

Зважаючи на високу продуктивність комбайна (до 60...80 тон/год зеленої маси), має бути забезпечена і висока споживана потужність. Це свідчить про те, що процес збирання кормів теж є енергоємним і має застосовуватися енергонасичена машина.

Табл.

Парам
Об'єм двигуна
Потужність де
Об'єм паливн
Маса комбай

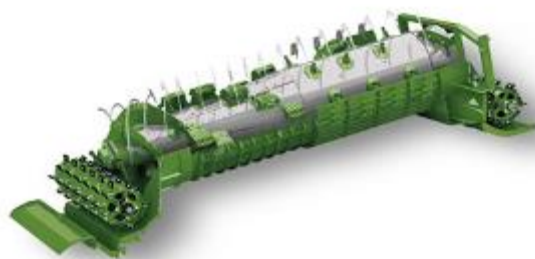


Рис.2.5. Роторна система обмолоту зернозбиральних комбайнів John Deere серії S

комбайна John Deere 8100

Показник
13,0
279
700
11000

Енергомiсткiсть агрегату	кг/кВт	39,4
Енергоємнiсть технологiчного процесу	т · год / кВт	0,342

Звернiмо увагу на Параметр «Енергомiсткiсть агрегату». Вiн показує, яка кiлькiсть маси агрегату припадає на один кiловат потужностi. Чим бiльше значення цього показника, тим менша потужнiсть витрачається на саму масу машини, i отже, бiльше енергiї витрачається на технологiчний процес. Це свiдчить, у свою чергу, про високу енергоємнiсть самого технологiчного процесу в силу його особливостей. Порiвняємо цi показники з даними укрупненого аналізу енергетичних показникiв iнших машин (табл. 1.5).

Таблиця 1.5 – Деякi енергетичнi показники технiки John Deere, що експлуатується в Україні

Агрегат	Маса	Потужнiсть двигуна, кВт	Енергоефективнiсть агрегату E_{ef} , кг/кВт	Енергоємнiсть за 1 годину експлуатацiї E_3 , МДж
Трактори				
John Deere 6125	5470	92	59,5	132,9
John Deere 6930	5880	133	44,2	142,9
John Deere 8335	13330	271	49,2	323,9
Комбайни зернозбиральнi				
John Deere W660	14720	273	53,9	2222,7
John Deere S660	17000	273	62,3	2567,0
John Deere T660	15290	273	56,0	2308,8
Обприскувачi самохiднi				
John Deere 4730	10315	176	58,6	2537,5
John Deere 4830	11351	198	57,3	2792,3
John Deere 4930	11500	198	58,1	2829,0

Комбайни кормозбиральні				
John Deere 7250	11100	281	39,5	1376,4
John Deere 7350	12000	352	34,1	1488,0
John Deere 8100	11000	279	39,4	1364,0

Як видно з енергетичних даних, наведених в табл. 1.5. трактори мають досить високу енергоефективність і мале значення енергоємності. Самохідні машини, які виконують складні технологічні процеси відповідно мають інші закономірності. Якщо комбайни і обприскувачі мають у наближенні однакові показники E_{ef} – в межах 53,9 ... 62,3 кг/кВт, то для кормозбиральних машин цей показник суттєво знижується і знаходиться в межах 34,1 ... 39,5 кг/кВт. Отже, більшість енергії кормозбирального комбайна витрачається на технологічний процес. З отриманих даних ми отримали закономірність цих параметрів (рис. 1.6).

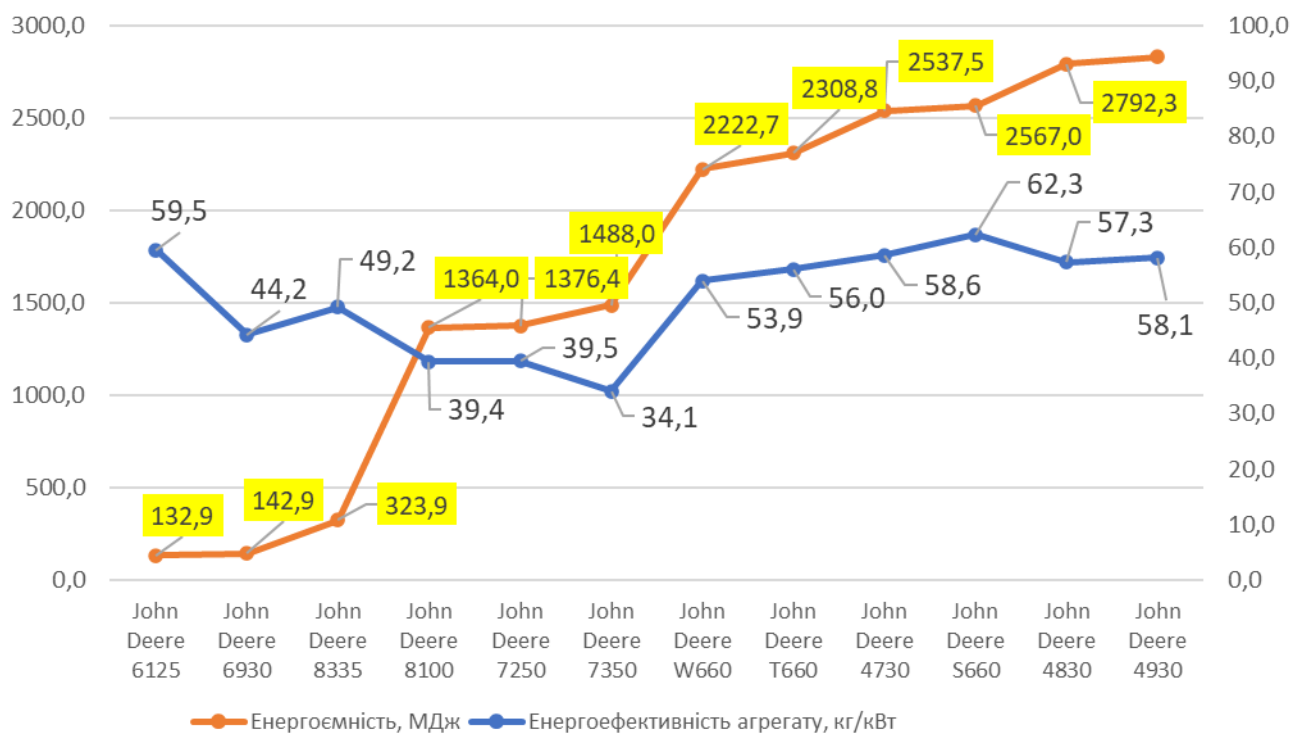


Рис. 1.6 – Взаємозв'язок енергетичних параметрів.

З наведених даних бачимо тісний взаємозв'язок досліджуваних параметрів для зернозбиральних комбайнів і самохідних обприскувачів – ці параметри взаємно зростають. Протилежна картина виявлена для

кормозбиральних комбайнів. Тут зі спаданням енергоефективності агрегату, енергоємність його експлуатації протягом 1 години зростає. Це означає, що більшість непоновлюваної енергії і енергії, що генерується двигуном витрачається на технологічний процес. Отже, енергія, накопичена в конструкції і технологічних матеріалах займає важливе місце: вона відновлюється і зберігається в процесі проведення ТО.

1.3. Значення енергії в технологіях технічного обслуговування

Як ми вже зазначали вище, на забезпечення всіх виробничих технологічних процесів необхідна енергія. Світові корпорації при проектуванні нових технічних та технологічних систем враховують у першу чергу їх енергоємність. Це може бути енергоємність виготовлення матеріалів, енергоємність технологічних процесів, енергоємність праці людини тощо. Такий підхід убезпечує від декількох негативних факторів, яких не можна уникнути за стандартних методик оцінювання нових чи порівняння існуючих технологій або технологічних процесів. Наприклад, якщо ми порівняємо економічну ефективність однієї і тієї ж самої будь-якої технології ТО тракторів, яка виконується у США і в Україні, то ми отримаємо різні дані. Вони будуть різними, тому що вартість витратних матеріалів, заробітної плати, вартість енергоносіїв і т.д. в цих країнах різна. Більш того, облік у грошових одиницях здійснюється у різних валютах, які до того ж мають різну інфляцію. Такі методики використовують для визначення корисності в певному конкретному суспільстві.

Наприклад, позначимо, які ресурси витрачаються при проведенні будь-якого ТО трактора John Deere:

Ресурс	одиниця вимірювання (облік)
миючі засоби,	кг (л);
підігрів води,	ккал;
воду для миття машин,	м ³ ;
електроенергію,	кВт·год;

працю людини,	люд.-год;
обладнання,	год;
споруди, будівлі,	м ² ;
технологічні матеріали (електроліт, тощо),	кг (л);
витрати на транспортне обслуговування,	т-км, (км, год);
запчастини, матеріали,	кг;
паливно-мастильні матеріали,	кг (л).

Як бачимо, одиниці вимірювання, а отже їх облік різні. Вартість цих складових з часом буде змінюватися, або навпаки, бути однаковою за різних затрат енергії на їх отримання чи експлуатацію. Таким чином, порівняти як змінилися технології ТО з часом або в різних країнах суто з точки зору технічного рівня і розвитку є досить складним процесом. Відповіді при цьому можуть бути часто не відповідати об'єктивній реальності.

Однак, кількість витраченої енергії – це сталий показник, що вимірюється у калоріях або у Джоулях. У цього показника нема інфляції. Джоуль не змінюється з часом. За показниками енергоємності порівнюється глобальна світова економіка. В країнах ЄС на виробництво одного кг валової продукції витрачається удвічі менше енергії, ніж в Україні (рис. 1.7).

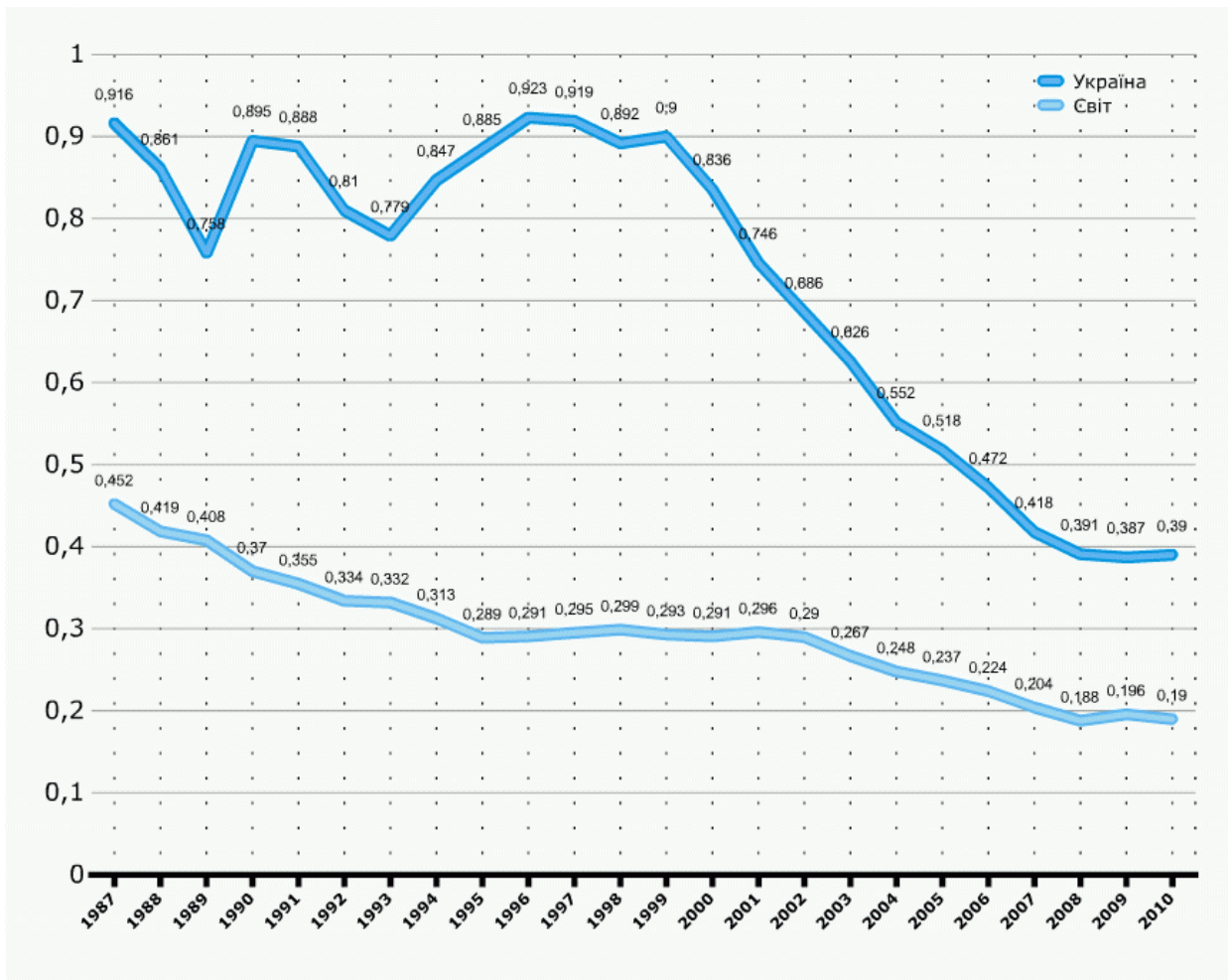


Рис. 1.7 – Енергоємність отримання одиниці валової продукції в країнах ЄС (усереднене значення) і в Україні станом до 2010 року.

Тому, суто з технічної точки зору, використовуючи енергію, як засіб вимірювання, ми можемо досить детально порівняти конкуруючі технології. Або знайти раціональне рішення – який елемент чи технологічний процес можна удосконалити – користуючись методикою визначення кількості затраченої енергії. Таким чином, на валідність і ефективність технології буде впливати її енергонасиченість, енергоємність, коефіцієнт енергетичної ефективності. Ці показники дадуть змогу оцінити технічний рівень технології.

Вихідними даними для таких розрахунків є енергетичні еквіваленти.

Як наводиться в [1], енергетичний еквівалент – це показник, який характеризує суму прямих і непрямих (суміжних) витрат енергії, віднесених до одиниці маси предметів і засобів праці, що використовуються при проведенні технічного обслуговування.

1.4. Обґрунтування теми дипломної роботи

Укрупнений аналіз технологічних процесів технічного обслуговування показав, що ТО техніки John Deere проводиться в суто регламентованій технології. При цьому, обліку і адаптації енергетичних показників під виробничі умови України немає. Особливо це стосується виробничих затрат на ТО в умовах воєнного стану за значного дефіциту енергоресурсів.

Тому, метою роботи є виявлення закономірності величини енергоємності технологічних процесів технічного обслуговування техніки John Deere.

Для досягнення мети необхідно виконати наступні завдання:

- дати аналіз системи технічного обслуговування техніки John Deere та виявити найбільш енергоємні технологічні процеси;
- визначити енергоємність технічного обслуговування деяких моделей техніки John Deere;
- на основі отриманих результатів розробити заходи модернізації технологічних процесів ТО;
- навести заходи з охорони праці при проведенні ТО;
- навести економічне обґрунтування роботи.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГОЄМНОСТІ ТЕХНІЧОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТЕХНІКИ JOHN DEERE

2.1. Методика визначення

В загальному вигляді методика визначення енергоємності технологічних процесів ТО викладена в [1, стор. 107–122]. Недоліком методики є те, що в ній не передбачено проведення розрахунків для техніки зарубіжного виробництва, приклади наведені лише для техніки обмежених виробників. Якщо ми

визначимо величину енергії, затрачену на проведення ТО, визначимо енергетичні еквіваленти, застосовані до техніки John Deere.

Таким чином, витрати енергії на ТО дорівнюють, МДж:

$$E_{ТО} = E_{мз} + E_{пв} + E_{вм} + E_{еe} + E_{пл} + E_{ом} + E_{об} + E_{зб} + E_{тм} + E_{тр} + E_{зм} + E_{пмм}, \quad (2.1)$$

де $E_{мз}$ – енергоємність миючих засобів;

$E_{пв}$, $E_{вм}$, $E_{еe}$, $E_{пл}$, $E_{ом}$ – витрати енергії відповідно на підігрів води і на миття, електричної енергії, енергії людини, енергії на використання обладнання для миття;

$E_{об}$ – енергоємність обладнання для ТО;

$E_{тм}$, $E_{зб}$ – витрати енергії на використання відповідно споруд, забудівель та технологічних матеріалів;

$E_{тр}$, $E_{зм}$, $E_{пмм}$ – витрати енергії відповідно на транспортне обслуговування, на запчастини й матеріали, на ПММ.

Щоб досягти мети даної дипломної роботи, необхідно визначити ефективність технологічних процесів ТО в розрізі енергоємності. Цей параметр визначають через коефіцієнт енергетичної ефективності ($K_{еe ТО}$).

Згідно [1], *коефіцієнт енергетичної ефективності* – це співвідношення енергоресурсу трактора, який він отримує після проходження ТО та суми витрати енергії до ТО, плюс витрати енергії на ТО і визначається за формулою:

$$K_{еe,ТО} = \frac{EP_{n,ТО}}{EP_{o,ТО} + E_{ТО}}, \quad (2.2)$$

де $EP_{n,ТО}$ – енергоресурс після ТО, МДж;

$EP_{o,ТО}$ – енергоресурс до ТО, МДж;

$E_{ТО}$ – витрати енергії на ТО, МДж.

Енергоресурс після проходження ТО визначається з виразу:

$$EP_{n,ТО} = P_{n,ТО} \alpha_m, \quad (2.3)$$

де $P_{n,ТО}$ – ресурс машини після ТО, год;

α_m – енергетичний еквівалент машини, МДж/год.

Енергоресурс до проходження ТО, відповідно знайдемо за формулою:

$$EP_{o,ТО} = P_{залТО} \alpha_m, \quad (2.4)$$

де $P_{залТО}$ – залишковий ресурс машини до ТО, год.

Для того, щоб застосувати дану методику до конкретної моделі машини, необхідно мати вихідні дані стосовно матеріалів, які застосовуються в процесі проходження ТО, затрат праці. В теорії також важливо, яким чином отримані ті чи інші витратні матеріали. Адже від енергоємності технологічного процесу їх виробництва також залежить значення енергетичного еквіваленту. Вибір вихідних даних, здійснюємо, керуючись Настановами виробника.

Витрати енергії на використання обладнання для миття визначають як

$$E_{ом} = \frac{F_m \alpha_{ef} (A_1 + A_2) t_{pm}}{100 T_n}, \quad (2.5)$$

де $E_{ом}$ – енергоємність мийного обладнання, МДж;

F_m – площа, яка підлягає миттю, m^2 ;

α_{ef} – енергетичний еквівалент мийного обладнання, МДж/ m^2 ;

A_1 – норма амортизаційних відрахувань, %;

A_2 – норма відрахувань на ТО і ремонт, %;

t_{pm} – тривалість миття, год;

T_n – планове річне завантаження машини, год.

Витрати енергії на використання обладнання для ТО обчислюють за формулою:

$$E_{об} = \sum_{i=1}^n \left[\frac{M_{об} \alpha_{eob} (A_1 + A_2) t_{об}}{100 T_n} \right], \quad (2.6)$$

де $M_{об}$ – маса обладнання, кг;

α_{eob} – енергетичний еквівалент обладнання, МДж/кг;

$t_{об}$ – тривалість роботи обладнання, год;

n – кількість машин.

Витрати енергії на використання споруд, будівель обчислюють за формулою

$$E_{зб} = \frac{S_{зб} \cdot \alpha_{es} \cdot t_{ТО}}{T_{рік}}, \quad (2.7)$$

де $E_{зб}$ – енергоємність будівель, МДж;

$S_{зб}$ – площа будівель, м²;

$\alpha_{ес}$ – енергетичний еквівалент будівель, МДж/(м²рік);

$T_{рік}$ – річний фонд робочого часу поста ТО, год;

$t_{ТО}$ – тривалість проведення одного ТО, год.

Методика розрахунку коефіцієнта енергетичної ефективності технічного обслуговування ТО-250. Енергетичний аналіз технології ТО-250 закінчується визначенням коефіцієнта енергетичної ефективності, тобто співвідношенням енергоресурсу машини після ТО-250 та невикористаного енергоресурсу до ТО-250 плюс витрати енергії на проведення ТО-250 і знаходиться за формулою:

$$K_{еe,ТО-1} = \frac{E_{n,ТО-250}}{E_{д,ТО-250} + E_{ТО-250}}, \quad (2.8)$$

де $K_{еe,ТО-250}$ – коефіцієнт енергетичної ефективності ТО-250;

$E_{n,ТО-250}$ – енергоресурс машини після ТО-250, МДж;

$E_{д,ТО-250}$ – енергоресурс до ТО-250, невикористаний ресурс, МДж;

$E_{ТО-250}$ – витрати енергії на проведення ТО-250, МДж.

Енергоресурс після проведення ТО-250, тобто накопичений ресурс у результаті проведення ТО-250:

$$E_{n,ТО-250} = P_{n,ТО-250} \alpha_m, \quad (2.9)$$

де $P_{n,ТО-250}$ – ресурс машини після проведення ТО-250, год;

α_m – енергетичний еквівалент машини, МДж/год.

Енергоресурс до проведення ТО-250 (невикористаний)

$$E_{д,ТО-250} = P_{д,ТО-250} \cdot \alpha_m, \quad (2.10)$$

де $P_{д,ТО-250}$ – залишковий ресурс машини до ТО-250.

Наведену методику застосуємо при визначенні енергетичної ефективності технологічних процесів ТО для кормозбирального комбайна JD 8100, який проходить ТО-250, а також для тракторів 8335R, зернових комбайнів S660.

2.2. Вибір вихідних даних

Від точності і правильності вибору вихідних даних залежить адекватність отриманих результатів.

В якості прикладу для проектування методики визначення енергетичної ефективності ТО до конкретної машини, візьмемо технологію ТО нового кормозбирального комбайна John Deere 8100 (Додаток 1).

Для спрощення розрахунків з визначення енергоємності оберемо фрагмент технології (табл. 2.1), який включає період обкатки комбайна та його подальшої експлуатації до 600 мото-год. наробітку. Зауважимо, що періодичність обслуговування комбайна John Deere 8100 складає, як і у решти техніки даного виробника – 250 мото-год. Як видно з табл. 2.1 перше ТО проводиться після обкатки, а це 100 мото-год, а далі ведеться звичайний облік наробітку з періодичністю 250 мото-год. Таким чином, наступне ТО буде проведено через:

$$T_{\text{ТО-250}} = 100 + 250 = 350 \text{ мото-год.},$$

наступне – через:

$$T_{\text{ТО-500}} = 350 + 250 = 600 \text{ мото-год.}, \text{ що і відображено в таблиці.}$$

Облік витратних матеріалів – моторної трансмісійної оливи, фільтрів та ін. – здійснюється згідно нормативів, встановлених John Deere.

Трудозатрати на проведення ТО скориговані фахівцями ТОВ «Агротек-Інвест», виходячи з умов експлуатації техніки в умовах України.

Таблиця 2.1 – Фрагмент обліку наробітку та технологічних операцій і витратних матеріалів при проведенні ТО комбайна JD 8100

МАТЕРІАЛИ			Напрацювання, мото-год.		
			перші 100	350	600
Найменування	Каталожний номер (марка)	Об'єм, кількість			
Моторна олива 7250	TORQ-	28 л	Х	Х	Х

	GARD				
Масляний фільтр двигуна	RE509672	1	X	X	X
Фільтр гідравличної системи	AL112936	1	X		X
Гідростатика	AZ101001	1	X		X
Фільтр IVLOC	AZ62405	1	X		X
Фільтр IVLOC	AZ64238	1	X		X
Паливний фільтр	RE525523	1	X	X	X
Змащування комбайна	TY6345	17	X	X	X
Повітряний фільтр грубої очистки двигуна	AZ45868	1			
Повітряний фільтр тонкої очистки двигуна	AZ45867	1			
Повітряний фільтр кабіни	AN115833	1			X
Повітряний рециркуляційний фільтр кабіни	H220870	1			X
Заміна оливи трансмісії Pro Drive	HY-GARD	15 л	X		
Заміна оливи трансмісії 3-х швидкісної	EXTREME-GARD	8 л	X		
Заміна масла в диференціалі ведучого заднього мосту	EXTREME-GARD	20 л	X		
Замена масла в редукторі заднього мосту	EXTREME-GARD	2 л	X		
Заміна оливи в конічних передачах	EXTREME-GARD	18 л	X		
Заміна демпфера колінчастого вала	RE520465	1			
	RE57604	1			
Трудомісткість обслуговування			5,0	3,5	3,5

В табл. 2.1 також наведено нормативи витрат матеріалів, що є необхідними вихідними даними.

Трудомісткість ТО нормується дилером, тобто ТОВ «Агротек-Інвест».

Обладнання, яке будемо використовувати для проведення ТО комбайна JD 8100 та енергетичні еквіваленти його, беремо з джерел [1 -3] і зводимо в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Енергоємність деякого обладнання і матеріалів, що застосовуються для ТО комбайна JD 8100

Назва	Маса, кг	Енергетичний еквівалент, МДж/кг·год	Енергоємність, МДж
Компресор JT03437	125	0,676	84,6
Шприц нагнітальний для пластичних матеріалів	1,5	34	51
Автомобіль ТО (Fiat)	1350	0,039	53,6
Ручний інструментарій	121	0,280	34
Олива моторна	35	47,7	1669,5
Миючі засоби	3	147	441
Підігріта вода	120	0,650	78

В основу розрахунків та виявлення перевитрат енергії візьмемо вихідні дані, наведені в табл. 2.1 – 2.2, а також трудозатрати на проведення ТО агрегатів, які ми розглядали в Розділі 1 дипломної роботи.

Додатково в алгоритм розрахунків введемо формули для визначення величини витрат енергії на використання обладнання для технічного обслуговування. Цей параметр обчислюється із залежності:

$$E_{об} = \sum_{i=1}^n \left[\frac{M_{об} \alpha_{еоб} (A_1 + A_2) t_{об}}{100 T_n} \right], \quad (2.11)$$

де $M_{об}$ – маса обладнання, кг;

$\alpha_{еоб}$ – енергетичний еквівалент обладнання, МДж/кг;

$t_{об}$ – тривалість роботи обладнання, год;

n – кількість машин.

Також для підвищення точності розрахунків необхідно врахувати енергетичні витрати на утримання споруд.

Цю енергію визначають за формулою

$$E_{зб} = \frac{S_{зб} \cdot \alpha_{es} \cdot t_{ТО}}{T_{рік}}, \quad (2.12)$$

де $E_{зб}$ – енергоємність будівель, МДж;

$S_{зб}$ – площа будівель, м²;

α_{es} – енергетичний еквівалент будівель, МДж/(м²рік);

$T_{рік}$ – річний фонд робочого часу поста ТО, год;

$t_{ТО}$ – тривалість проведення одного ТО, год.

Так як основна частина ТО здійснюється на виїзді, то необхідно врахувати енергоємність використання обладнання пересувних агрегатів ТО.

Цей сегмент енергетичних витрат при ТО визначається із залежності:

$$E_{обт} = E_{ком} + E_{кми} = \frac{M_{ком} \cdot \alpha_{ком} (A_1 + A_2) t_{ком} \cdot n_{ТО}}{100 \cdot T_{ком}} + \frac{M_{кми} \cdot \alpha_{кми} (A_1 + A_2) t_{кми} \cdot n_{ТО}}{100 \cdot T_{кми}}, \quad (2.13)$$

де $E_{ком}$, $E_{кми}$ – витрати енергії на використання відповідно компресора і комплекту майстра-наладчика, МДж;

$M_{ком}$, $M_{кми}$ – маса відповідно компресора та комплекту майстра-наладчика, кг;

$\alpha_{ком}$, $\alpha_{кми}$ – енергетичний еквівалент відповідно компресора та комплекта майстра-наладчика, МДж/кг;

A_1 , A_2 – норми амортизаційних відрахувань та відрахувань на ТО і ремонти відповідно для компресора та комплексу майстра-наладчика, %;

$t_{ком}$, $t_{кми}$ – тривалість використання відповідно компресора та комплекту майстра-наладчика на одне ТО, год;

$T_{ком}$, $T_{кми}$ – планове річне завантаження відповідно компресора та комплекту майстра-наладчика, год;

$n_{ТО}$ – кількість всіх видів ТО, проведених АТО за місяць.

Також візьмемо до уваги енергетичні еквіваленти споруд і будівель, які згідно [1] відповідно приймають, як:

- виробничі споруди – $\alpha_{es} = 184,6$ МДж/(м² · рік);

- допоміжні споруди – $\alpha_{es} = 114,5 \text{ МДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{рік})$;
- побутові споруди – $\alpha_{es} = 100,9 \text{ МДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{рік})$.

Висновки по розділу. Наведена методика визначення енергетичних витрат на проведення технічного обслуговування техніки.

Уточнено енергетичні еквіваленти та вихідні дані для визначення енергетичної ефективності технічного обслуговування для техніки John Deere.

РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Програма досліджень

На основі зібраних і проаналізованих у Розділах 1 і 2 даних, розробили програму досліджень, що включала такі етапи:

- дослідження структури енергоємності технологічних процесів технічного обслуговування прийнятої технології ТО John Deere;
- виявлення технологічних процесів ТО, що мають ознаки перенасиченості або перевитрат енергії та розробка заходів, направлених на зменшення енергетичних витрат;
- розробка заходів з охорони праці при проведенні ТО з урахуванням розроблених рекомендацій;
- економічне обґрунтування роботи.

3.2. Дослідження структури енергоємності технологічних процесів технічного обслуговування прийнятої технології ТО John Deere

В структуру енергоємності технологічних процесів технічного обслуговування (ТПТО) включимо найбільш затратні процеси та матеріали: підігрів води, паливно-мастильні матеріали (так як вони мають взагалі високу енергоємність), працю людини, енергоємність обладнання та устаткування, що використовується у процесі ТО.

За наведеною методикою у Розділі 2, використовуючи відомі значення енергетичних еквівалентів, застосовуємо цю методику до технології ТО техніки John Deere [2 – 4]. Формули реалізуємо в середовищі прикладних електронних таблиць Excel. Результати заносимо в табл. 3.1 – 3.3.

Таблиця 3.1 – Енергоємність ТПТО комбайна JD 8100 до 600 м-г наробітку

МАТЕРІАЛИ	Параметри					
	Напрацю	Енерго	350	Енергоємн	600	Енергоємн

Найменування	Каталожний номер (марка)	Об'єм, кількість	вання 100 мото-год	ємність	МОТ о-ГОД	ість	МОТ о-ГОД	ість
Підігрів води	л	120	X	108	X	108	X	108
Очищення машини	л	180	X	117	X	78	X	117
Моторна олива 7250	TORQ-GARD	28 л	X	1336	X	1336	X	1336
Масляний фільтр двигуна	RE509672	1	X	0,122	X	0,122	X	0,122
Фільтр гідравличної системи	AL112936	1	X	0,122			X	0,122
Гідростатика	AZ101001	1	X	30,74			X	30,74
Фільтр	AZ62405	1	X	0,25			X	0,25
Фільтр	AZ64238	1	X	0,25			X	0,25
Паливний фільтр	RE525523	1	X	0,3	X	0,3	X	0,3
Змащування комбайна	TY6345	17	X	255,5	X	255,5	X	256
Повітряний фільтр кабіни	AN115833	1					X	6,54
Повітряний фільтр кабіни	H220870	1					X	6,54
Заміна оливи трансмісії Pro Drive	Hygard	15 л	X	714				
Заміна оливи трансмісії	EXTREM E-GARD	8 л	X	380,8				
Заміна масла в диференціалі ведучого заднього мосту	EXTREM E-GARD	20 л	X	952				
Заміна масла в редукторі заднього мосту	EXTREM E-GARD	2 л	X	95,2				
Заміна оливи в конічних передачах	Extreme-gard	18 л	X	856,8				
Пересувний агрегат ТО	FIAT	1750	X	26,4	X	26,4	X	26,4
Пальне для АТО	Дизель	20	X	1056	X	1056	X	1056
Трудомісткість ТО	Люд.-год.		5	217	3,5		3,5	
Всього по видам ТО				5921,1		2673,9		2718,4
Сума всіх енерговитрат, МДж				11313,4				

Використовуючи розрахункові дані, наведені в табл. 3.1, отримали баланс енергоємності при проведенні одного ТО одного комбайна John Deere 8100

(рис.3.1). Як видно з цього рисунка, найбільшу енергоємність має використовуване пальне та оливи – 73,2%. І їх марки та кількість регламентується виробником і не може бути нами змінена. Праця людини в загальному балансі складає 7,98 % - це робота сервісних механіків при проведенні ТО. Витрати на електроенергію в енергетичному балансі займають 7,32 % - і тут ми можемо знайти важелі економії. Інші витрати енергії, а це обігрів та енергоємність самих приміщень, інструментарію, допоміжних матеріалів та інше, складають близько 11,5 %.

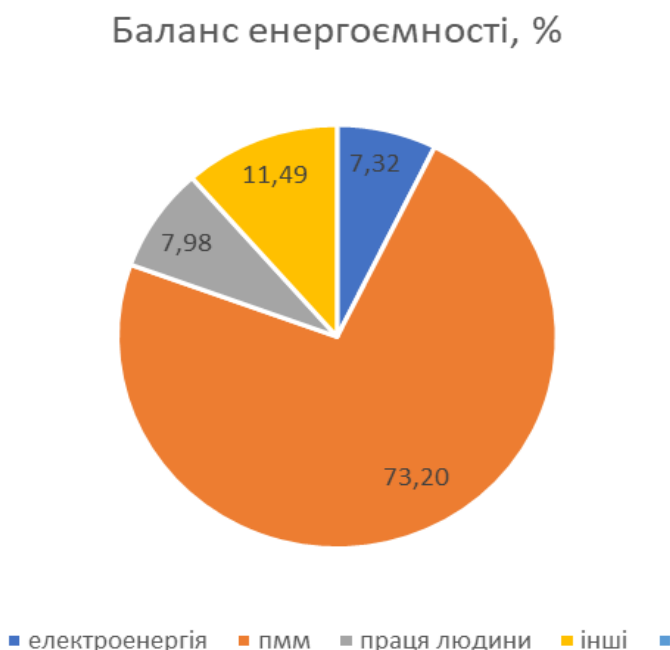


Рис. 3.1. Баланс енергетичних витрат в структурі енергоємності ТО кормозбирального комбайна John Deere 8100.

З урахуванням вимог до якісного і технологічного регламенту ТО, що висувається компанією John Deere до дилерів, можемо вплинути на зміну балансу тільки в розрізі електроенергії та інших витрат, шляхом оптимізації використання ресурсів.

Розглянемо баланс енерговитрат для трактора на основі розрахунку енерговитрат на ТО для трактора John Deere 8335R (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Енергоємність ТПТО комбайна JD 8335R до 600 м-г наробітку

8335R	Параметри					
	Напрацюва	Енергоємні	350	Енергоємні	600	Енергоємні

Найменування	Каталожний номер (марка)	Об'єм, кількість	кількість 100 мото-год	кількість	кількість мото-год	кількість	кількість мото-год	кількість
Підігрів води	л	80	X	100	X	100	X	100
Очищення машини	л	120	X	78	X	78	X	78
Моторна олива 7250	TORQ-GARD	22	X	1049,4	X	1049,4	X	1049,4
Масляний фільтр двигуна	RE509256	1	X	0,061	X	0,06075	X	0,061
Фільтр гідравлическої системи	AL112486	1	X	0,097			X	0,097
Гідростатика	AZ101002	1	X	21,02			X	21,02
Фільтр IVLOC	AZ62505	1	X	0,25			X	0,25
Фільтр IVLOC	AZ64248	1	X	0,25			X	0,25
Паливний фільтр	RE525623	1	X	0,3	X	0,3	X	0,3
Змащування трактора	TY6345	17	X	164,5	X	164,5	X	164,5
Повітряний фільтр кабіни	AH115955	1					X	5,5
Повітряний рециркуляційний фільтр кабіни	H220970	1					X	5,5
Заміна оливи трансмісії Pro Drive	HY-GARD	15 л	X	571,2				
Заміна масла в диференціалі ведучого заднього мосту	EXTREME-GARD	16 л	X	761,6				
Заміна масла в редукторі заднього мосту	EXTREME-GARD	2 л	X	47,6				
Заміна оливи в конічних передачах	EXTREME-GARD	16 л	X	761,6				
Пересувний агрегат ТО	FIAT	1750	X	26,4	X	26,4	X	26,4
Пальне для АТО	Дизель	20	X	1056	X	1056	X	1056
Трудомісткість обслуговування			5,5	238,7	2	86,8	3,5	151,9
Всього				4699,0		2383,5		2481,2
Сума всіх енерговитрат, МДж				9563.7				

Баланс енергоємності, %

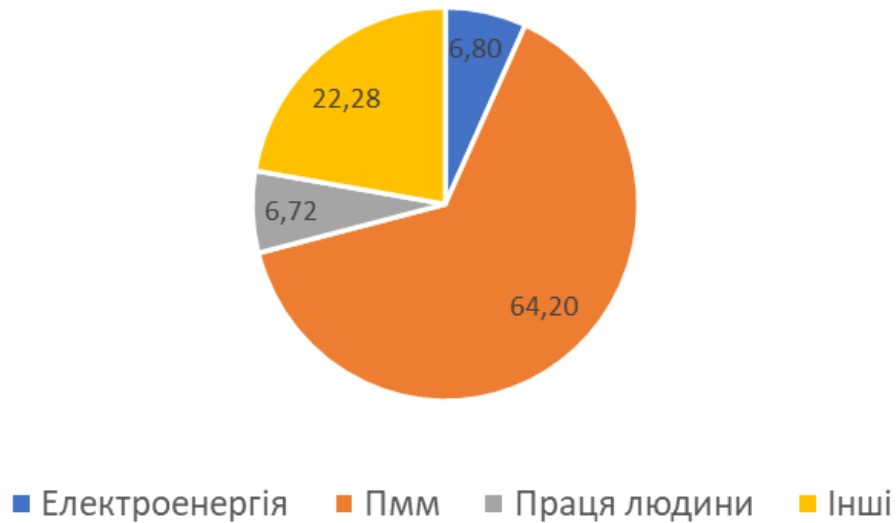


Рис. 3.2 - Баланс енергетичних витрат в структурі енергоємності ТО трактора John Deere 8335R.

Як видно з балансу енергоємності технологічних процесів ТО тракторів типу John Deere 8335R, найбільшу енергоємність мають знову паливно-мастильні матеріали – 64,2%. На працю сервісного механіка припадає до 6,8 % енергії. Електроенергія займає в загальному балансі теж 6,8 %, а на інші витрати припадає більш як п'ята частина енерговитрат – 22,3 %. Тобто, враховуючи вищезначені вимоги від компанії John Deere, тут теж маємо змогу оптимізувати процеси в рамках енерговитрат і «інших витрат», всього а розрізі 29,6 %. А це теж майже третина всіх витрат.

Результати розрахунків показали (табл. 3.3), що найбільшу абсолютну енергоємність ТО мають зернозбиральні комбайни. Ці дані перекликаються із даними табл. 1.5, де було нами визначено, що найбільші значення енергоємності однієї години експлуатації також мають зернозбиральні комбайни, зокрема роторні.

Таблиця 3.3 – Енергоємність ТПТО комбайна JD S660 до 600 м-г наробітку

Матеріали			Параметри					
			Напрацювання 100 мото-год	Енергоємність	350 мото-год	Енергоємність	600 мото-год	Енергоємність
Найменування	Каталожний номер (марка)	Об'єм, кількість						
Підігрів води	л	180	X	120	X	120	X	120
Очищення машини	л	200	X	130	X	130	X	130
Моторна олива	TORQ-GARD	35	X	1669,5	X	1669,5	X	1669,5
Масляний фільтр двигуна	RE509256	1	X	0,122	X	0,1215	X	0,122
Фільтр гідравлическої системи	AL112486	1	X	0,122			X	0,122
Гідростатика	AZ101002	1	X	30,74			X	30,74
Фільтр IVLOC	AZ62505	1	X	0,25			X	0,25
Фільтр IVLOC	AZ64248	1	X	0,25			X	0,25
Паливний фільтр	RE525623	1	X	0,3	X	0,3	X	0,3
Змащування комбайна	TY6345	17	X	186,2	X	186,2	X	186,2
Повітряний фільтр кабіни	AN115955	1					X	7,2
Повітряний рециркуляційний фільтр кабіни	H220970	1					X	7,2
Заміна оливи трансмісії Pro Drive	HY-GARD	15 л	X	714				
Заміна оливи трансмісії 3-х швидкісної	EXTREM E-GARD	8 л	X	380,8				
Заміна масла в диференціалі ведучого заднього мосту	EXTREM E-GARD	22 л	X	1047,2				
Заміна масла в редукторі заднього мосту	EXTREM E-GARD	2 л	X	95,2				
Заміна оливи в конічних передачах	EXTREM E-GARD	22 л	X	1047,2				
Пересувний агрегат TO	FIAT	1750	X	26,4	X	26,4	X	26,4
Пальне для АТО	Дизель	20	X	1056	X	1056	X	1056
Трудомісткість обслуговування			5,5	238,7	2	86,8	3,5	151,9
Всього				6493,0		3025,3		3136,2

Сума всіх енерговитрат, МДж	12654,6
-----------------------------	---------

Баланс енергоємності, %



Рис. 3.3 - Баланс енергетичних витрат в структурі енергоємності ТО зернозбирального комбайна John Deere S660.

Тут бачимо аналогічну структуру складових в загальному балансі енерговитрат. Відзначимо зростання долі енерговитрат на працю людини, що пов'язано зі складністю конструкції комбайнів та особливістю обслуговування та регулювань. Загальний відсоток по оптимізації технологічних процесів ТО складає в межах енергозатрат на електроенергію та «інших витрат» - в межах 22,75 %.

Зважаючи на однаковий характер складових загального енергетичного балансу, є привід узагальнити подальшу оптимізацію технологічних процесів ТО. Потім, знаючи загальну кількість ТО проведених ТОВ «Агротек-Інвест» протягом року, визначити сумарну економію енергоресурсів та ефект.

3.3. Оптимізація використання електричної енергії в технологічних процесах ТО

В структуру витрат електричної енергії входять такі операції:

- підігрів води для миття машин;
- робота електроінструменту;

- освітлення;
- сушка деталей, реманенту;
- інші витрати електрики.

Дані витрати наведені у порядку спадання. Найбільше енергії витрачається на підігрів води для миття машин. Найбільше води – до 180 л витрачається на миття зернозбиральних комбайнів, через строкатість та складну конструкцію, а також через значне забруднення. Забруднення спричинене не тільки наявністю пилу та частково мазуту, але і забиванням рослинних решток у конструкційні зазори між агрегатами комбайна. Нами з'ясовано, що миття техніки відбувається без застосування мийних засобів. Згідно регламенту, температура води для миття має складати не менше 60°C. Постачається вода зі скважини з температурою близько 10°C.

Тоді, маємо такі вихідні дані:

- початкова температура води - 10°C;
- робоча температура води - 65°C;
- об'єм води для миття – 180 л;
- тариф на електроенергію – 5,4 грн / кВт·год;
- потужність нагрівача – 5,0 кВт.

Скориставшись онлайн-калькулятором за нижченаведеним посиланням: <https://kuryliak.pp.ua/js/calc/voda.php>, отримали результат (рис. 3.4), що показує, що для нагрівання такого обсягу води на миття одного комбайна витратиметься до 2 год 42 хвилин часу та 73,83 грн коштів.

Витрати енергії на нагрівання води для одного комбайна складуть:

$$E_{ел} = 12,6 \cdot 5,0 \cdot 2,6 = 163,8 \text{ МДж.}$$

Згідно даних, наданих сервісною службою ТОВ «Агротек-Інвест», у 2022 році комбайнам типу S було проведено 113 технічних обслуговувань.

За дотриманням регламенту, енергетичні витрати тільки на підігрів води склали:

$$E_{ел(з)} = 163,8 \cdot 113 = 18509,4 \text{ МДж.}$$

Розрахунок витрат на нагрів води
Скільки кВт · год енергії витрачається на нагрів води

Температура холодної води, °C: = 10 °C
Температура нагрітої води, °C: = 65 °C
Обсяг або маса води, що нагрівається, л або кг: = 180 літрів (кг)
ККД нагрівника, %: = 85 %
Витрата електроенергії на нагрів: **13.546 кВт·год** (0.011647 Гкал)

Скільки коштує розігрів води

Тариф на електроенергію, грн за кВт·год: = 5.45 грн за кВт·год
Поширені тарифи:
1,68 0,90
Вартість розігріву води: **73.83 грн.**

Скільки часу нагрівається вода

Потужність нагрівача, кВт: = 5 кВт (5000 Вт)
Час нагріву: **2 год 42 хв 33 с** (або 2.7092 год)

Посилання на даний розрахунок:
<https://kuryliak.pp.ua/js/calc/voda.htm?t1=10&t2=65&vol=180&eff=85&power=5&price=5.45>
Код для вставки посилання на

Рис.3.4. Результати вартості та тривалості нагрівання води для миття одного комбайна типу S 660.

Зауважимо, що додавання мийних засобів до води, дозволило б зменшити температуру нагрівання води до 40°C. При цьому, якість миття не змінилася б [5]. Так, згідно табл. 2.2, енергетичний еквівалент 3 кг рідких миючих засобів складає 441 МДж. Миючий засіб додається у воду з розрахунку 1/50. Таким чином, на 120 л води необхідно $120 / 50 = 2,4$ л.

Енергетичний еквівалент 2,4 л миючого засобу складе $441 \cdot (2,4 : 3) = 352,8$ МДж.

В такому випадку, на нагрівання води до 40°C необхідна буде менша кількість електроенергії (рис. 3.5). Тоді, енергоємність електричної енергії в проектному варіанті складе:

$$E_{ел}^{проект} = 12,6 \cdot 5,0 \cdot 1,5 = 94,5 \text{ МДж.}$$

При проведенні 113 технічних обслуговувань, енергетичні витрати на підгрів води в проектному варіанті складуть:

$$E_{ел(з)} = 94,5 \cdot 113 = 10678,5 \text{ МДж.}$$

До цього значення варто додати 352,8 МДж енергії, акумульованої в мийному засобі. Тоді загальні витрати енергії складуть:

$$\Sigma E_{el(z)} = 10678,5 + 352,8 = 11031,3 \text{ МДж.}$$

Таким чином, енергоємність нагрівання води зменшено на 40,40 %.

Розрахунок витрат на нагрів води
Скільки: кВт · год енергії витрачається на нагрів води

Температура холодної води, °C: = 10 °C
Температура нагрітої води, °C: = 40 °C
Обсяг або маса води, що нагрівається, л або кг: = 180 літрів (кг)
ККД нагрівника, %: = 85 %
Витрата електроенергії на нагрів: **7.3888 кВт·год** (0.0063529 Гкал)

Скільки коштує розігрів води

Тариф на електроенергію, грн за кВт·год: = 5.45 грн за кВт·год
Поширені тарифи:
~~1.68~~ ~~0.90~~
Вартість розігріву води: **40.27 грн.**

Скільки часу нагрівається вода

Потужність нагрівача, кВт: = 5 кВт (5000 Вт)
Час нагріву: **1 год 28 хв 39 с** (або 1.4778 год)

[Посилання на даний розрахунок](#)

Рис. 3.5. Результати проектної вартості та тривалості нагрівання води для миття одного комбайна типу S 660

Проведемо аналогічні розрахунки для нагрівання води, при виконанні ТО для тракторів і кормозбиральних комбайнів. Результати заносимо в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Енергоємність технологічного процесу підігрівання води для миття тракторів типу 8335R

Параметри	Прийнята	Проектна
Температура води початкова	10	10
Температура води робоча	65	40
Обсяг нагрітої води	80	80
Витрата ел. енергії, кВт	6,02	3,28
Час нагрівання, год	1,1	0,66
Енергоємність підігріву води, МДж	83,4	27,3
Енергоємність миючих засоб	0	235,2
Кількість ТО тракторів	249	249
Енергоємність ТО всіх тракторів	20775,9	7027,0
Різниця, МДж / %	13748,9 / 66,17	

Отже, при річному навантаженні близько 249 технічних обслуговуваннях, реалізувавши зменшення енергоємності при підігріві води при ТО, можна зменшити загальну енергоємність даної операції ТО на 66,1 %.

Таблиця 3.5 – Енергоємність технологічного процесу підігрівання води для миття кормозбиральних комбайнів JD 8100

Параметри	Прийнята	Проектна
Температура води початкова	10	10
Температура води робоча	65	40
Обсяг нагрітої води	120	120
Витрата ел. енергії, кВт	9	4,92
Час нагрівання, год	1,8	1
Енергоємність підігріву води, МДж	204,1	62,0
Енергоємність миючих засоб	0	724,8
Кількість ТО комбайнів	24	24
Енергоємність ТО всіх тракторів	4898,9	2212,6
Різниця, МДж / %	2686,3 / 45,16	

Загальне зменшення енергоємності по трьох видах моделей техніки, що розглядається складе:

$$E_{\text{ек}} = 2686,3 + 13748,9 + 7478,1 = 23913,3 \text{ МДж.}$$

Таким чином, не порушуючи регламенту ТО тракторів та комбайнів, зменшено енерговикористання ресурсів на 23 913,3 МДж, що еквівалентно енергії, накопиченій в 1992 кВт-год електрики або 453 кг дизельного пального. У грошовому еквіваленті це складе близько: через вартість електроенергії – 10856 грн., через вартість дизельного пального – 23556 грн.

3.4. Забезпечення зниження енергоємності ТО застосуванням полімерних композитів в конструкції посівних комплексів

При аналізі системи ТО посівного комплексу John Deere 1895 встановлено, що такі рухомі деталі, як втулки нижнього паралелограма (112 точок трибоспрязень), втулки в важелях прикотних коліс (56 трибоспрязень) повинні обслуговуватися кожні 100 годин [6]. Питанням удосконалення експлуатації вказаних вузлів присвячено роботи [15 – 17] та інші. Було вирішено застосувати модернізацію трибоспрязень полімерно-композитними втулками, які не потребують обслуговування протягом як мінімум двох років.

Шляхом хронометражу проведення ТО висококваліфікованим спеціалістом при виконанні технологічної операції «Змащування» встановлено, що при виконанні даних робіт, за повної відсутності простоїв та перебоїв у роботі, трудомісткість становитиме мінімум 3,5 люд.-год. Таким чином, при дотриманні технічного регламенту експлуатації даної машини необхідно кожні 100 годин наробітку зупиняти агрегат не менше, ніж на 3,5 години. Враховуючи годинну продуктивність агрегату не менше 5 га/година, втрати в обробленій площі становитимуть близько 17,5 га кожні 100 годин роботи посівного комплексу. При цьому експериментально встановлено, що загалом на 168 точок змащування не менше 8,4 кг пластичного мастила.

Аналіз даних, наданих ТОВ «Агротек-Інвест» показав, що серед 48 посівних комплексів, що експлуатуються в зоні відповідальності підприємства, річний наробіток знаходиться в межах 2100 ... 4985 га або 420 ... 997 год.

Зменшення трудозатрат відбудеться саме на такі величини:

$$Z_{\text{мін}} = (420 : 100) \cdot 3,5 = 14,7 \text{ люд.-год.}$$

$$Z_{\text{макс}} = (997 : 100) \cdot 3,5 = 34,9 \text{ люд.-год.}$$

Економія пластичного мастила складе:

$$M_{\text{мін}} = (420 : 100) \cdot 8,4 = 35,28 \text{ кг.}$$

$$M_{\text{макс}} = (997 : 100) \cdot 8,4 = 83,75 \text{ кг.}$$

Економія енергії, накопиченої в людській праці:

$$E_{\text{мін}} = 14,7 \cdot 43,4 = 637,9 \text{ МДж};$$

$$E_{\text{макс}} = 34,9 \cdot 43,4 = 1514,6 \text{ МДж}.$$

Економія енергії, накопиченої в пластичному мастилі:

$$ME_{\text{мін}} = 35,28 \cdot 47,7 = 1682,9 \text{ МДж};$$

$$ME_{\text{макс}} = 83,75 \cdot 47,7 = 3995,0 \text{ МДж}.$$

Таким чином, загальний діапазон економії енергії у розрахунку на 48 комплексів можемо визначити за формулою:

$$E_{\text{заг}}^{\text{ПК}} = n (E_{\text{мін}} + ME_{\text{мін}}) \dots n (E_{\text{макс}} + ME_{\text{макс}}),$$

де n – кількість посівних комплексів, що обслуговуються ТОВ «АГРОТЕК-ІНВЕСТ», всього 48 машин.

Тоді:

$$\begin{aligned} E_{\text{заг}}^{\text{ПК}} &= 48 (637,9 + 1682,9) \dots 48 (1514,6 + 3995,0) = \\ &= 111398,4 \dots 264460 \text{ МДж}. \end{aligned}$$

Висновки по розділу. Отже, з даних розрахунків можна зробити такий висновок. Що вплив на технологічні процеси ТО без зміни конструкцій може забезпечити помірну економію енергоресурсів і помірне зниження енергоємності. Нами визначено, що застосування мийних засобів для техніки не вимагатиме нагрівання води до 60...65 °С, як того вимагає технологічний регламент. Це забезпечить зниження енергоємності ТО на 23 913,3 МДж, що еквівалентно енергії, накопиченій в 1992 кВт-год електрики або 453 кг дизельного пального. У грошовому еквіваленті це складе близько: через вартість електроенергії – 10856 грн., через вартість дизельного пального – 23556 грн.

Зміна ж конструкції трибоспрямих паралелограма посівних комплексів John Deere 1895 суттєво впливає на зменшення енергоємності технологічних процесів ТО за рахунок повного виключення операції «Змашування». Економія ресурсів складає в межах 14,7 ...34,9 люд.год., 35,28 ... 83,75 кг пластичного мастила на один комплекс. У розрахунку на енергетичні одиниці, економія складе близько 111398,4 ...264460 МДж.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДВЗИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Загальні положення

Охорона праці визначається як система законодавчих актів, соціально-економічних, організаційних, технічних, гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці на виробництві [10].

Закон “Про охорону праці” покладає на власників підприємств обов'язки по забезпеченню здорових і безпечних умов праці. Стан, аналіз та перспективи розвитку і удосконалення охорони праці розглядаються в рамках підприємства. Це зумовлено тим, що галузь як така з охорони праці інтегрована у виробничі процеси, економіку конкретного агропідприємства або сервісного підприємства, яким є, наприклад, Товариство з обмеженою відповідальністю «Агротек-Інвест».

Враховуючи, що законодавством України проголошено пріоритет життя і здоров'я людини, метою розділу "Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях" в кваліфікаційних роботах ОС «магістр» є розробка безпечних і здорових умов праці на робочих місцях та в робочих зонах при розробці або експлуатації продукту проектування шляхом розробки питань охорони праці та цивільного захисту.

Система управління охороною праці, організована в ТОВ «Агротек-Інвест», як компанії-дилера John Deere, дотримується міжнародних стандартів. Система охорони праці в ТОВ «Агротек-Інвест» є більш ефективнішою, ніж традиційна, орієнтована тільки на Закон «Про охорону праці». Адже в її основі лежить модель безперервного поліпшення процесів (цикл Шухарта – Демінга).

Відповідно до Рекомендацій щодо побудови, впровадження та удосконалення системи управління охороною праці, прописаних в Статті 43 Конституції України «12 грудня 2018 року розпорядженням Кабінету Міністрів України № 989-р схвалена Концепція реформування системи управління

охороною праці в Україні. Ця Концепція створює принципи, основні напрями та завдання побудови системи організації безпеки та гігієни праці в Україні на основі ризикоорієнтованого підходу для забезпечення впровадження стандартів Європейського Союзу. Метою Концепції є створення національної системи запобігання виробничим ризикам для забезпечення ефективної реалізації прав працівників на безпечні та здорові умови праці» [11].

СУОП передбачає комплексний підхід до формування та реалізації політики в галузі охорони праці, за якого всі елементи системи взаємопов'язані та працюють у чіткій взаємодії.

Міжнародний досвід свідчить, що впровадження СУОП на рівні підприємства чи організації не тільки сприяє усуненню небезпек та знижує ризики настання нещасних випадків на виробництві, але й підвищує продуктивність праці та конкурентоспроможність суб'єкта господарювання. Ефективна СУОП позитивно впливає на зацікавленість, у тому числі економічну, і роботодавця, і кожного працівника в безперервному поліпшенні умов та охорони праці.

В Україні СУОП повинна відповідати вимогам ст. 13 Закону України «Про охорону праці». Якщо підприємство є дилером або підприємством з іноземними інвестиціями – його діяльність у сфері охорони праці регламентується міжнародними документами серії OHSAS 18000 (ДСТУ OHSAS 18001:2010 «Системи управління гігієною та безпекою праці») або ІЛО-OSH 2001 (ДСТУ ГОСТ 12.0.230:2008 «Системи управління охороною праці. Вимоги») при дотриманні вимог чинного законодавства України і контролюється системою ISO:9001.

Наскільки якісно функціонує система охорони та безпеки праці, встановлюють, провівши аналіз травматизму, визначають кількість виділених коштів та проведених превентивних заходів. Враховуючи те, що травматизм залежить від багатьох факторів, у тому числі й від реального показника функціонування сектору економіки в країні, статистичні дані за один рік не можуть дати об'єктивної оцінки. Найбільш оптимальними даними, що

відображають зміни в економіці та дають змогу уникнути статистичної помилки, прийнято вважати дані за стандартний статистичний період часу, тобто за п'ять попередніх років.

З дисципліни «Охорона праці в галузі» ми вивчали, що після аналізу причин нещасних випадків, на які складено акти за формою Н-1 по Україні за 2004–2008 рр., складається відсоток невиконання основних завдань СУОП по кожному року та середньоарифметичне значення відсотка невиконання основних завдань СУОП за останні 5 років. Якби це робили ми, то це були б 2018 – 2022 роки.

Дотримання вимог безпеки, що викладені в основних завданнях СУОП, оцінюється коефіцієнтами $P_1 \dots P_9$, які обраховуються як співвідношення кількості осіб, що працюють з дотриманням вимог безпеки праці, до загальної кількості працівників, на яких поширюються вказані норми та які працюють на момент перевірки на робочих місцях.

Коефіцієнт, що враховує порушення вимог щодо дії основних функцій у системі управління охороною праці (Φ), розраховується як середньоарифметичне значення 10 показників, які, у свою чергу, визначаються в так званому тестовому режимі, тобто за наявності документів або системи показнику присвоюється значення «1», за відсутності – «0».

Наприклад, якщо в процесі перевірки були зроблені приписи, то оцінка їх усунення здійснюється тільки за принципом «зроблено – не зроблено». З одного боку це визначало виконання чи не виконання припису. З іншого боку, це не давало змоги визначити ступінь впливу даної функції чи завдання на кінцевий результат. Наскільки повно було виконано приписи, встановити таким методом оцінки важко.

Тим не менш в ТОВ «Агротек-Інвест» охорона праці знаходиться на високому рівні і відповідає законодавству України, внутрішнім стандартам John Deere та міжнародним вимогам.

Ведеться документація з охорони праці – журнали реєстрації, на виробничих ділянках розміщені інструкції, плакати. Також є укомплектовані

протипожежні стенди, підприємство повністю забезпечене аптечками домедичної підготовки. Інструктажі з охорони праці проводяться систематично і у повному обсязі у відповідності до чинного законодавства.

4.2. Розрахунок захисного заземлення електрообладнання на ділянці очищення (миття) техніки

Як було наголошено раніше, підприємство функціонує у відповідності до стандартів John Deere. У процесі аналізу технічного стану заземлень виявлено, що на ділянці очищення і підготовки машин до ТО мають заземлення, однак документації щодо його параметрів виявлено не було. Тому, враховуючи наявне обладнання на даній ділянці, визначимо основні параметри заземлення.

Основні параметри захисного заземлення обладнання визначали за методикою [11]. Користуючись [11] визначаємо, які параметри необхідно вибрати в якості вихідних даних. Ці обрані параметри заносимо в табл. 4.1

Таблиця 4.1 – Вихідні параметри для розрахунку заземлення

$t_0, \text{м}$	Довжина смуги L, м	Діаметр d, м	Крок a, м	Питомий опір ґрунту $\rho_{\text{гр}}, \text{Ом}\cdot\text{м}$	b, м	Кліматична зона
0,85	4,0	0,012	3,0	40	0,6	II

Хід розрахунку

Розрахунковий опір ґрунту з урахуванням сезонних змін визначається за формулою:

$$\rho_b = \rho_{\text{гр}} \cdot k_c^b, \quad (4.1)$$

де $\rho_{\text{гр}}$ – питомий опір ґрунту;

k_c^b - коефіцієнт сезону, який для помірних кліматичних умов дорівнює $k_c^b = 1,8$

$$\rho_b = 40 \cdot 1,8 = 72 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

Опір одиничного вертикального електроду знаходимо за виразом, Ом:

$$R_b = 0,366 \cdot \rho_b / L \cdot [\lg(2L/d) + 0,5 \lg((4S + L)/(4S - L))], \quad (4.2)$$

де S – відстань від денної поверхні до середини вертикально розташованого в ґрунті електроду, м:

$$S = t_0 + 0,5L, \quad (4.3)$$

Підставивши дані у формулу, отримаємо:

$$S = 0,012 + 0,5 \cdot 3 = 1,512 \text{ м},$$

Тоді згідно (4.2) одиничного вертикального електроду R_b дорівнює:

$$\begin{aligned} R_b &= 0,366 \cdot \frac{72}{3} \cdot \left[\lg\left(2 \cdot \frac{3}{0,012}\right) + 0,5 \lg\left(\frac{4 \cdot 1,512 + 3}{4 \cdot 1,512 - 3}\right) \right] \\ &= 25,69 \text{ Ом} \end{aligned}$$

Визначаємо орієнтовну кількість електродів n_0 .

Приймаємо, що коефіцієнт використання вертикальних електродів $\eta_b = 1$, а допустимий опір заземлюючого обладнання складає $R_d = 4$ Ом, тоді:

$$n_0 = R_b / \eta_b \cdot R_d, \quad (4.4)$$

Отримаємо:

$$n_0 = \frac{25,74}{1} \cdot 4 = 6,4 \approx 7 \text{ шт.}$$

По n_0 уточнюємо кількість n_b^1 і остаточно визначаємо кількість n_1 :

$$n_1 = R_b / n_b^1 \cdot R_d, \quad (4.5)$$

$$n_1 = \frac{25,74}{0,59} \cdot 4 = 11 \text{ шт.},$$

$$n_i = \frac{25,74}{0,56} \cdot 4 = 12 \text{ шт.}$$

Уточнення кількості електродів та коефіцієнтів їх використання проводиться до тих пір, поки $(n_i - n_{i-1})$ буде менше або дорівнювати 1. Тоді n_i приймається за кінцеве і позначається $n_{b \text{ ост.}}$, уточнюється коефіцієнт використання вертикальних електродів, визначається довжина з'єднувальної горизонтальної смуги L_r .

Для правильного функціонування заземлення необхідно також визначити довжину горизонтальної з'єднувальної смуги. Якщо електроди розташовані в один ряд, тоді ця довжина визначається за формулою:

$$L_r = 1,05 \cdot a \cdot (n_B^{\text{ост}} - 1) \quad (4.6)$$

Підставивши дані у формулу, маємо:

$$L_r = 1,05 \cdot 3 \cdot (12 - 1) = 34,65 \text{ м}$$

Визначаємо опір горизонтальної смуги :

$$R_r = (0,366 \cdot \rho_r / L_r) \cdot 0,5 \lg(2 \cdot L_r^2 / b \cdot t_0), \quad (4.7)$$

де ρ_r – розрахунковий опір для горизонтальної смуги, який у свою чергу, визначаємо так:

$$\rho_r = \rho_{гр} \cdot k_c^r, \quad (4.8)$$

де k_c^r - коефіцієнт клімату для горизонтальної смуги, $k_c^r = 4,5$.

Підставивши отримані дані у формулу (4.8), отримаємо:

$$\rho_r = 40 \cdot 4,5 = 180 \text{ Ом} \cdot \text{м},$$

тоді R_r дорівнює:

$$R_r = \left(0,366 \cdot \frac{180}{34,65}\right) \cdot 0,5 \lg(2 \cdot 34,65^2 / 0,6 \cdot 0,012) = 7,07 \text{ Ом}$$

Визначаємо сумарний опір всього контуру заземлення за формулою:

$$R_{\text{сум}} = (R_B \cdot R_r) / (R_B \cdot \eta_r \cdot n_B^{\text{ост}} + R_r \cdot n_B^{\text{ост}}), \quad (4.9)$$

де η_r – коефіцієнт використання горизонтальної смуги, дорівнює $\eta_r = 0,6$.

Підставимо дані у формулу і отримаємо:

$$R_{\text{сум}} = (25,69 \cdot 7,07) / (25,69 \cdot 0,6 + 12 \cdot 7,07 \cdot 0,59) = 2,77 \text{ Ом},$$

Розрахунки показали, що розрахунковий сумарний опір відрізняється від допустимого значення опору на 43,9%. Згідно рекомендацій [12] в такому випадку є доцільність встановити меншу кількість заземлюючих електродів.

Тому, пропонуємо наступну проектну схему контуру заземлення (рис.4.1):

- проектна кількість заземлюючих електродів – 11 штук;
- відстань між електродами, м – 0,6;
- довжина горизонтальної з'єднувальної металевої смуги, м – 34,65;

- сумарний опір ґрунту, Ом – 2,77.

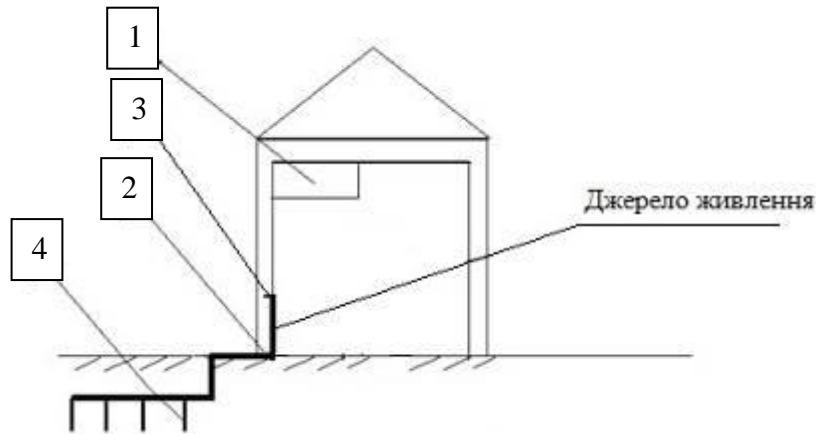


Рисунок 4.1. – Проектна схема захисного заземлення ділянки очищення техніки від бруду і підготовки до ТО: 1 – бак (показано умовно),
2 – горизонтальний заземлювач; 3 – напруга;
4 – вертикальні заземлювачі з одинадцятьма електродами.

Розраховане заземлення буде забезпечувати працівників, які працюють у вологому середовищі, від потенційного ураження електричним струмом.

Висновки по розділу. Короткий аналіз стану охорони праці в ТОВ «Агротек-Інвест» показав, що на підприємстві впроваджені міжнародні стандарти охорони праці та внутрішні стандарти компанії John Deere. Організація охорони праці, документація ведуться на високому рівні. Виявлена відсутність документації, що стосується технічних параметрів заземлення на ділянці очищення та підготовки до технічного обслуговування техніки.

Розраховані основні параметри заземлення

- проектна кількість заземлюючих електродів – 11 штук;
- відстань між електродами, м – 0,6;
- довжина горизонтальної з'єднувальної металевий смуги, м – 34,65;
- сумарний опір ґрунту, Ом – 2,77.

5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РОБОТИ

5.1. Суть економічного ефекту

В даній дипломній роботі був проведений аналіз енергетичних витрат на ТО всіх видів енергозасобів John Deere (тракторів, зернозбиральних та кормозбиральних комбайнів) та посівних комплексів John Deere 1895. Виявлено високий технічний рівень технологічних процесів ТО.

Порядок проведення технологічних операцій ТО техніки John Deere суворо регламентується компанією John Deere. А тому ми, провівши аналіз структури енергетичних витрат не мали змоги прямо впливати на удосконалення технологічних операцій ТО, залучення менше енергоємних ресурсів в операціях прямого впливу на надійність конструкції: запасні частини, оливи тощо. Проте, ми, встановивши енергетичний баланс, виявили два ресурси, впровадження яких дозволить зменшити енерговитрати за критерієм мінімальної енергоємності технологічних процесів ТО. Для тракторів і комбайнів це є впровадження очищення техніки за допомогою мийних засобів водою, нагрітою до меншої температури (40°C), ніж за регламентом (60...65°C).

На основі накопиченого досвіду науковою школою «Полімерні композити в АПК» розроблено технологію модернізації посівних комплексів John Deere 1895, яка полягає у впровадженні у конструкцію елементів рухомих з'єднань, які не потребують обслуговування. Виключення із системи ТО, регламентованої John Deere, операцій, наприклад, змашування рухомих з'єднань паралелограмного механізму, забезпечить зменшення енергоємності ТО за однаково високої надійності машин.

В даному розділі ми повинні визначити вартість у грошових одиницях затраченої енергії та порівняти їх між собою.

5.2. Розрахунок економічної та енергетичної ефективності технологічних процесів ТО енергетичних засобів

Для проведення розрахунків економічної ефективності при проведенні ТО тракторів, зернозбиральних на кормозбиральних комбайнів зведемо вихідні дані в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані визначення ефективності технологічного процесу підігрівання води для миття техніки John Deere

Параметри	8335R		JD 8100		S600	
	Прийнята	Проектна	Прийнята	Проектна	Прийнята	Проектна
Температура води початкова	10					
Температура води робоча, °С	65	40	65	40	65	40
Обсяг нагрітої води, л	80		120		180	
Витрата ел. енергії, кВт	6,02	3,28	9	4,92	13,54	7,38
Час нагрівання, год, год.	1,1	0,66	1,8	1	2,6	1,5
Енергоємність підігріву води, МДж	83,4	27,3	204,1	62,0	163,8	94,5
Енергоємність миючих засобів, МДж	0	235,2	0	724,8	0	453
Кількість ТО тракторів, од.	249		24		113	
Енергоємність ТО всіх тракторів	20775,9	7027,0	4898,9	2212,6	18509,4	11031,3
Різниця, МДж / %	13748,9 / 66,17		2686,3 / 45,16		7478,1 / 40,40	

Визначимо затрати електроенергії на нагрівання води.

Затрати електроенергії для всіх тракторів John Deere 8335R (249 од.):

За прийнятою технологією ТО: $Z_{\text{Втр}} = 6,02 \cdot 249 = 1498,98$ кВт.

За проєктним рішенням: $Z^{\text{ПРОЕКТ}}_{\text{Втр}} = 3,28 \cdot 249 = 816,72$ кВт.

Вартість електричної енергії складе:

- за прийнятою технологією ТО: $V_{\text{ел}} = 1498,98 \cdot 5,45 = 8169$ грн.
- за проєктним рішенням: $V^{\text{ПРОЕКТ}}_{\text{ел}} = 816,72 \cdot 5,45 = 4451$ грн.

Затрати електроенергії для всіх кормозбиральних комбайнів John Deere 8100 (24 од.):

За прийнятою технологією ТО: $Z_{\text{Втр}} = 9,0 \cdot 24 = 216$ кВт.

За проєктним рішенням: $Z^{\text{ПРОЕКТ}}_{\text{Втр}} = 4,92 \cdot 24 = 118,1$ кВт.

Вартість електричної енергії складе:

- за прийнятою технологією ТО: $V_{\text{ел}} = 216 \cdot 5,45 = 1177$ грн.
- за проєктним рішенням: $V^{\text{ПРОЕКТ}}_{\text{ел}} = 118,1 \cdot 5,45 = 644$ грн.

Затрати електроенергії для всіх зернозбиральних комбайнів John Deere S660 (113 од.):

За прийнятою технологією ТО: $Z_{\text{Втр}} = 13,54 \cdot 113 = 1530$ кВт.

За проєктним рішенням: $Z^{\text{ПРОЕКТ}}_{\text{Втр}} = 7,38 \cdot 113 = 833,9$ кВт.

Вартість електричної енергії складе:

- за прийнятою технологією ТО: $V_{\text{ел}} = 1530 \cdot 5,45 = 8338$ грн.
- за проєктним рішенням: $V^{\text{ПРОЕКТ}}_{\text{ел}} = 833,9 \cdot 5,45 = 4545$ грн.

Грошова оцінка економії енергоресурсів у вигляді електричної енергії.

$$E_{\text{ел}} = \Sigma (V_{\text{ел}} - V^{\text{ПРОЕКТ}}_{\text{ел}}) = (8169 - 4451) + (1177 - 644) + (8338 - 4545) = 8044 \text{ грн.}$$

Таким чином, економічний ефект від зміни технологічного процесу «нагрівання води» для очищення техніки складе близько 8044 грн.

5.3. Розрахунок економічної та енергетичної ефективності технологічних процесів ТО посівних комплексів John Deere 1895

За результати розрахунків, наведених у розділі 3 дипломної роботи встановлені основні значення енерговитрат, які зведемо в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Основні результати енергетичних показників технологічних процесів ТО паралелограма посівного комплексу JD 1895

Параметр	Одиниця виміру	Значення	
		мінімальне	максимальне
Затрати праці	Люд-год.	14,7	34,9
Енергоємність праці людини	МДж	637,9	1514,6
Енергоємність мастила	МДж	1682,9	3995,0
Загальна зекономлена енергоємність*	МДж	264 460	

* у розрахунку для 48 посівних комплексів

З даних, наведених в табл. 5.2 можна зробити висновок, що модернізація конструкції трибоспрядень паралелограма посівних комплексів John Deere 1895 полімерними композитами спонукатиме до зменшення енергоємності технологічних процесів ТО за рахунок повного виключення операції «Змащування». Як підсумок, виявлено, що кількість зекономленої енергії для 48 машин, які знаходяться на обслуговуванні в ТОВ «Агротек-Інвест» складе близько 264 460 МДж.

Визначимо грошовий еквівалент економічної ефективності.

Зекономлена кількість затрат праці на ТО всіх сорока восьми комплексів складе:

$$Z_{\text{ек}} = (14,7 \dots 34,9) \cdot 48 = 705,6 \dots 1675,2 \text{ люд.-год.}$$

Вартість однієї людино-години роботи сервісного інженера за даними ТОВ «Агротек-Інвест» складає 1500 грн.

Тоді економія грошових коштів у вигляді зекономлених затрат праці при обслуговуванні 48-ми посівних машин John Deere протягом року складуть:

$$E_{1895} = 1675,2 \cdot 1500 = 2\,512\,800 \text{ грн.}$$

Результати економічних розрахунків пропонованих технологічних рішень зводимо в демонстраційній частині роботи.

Висновки по розділу. Розраховано, що застосування миючих засобів при митті техніки дозволить зменшити температуру води з 60...65°C до 40°C. Це призведе до зменшення споживання електричної енергії. Тоді, економічний ефект від зміни технологічного процесу «нагрівання води» для очищення техніки складе близько 8044 грн.

Економія грошових коштів у вигляді зекономлених затрат праці при обслуговуванні 48-ми посівних машин John Deere протягом року дорівнюватиме 2 512 800 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Укрупнений аналіз технологічних процесів технічного обслуговування показав, що ТО техніки John Deere проводиться в суто регламентованій технології. При цьому, обліку і адаптації енергетичних показників під виробничі умови України немає. Особливо це стосується виробничих затрат на ТО в умовах воєнного стану за значного дефіциту енергоресурсів.

2. Наведена методика визначення енергетичних витрат на проведення технічного обслуговування техніки.

Уточнено енергетичні еквіваленти та вихідні дані для визначення енергетичної ефективності технічного обслуговування для техніки John Deere.

3. Встановлено, що вплив на технологічні процеси ТО без зміни конструкцій може забезпечити помірну економію енергоресурсів і помірне зниження енергоємності. Нами визначено, що застосування мийних засобів для техніки не вимагатиме нагрівання води до 60...65 °С, як того вимагає технологічний регламент. Це забезпечить зниження енергоємності ТО на 23 913,3 МДж, що еквівалентно енергії, накопиченій в 1992 кВт-год електрики або 453 кг дизельного пального. У грошовому еквіваленті це складе близько: через вартість електроенергії – 10856 грн., через вартість дизельного пального – 23556 грн.

Зміна ж конструкції трибоспряжень паралелограма посівних комплексів John Deere 1895 суттєво впливає на зменшення енергоємності технологічних процесів ТО за рахунок повного виключення операції «Змащування». Економія ресурсів складає в межах 14,7 ...34,9 люд.год., 35,28 ... 83,75 кг пластичного мастила на один комплекс. У розрахунку на енергетичні одиниці, економія складе близько 111398,4 ...264460 МДж.

4. Показано, що на підприємстві впроваджені міжнародні стандарти охорони праці та внутрішні стандарти компанії John Deere. Організація охорони праці, документація ведуться на високому рівні. Виявлена відсутність

документації, що стосується технічних параметрів заземлення на ділянці очищення та підготовки до технічного обслуговування техніки.

Розраховані основні параметри заземлення

- проектна кількість заземлюючих електродів – 11 штук;
- відстань між електродами, м – 0,6;
- довжина горизонтальної з'єднувальної металевий смуги, м – 34,65;
- сумарний опір ґрунту, Ом – 2,77.

5. Розраховано, що застосування миючих засобів при митті техніки дозволить зменшити температуру води з 60...65°C до 40°C. Це призведе до зменшення споживання електричної енергії. Тоді, економічний ефект від зміни технологічного процесу «нагрівання води» для очищення техніки складе близько 8044 грн.

Економія грошових коштів у вигляді зекономлених затрат праці при обслуговуванні 48-ми посівних машин John Deere протягом року дорівнюватиме 2 512 800 грн.

6. Результати дипломної роботи показали нам, що без модернізації конструкції суттєво знизити енергоємність технологічних процесів технічного обслуговування є важким завданням. А тому, найбільшого зменшення енергоємності в процесі технічного обслуговування досягаються комплексними техніко-технологічними заходами.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Кобець А.С., Ільченко В.Ю., Бутенко В.Г. та ін. Дипломне проектування з машиновикористання в рослинництві: Навчальний посібник / За ред. А.С. Кобця. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2007. – 288 с.
2. Ільченко В.Ю., Кобець А.С., Мельник В.П., Карасьов П.І., Кухаренко П.М., Ільченко А.В. Практикум з використання машин у рослинництві / Дніпропетровський держагроуніверситет. – Дніпропетровськ, 2002. – 212с.
3. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві / В.Ю. Ільченко, А.С. Лімонт та ін.; за ред. В.Ю. Ільченка. – К.: Урожай, 1993. – 288с.
4. Агротек. Офіційний сайт компанії. Режим доступу: <https://agrotek.in.ua/>. Дата останнього звернення 05.02.2023 р.
5. Технічне обслуговування тракторів John Deere 8310 / 8335R. Керівництво. John Deere, 66 с.
6. Технічне обслуговування комбайнів John Deere 8100. Керівництво. John Deere, 66 с.
7. Технічне обслуговування обприскувачів 4930/40. Керівництво. John Deere, 66 с.
8. Методичні вказівки до виконання практичних та контрольних робіт з дисципліни «Проектування механоскладальних цехів у машинобудуванні» для студентів V-VI курсів / Ю.Г. Міняйло. О.А. Семенець. – Дніпропетровськ: ДВНЗ УДХТУ, 2008. – 57 с.
9. Механізовані польові роботи. Методика розрахунку, норми виробітку та витрати пального на основний обробіток ґрунту / В.В. Вітвіцький, Н.М. Семененко, І.В. Лобастовий та ін.; За ред. В.В. Вітвіцького. – К.: УкрНДСагропром. Кн.3, 1996. – 480с.
10. Система управління охороною праці. Сумський міський портал: <https://smr.gov.ua/en/2016-03-14-08-10-17/informatsijni-materiali/informatsijni->

materiali-z-pitan-sotszakhistu/13708-cistema-upravlinnya-okhoronoyu-pratsi-suop.html . Дата останнього зверення 03.02.2023 р.

11. Беликов, А.С. Охрана труда в агропромышленном комплексе Украины [Текст]: учебное пособие / А.С. Беликов, В.В. Сафонов, С.Г. Годяев и др. – Черкассы: издатель Чабаненко Ю.А., 2014. – 646 с.

12. Пивовар П.В. Методологічні основи аналізу економічної ефективності використання машинно-тракторного парку / П.В. Пивовар // Вісн. ЖНАЕУ (економічні науки) – 2010. № 2 (27). – с. 42-51.

13. Аналіз використання машинно-тракторного парку. Економіка підприємств. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://osvita.ua/vnz/reports/econom_pidpr/22302/. Дата останнього зверення: 08.11.2020 р.

14. John Deere. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.deere.ua/uk/index.html>. Дата останнього зверення: 01.12.2019 р.

15. Деркач О.Д. До питання створення широкозахватних посівних комплексів з підвищеним ресурсом рухомих з'єднань / О.Д. Деркач, М.М. Науменко, Д.О. Макаренко [та ін.]. – Х: Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. – 2015. – №159. – С. 186-193.

16. Макаренко Д.О., Деркач О.Д., Муранов Є.С., Крутоус Д.І. Деякі властивості конструкційних пластиків, наповнених вторинним поліетиленом та їх застосування в сільськогосподарському машинобудуванні. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного [Електронний ресурс]. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. Вип. 10, том 1. DOI: doi.org/10.31388/2220-8674-2020-1

17. О.Д. Деркач, Д.О. Макаренко, Є.С. Муранов. Вплив графіту на фізико-механічні характеристики та трибологічні властивості вторинного поліетилену. Центральнoукраїнський науковий вісник. Технічні науки. Вип. 6(37), ч. 1, 9-15. [http://mapiea.kntu.kr.ua/pdf/6\(37\)_I/4.pdf](http://mapiea.kntu.kr.ua/pdf/6(37)_I/4.pdf)

18. Kobets, A., Aulin, V., Derkach, O., Makarenko, D., Hrynkiv, A., Krutous, D., Muranov, E. Design of mated parts using polymeric materials with enhanced tribo-

technical characteristics. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5/12 (107), P. 49–57. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.214547>

Додатки

Табель обладнання та оснащення поста технічного обслуговування техніки

John Deere

Обладнання	Коротка характеристика
Компресор повітряний стаціонарний	Подача 0,6 м ³ /хв. Максимальний тиск 1,2 МПа. Потужність електродвигуна 5,5 кВт. Габаритні розміри 1785×560×1300 мм. Маса 350 кг
Компресор повітряний пересувний	Подача 0,15 м ³ /хв. Максимальний тиск 1 МПа. Споживана потужність 1,5 кВт. Габаритні розміри 600×400×400 мм. Маса 75 кг
Верстат точильно-шліфувальний	Діаметр круга 160 мм. Потужність електродвигуна 0,75 кВт. Габаритні розміри 1000×370×600 мм. Маса 2,5 кг
Верстат свердлильний	Найбільший розмір свердл 10 мм. Напряга живлення 220 В. Потужність 0,42 кВт. Маса 2,5 кг
Візок для транспортування агрегатів і матеріалів	Вантажопідйомність 150 кг. Маса 80 кг. Габаритні розміри 1200×680×320 мм
Кран-балка	Вантажопідйомність 3,2 т
Комплект оснастки майстра-наладчика	Стаціонарний. Кількість обслуговуваних машин за зміну 3 - 4. Потужність 3,75 кВт. Габаритні розміри, мм: верстака 900×550×850, приставки верстака 170*750*850, шафи — 900*400*1710, мийної установки — 1000*650*1000. Маса 100 кг

Обладнання	Коротка характеристика
Установка для мащення і заправки машин	Тип стаціонарний. Кількість баків— 5. Місткість баків — 470 л. Встановлена потужність 6 кВт. Габаритні розміри 3760*750*2025 мм. Маса 120 кг
Установка для промивання системи мащення двигунів	Пересувна. Встановлена потужність електрообладнання 3,7 кВт. Габаритні розміри 2550*780*800 мм. Маса 180 кг
Установка для очистки картонних елементів повітроочисників двигунів	Стаціонарна. Продуктивність за зміну 12 шт. Температура мийної рідини 40...45 °С. Встановлена потужність 0,35 кВт. Габаритні розміри 2030 × 635 × 1250. Маса 170 кг

Скріншоти з результатами використання онлайн-калькулятора витрат на підігрів води

Підігрів 120 л води, початкова температура 10°C, робоча - 45°C.

Затрачено енергії 5,74 кВт-год.

Розрахунок витрат на нагрів води
Скільки кВт·год енергії витрачається на нагрів води

Температура входної води, °C: = 10 °C
 Температура вихідної води, °C: = 45 °C
Об'єм або маса води, що нагрівається, л або кг: = 120 літра (кг)
ККД нагрівача, %: = 85 %
Витрачено електроенергії на нагрів: **5.7469 кВт·год** (0,0049412 Гкал)

Скільки коштує розігрів води

Тариф на електроенергію, грн за кВт·год: = 5.45 грн за кВт·год
 Пощедні тарифи:
 1,68 0,92
 Вартість розігріву води: **31.32 грн.**

Скільки часу нагрівається вода

Потужність нагрівача, кВт: = 2 кВт (2000 Вт)
 Час нагріву: **2 год 52 хв 24 с** (або 2.8734 год)

Посилання на дані розрахунку:
<https://kuylik.pp.ua/j/calculator/voda.htm?l1=10&l2=45&vol=120&eff=85&power=2&price=5.45>
 Код для вставки посилання на форум [bbCode]:
 [url=https://kuylik.pp.ua/j/calculator/voda.htm?l1=10&l2=45&vol=120&eff=85&power=2&price=5.45]Розрахунок електроенергії, що витрачається на нагрів води(л/т)

ВАЖЛИВО: Народні "Слуги народу" пропонують кабінету скасувати заборону на вміст жінок-депутаток

Підігрів 80 л води, початкова температура 10°C, робоча - 60°C.

Затрачено енергії 5,47 кВт-год.

Розрахунок витрат на нагрів води
Скільки кВт·год енергії витрачається на нагрів води

Температура *початкової води*, °C: = 10 °C
Температура *радіаторів води*, °C: = 60 °C
Об'єм або маса води, що нагрівається, л або кг: = 80 літрів (л)
ККД нагрівника, %: = 85 %
Витрати електроенергії на нагрів: **5.4732 кВт·год** (0,0047069 Гкал)

Скільки коштує розігрів води

Тариф на електроенергію, грн за кВт·год: = 5.45 грн за кВт·год
Пощерні тарифи:
1.68 0.92
Вартість розігріву води: **29.83 грн.**

Скільки часу нагрівається вода

Потужність нагрівача, кВт: = 2 кВт (2000 Вт)
Час нагріву: **2 год 44 хв 11 с** (або 2.7366 год)

Посилання на дані розрахунок:
<https://kurylok.dp.ua/joomla/voda.htm?1=10&2=60&vol=80&eff=85&power=2&price=5.45>
Код для вставки посилання на форум (bbCode):
[url=https://kurylok.dp.ua/joomla/voda.htm?1=10&2=60&vol=80&eff=85&power=2&price=5.45]Розрахунок електроенергії, що витрачається на нагрів води[/url]

ВАЖЛИВО: США не надаватимуть Україні винищувачі F-16 – Байден

Підігрів 80 л води, початкова температура 10°C, робоча - 40°C.

Затрачено енергії 3,28 кВт·год.

Розрахунок витрат на нагрів води
Скільки кВт·год енергії витрачається на нагрів води

Температура *початкової води*, °C: = 10 °C
Температура *радіаторів води*, °C: = 40 °C
Об'єм або маса води, що нагрівається, л або кг: = 180 літрів (л)
ККД нагрівника, %: = 85 %
Витрати електроенергії на нагрів: **3.2839 кВт·год** (0,0028235 Гкал)

Скільки коштує розігрів води

Тариф на електроенергію, грн за кВт·год: = 5.45 грн за кВт·год
Пощерні тарифи:
1.68 0.92
Вартість розігріву води: **17.9 грн.**

Скільки часу нагрівається вода

Потужність нагрівача, кВт: = 2 кВт (2000 Вт)
Час нагріву: **1 год 38 хв 31 с** (або 1.642 год)

Посилання на дані розрахунок:
<https://kurylok.dp.ua/joomla/voda.htm?1=10&2=40&vol=180&eff=85&power=2&price=5.45>
Код для вставки посилання на форум (bbCode):
[url=https://kurylok.dp.ua/joomla/voda.htm?1=10&2=40&vol=180&eff=85&power=2&price=5.45]Розрахунок електроенергії, що витрачається на нагрів води[/url]

ВАЖЛИВО: Війна в Ірані: МЗС України нагадало перську народну мудрість

Підігрів 180 л води, початкова температура 10°C, робоча - 65°C.

Затрачено енергії 13,54 кВт·год.

Розрахунок витрат на нагрів води
Скільки кВт·год енергії витрачається на нагрів води

Температура початкової води, °C: = 10 °C
Температура радічної води, °C: = 65 °C
Об'єм або маса води, що нагрівається, л або кг: = 180 літрів (л)
ККД нагрівача, %: = 85 %
Витрата електроенергії на нагрів: **13.546 кВт·год** (0,011647 Гкал)

Скільки коштує розігрів води

Тариф на електроенергію, грн за кВт·год: = 5,45 грн за кВт·год
Позашерні тарифи:
1,68 0,92
Вартість розігріву води: **73,83 грн.**

Скільки часу нагрівається вода

Потужність нагрівача, кВт: = 5 кВт (5000 Вт)
Час нагріву: **2 год 42 хв 33 с** (або 2,7092 год)

Посилання на дані розрахунок:

<https://kurylok.pp.ua/j/calculator/voda.php?l=10&t=65&vol=180&eff=85&power=5&price=5.45>
код для вставки посилання на форум (bbCode):
[url=https://kurylok.pp.ua/j/calculator/voda.php?l=10&t=65&vol=180&eff=85&power=5&price=5.45]Розрахунок електроенергії, що витрачається на нагрів води[/url]

Підігрів 120 л води, початкова температура 10°C, робоча - 60°C.
Затрачено енергії 6,97 кВт·год.

Розрахунок витрат на нагрів води
Скільки кВт·год енергії витрачається на нагрів води

Температура початкової води, °C: = 10 °C
Температура радічної води, °C: = 60 °C
Об'єм або маса води, що нагрівається, л або кг: = 120 літрів (л)
ККД нагрівача, %: = 100 %
Витрата електроенергії на нагрів: **6.9783 кВт·год** (0,006 Гкал)

Скільки коштує розігрів води

Тариф на електроенергію, грн за кВт·год: = 1,68 грн за кВт·год
Позашерні тарифи:
1,68 0,92
Вартість розігріву води: **11,72 грн.**

Скільки часу нагрівається вода

Потужність нагрівача, кВт: = 2 кВт (2000 Вт)
Час нагріву: **3 год 29 хв 21 с** (або 3,4892 год)

Посилання на дані розрахунок:

ВАЖЛИВО: США не надаватимуть Україні винищувачі F-16 – Балден

Підігрів 120 л води, початкова температура 10°C, робоча - 45°C.

Затрачено енергії 4,88 кВт-год.

The screenshot shows a web browser window with the URL `kyryk.pp.ua/j/obc/voda.php`. The page title is "Розрахунок витрат на нагрів води" (Calculation of expenses for water heating). The main heading is "Скільки кВт·год енергії витрачається на нагрів води" (How many kWh of energy is spent on heating water). The input fields are: "Температура холодної води, °C" (Cold water temperature, °C) set to 10, "Температура гарячої води, °C" (Hot water temperature, °C) set to 45, "Об'єм або маса води, що нагрівається, л або кг" (Volume or mass of water being heated, l or kg) set to 120, and "ККД нагрівника, %" (Heater efficiency, %) set to 100. The calculated energy consumption is 4.8846 kWh/year (0.0042 Gcal/year). Below this, the cost calculation section shows a tariff of 1.68 UAH/kWh, resulting in a total cost of 8.21 UAH. The heating time section shows a power of 2 kW and a heating time of 2 hours 26 minutes 32 seconds (2.4424 hours). A red banner at the bottom reads "ВАЖЛИВО: У Мелітополі вибухли майже тисячу людей з початку окупації – мер".

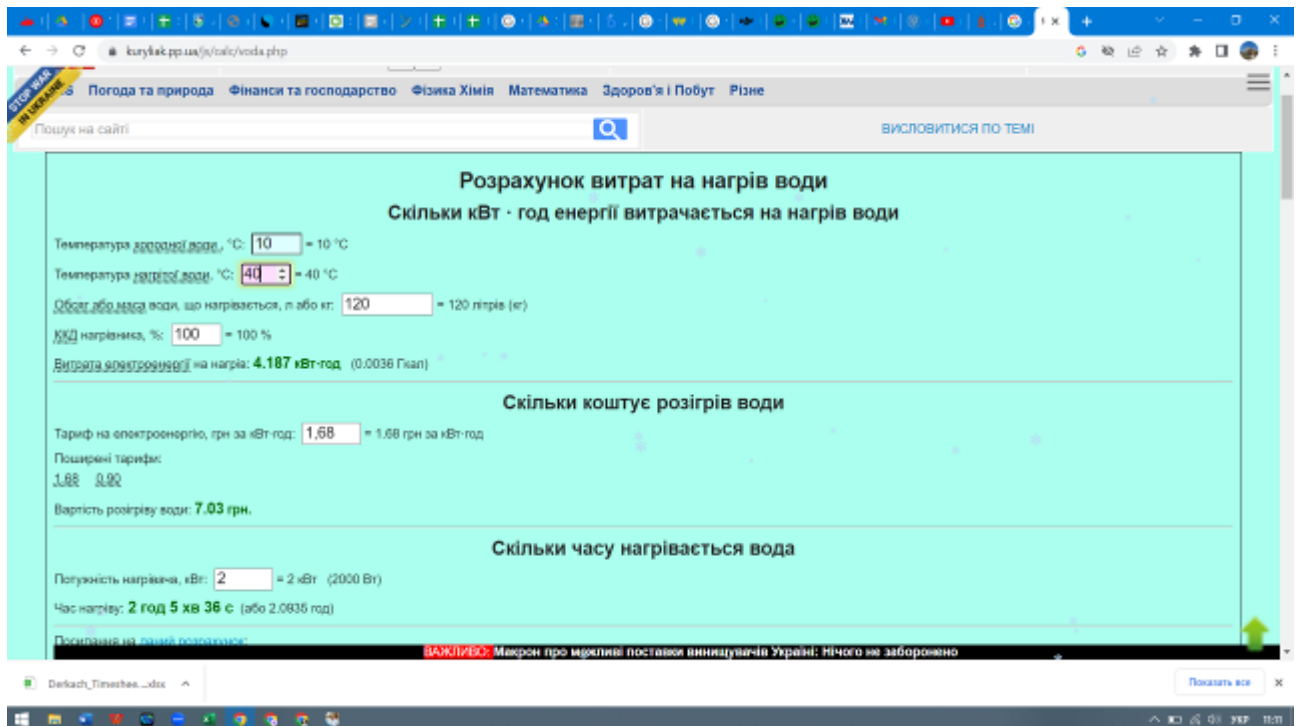
Підігрів 120 л води, початкова температура 10°C, робоча - 50°C.

Затрачено енергії 5,58 кВт-год.

The screenshot shows the same web browser window with the URL `kyryk.pp.ua/j/obc/voda.php`. The page title is "Розрахунок витрат на нагрів води" (Calculation of expenses for water heating). The main heading is "Скільки кВт·год енергії витрачається на нагрів води" (How many kWh of energy is spent on heating water). The input fields are: "Температура холодної води, °C" (Cold water temperature, °C) set to 10, "Температура гарячої води, °C" (Hot water temperature, °C) set to 50, "Об'єм або маса води, що нагрівається, л або кг" (Volume or mass of water being heated, l or kg) set to 120, and "ККД нагрівника, %" (Heater efficiency, %) set to 100. The calculated energy consumption is 5.5827 kWh/year (0.0048 Gcal/year). Below this, the cost calculation section shows a tariff of 1.68 UAH/kWh, resulting in a total cost of 9.38 UAH. The heating time section shows a power of 2 kW and a heating time of 2 hours 47 minutes 28 seconds (2.7913 hours). A red banner at the bottom reads "ВАЖЛИВО: Народили звутилися автомобілі ценою майже на \$1,3 млн з 24 лютого – Вілус.Іфо".

Підігрів 120 л води, початкова температура 10°C, робоча - 40°C.

Затрачено енергії 4,18 кВт-год.



ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО -ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет
Кафедра експлуатації машиннотракторного парку

ОБґРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТЕХНІКОЮ JOHN DEERE ЗА КРИТЕРІЄМ ЕНЕРГОЄМНОСТІ

Виконав студент 2 курсу, гр. МгМз-1-21
Олександр БОНДАРЕНКО

Керівник к.т.н., PhD, доцент
Олексій ДЕРКАЧ

Метою роботи є виявлення закономірності величини енергоємності технологічних процесів технічного обслуговування техніки John Deere.

Для досягнення мети необхідно виконати наступні завдання:

- дати аналіз системи технічного обслуговування техніки John Deere та виявити найбільш енергоємні технологічні процеси;
 - визначити енергоємність технічного обслуговування деяких моделей техніки John Deere;
 - на основі отриманих результатів розробити заходи модернізації технологічних процесів ТО;
 - навести заходи з охорони праці при проведенні ТО;
- навести економічне обґрунтування роботи

2 |



МАТЕРІАЛИ			Напрацювання мото-год.		
Найменування	Каталожний номер (марка)	Об'єм, кількість	перші 100	350	600
Моторна олива 7250	TORQ-GARD	28 л	x	x	x
Масляний фільтр двигуна	RE509672	1	x	x	x
Фільтр гідравлічної системи	AL112936	1	x		x
Гідростатика	AZ101001	1	x		x
Фільтр IVLOC	AZ62405	1	x		x
Фільтр IVLOC	AZ64238	1	x		x
Паливний фільтр	RE525523	1	x	x	x
Змащування комбайна	TY6345	17	x	x	x
Повітряний фільтр грубої очистки двигуна	AZ45868	1			
Повітряний фільтр тонкої очистки двигуна	AZ45867	1			
Повітряний фільтр кабіни	AH115833	1			x
Повітряний рециркуляційний фільтр кабіни	H220870	1			x
Заміна оливи трансмісії Pro Drive	HY-GARD	15 л	x		
Заміна оливи трансмісії 3-х швидкісної	EXTREME-GARD	8 л	x		
Заміна масла в диференціалі ведучого заднього мосту	EXTREME-GARD	20 л	x		
Заміна масла в редукторі заднього мосту	EXTREME-GARD	2 л	x		
Заміна оливи в кінцевих передачах	EXTREME-GARD	18 л	x		
Заміна демфера коліщастого вала	RE520465	1			
	RE57604	1			
Трудомісткість обслуговування			5,0	3,5	3,5

ВИХІДНІ ДАНІ

В алгоритм розрахунків ми увели формули для визначення величини витрат енергії на використання обладнання для технічного обслуговування. Цей параметр обчислюється із залежності:

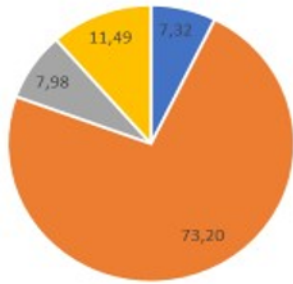
$$E_{об} = \sum_{i=1}^n \left[\frac{M_{об} \alpha_{еоб} (A_1 + A_2) t_{об}}{100 T_n} \right],$$

де $M_{об}$ – маса обладнання, кг;
 $\alpha_{еоб}$ – енергетичний еквівалент обладнання МДж/кг;
 $t_{об}$ – тривалість роботи обладнання, год;
 n – кількість машин.



РОЗРАХУНКОВО -ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

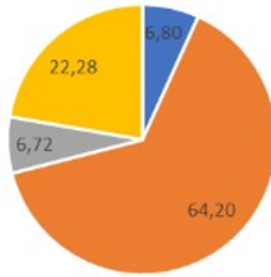
Баланс енергоємності, %



■ електроенергія ■ пмм ■ праця людини ■ інші ■

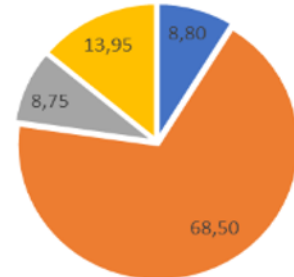
Баланс енергетичних витрат в структурі енергоємності ТО кормозбирального комбайна John Deere 8100.

Баланс енергоємності, %



Баланс енергетичних витрат в структурі енергоємності ТО трактора John Deere 8335R

Баланс енергоємності, %



Баланс енергетичних витрат в структурі енергоємності ТО зернозбирального комбайна John Deere S660

Зростання долі енерговитрат при ТО на працю людини, пов'язано зі складністю конструкції комбайнів та особливостями обслуговування та регулювань. Загальний відсоток по оптимізації технологічних процесів ТО складає в межах енергозатратна електроенергія та «інших витрат» - в межах до 29 %.

4 |



Енергоємність технологічного процесу підігрівання води для миття кормозбиральних комбайнів 8100 та тракторів типу 8335R

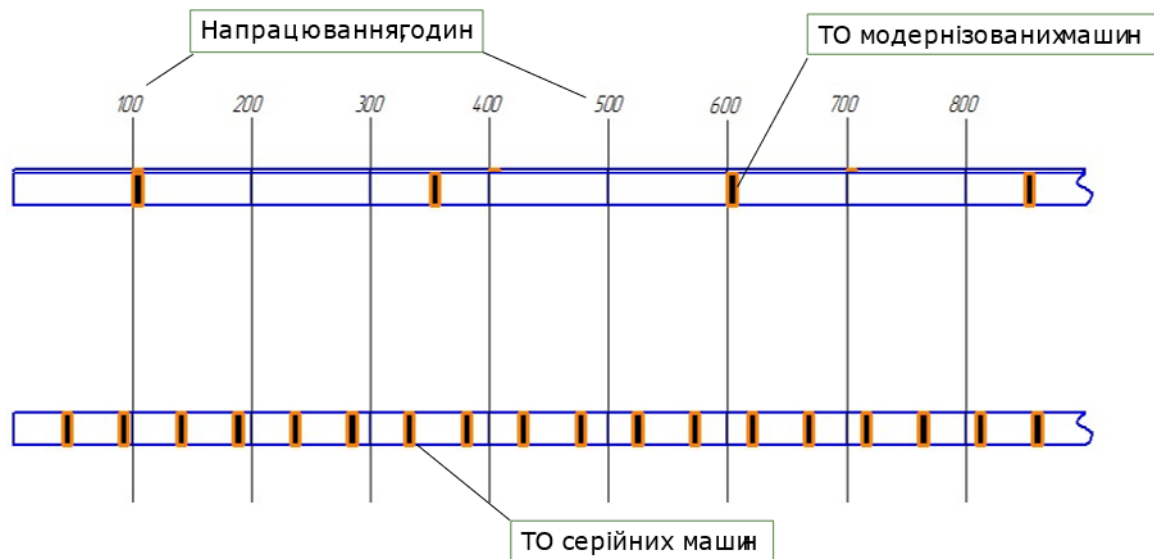
Параметри	Комбайни 8100		Трактори 8335 R	
	Прийнята	Проектна	Прийнята	Проектна
Температура води початкова	10	10	10	10
Температура води робоча	65	40	65	40
Обсяг нагрітої води	80	80	120	120
Виграта ел. енергії, кВт	6,02	3,28	9	4,92
Час нагрівання, год	1,1	0,66	1,8	1
Енергоємність підігріву води, МДж	83,4	27,3	204,1	62,0
Енергоємність миючих засоб	0	235,2	0	724,8
Кількість ТО тракторів	249	249	24	24
Енергоємність ТО всіх тракторів	20775,9	7027,0	4898,9	2212,6
Різниця, МДж / %	13748,9 / 66,17		2686,3 / 45,16	

Заборона John Deere на зміну регламенту ТО та матеріалів, не дала нам суттєвого результату зниження енергоємності технологічних процесів ТО

5 |



Енергоємність технологічного процесу ТО можна знизити шляхом впровадження нових матеріалів у конструкції с-г. техніки, наприклад посівних машин John Deere 1890 / 95

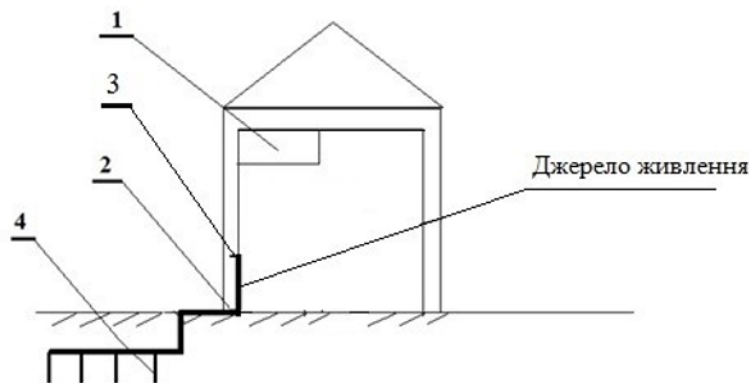


Економія ресурсів складає в межах 14,7 ... 34,9 люд.-год, 35,28 ... 83,75 кг пластичного мастила на один комплекс. У розрахунку на енергетичні одиниці, економія складе близько **1113984 ... 264460 МДж**.

6 |



ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДВЗИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ



Проектна схема захисного заземлення дільниці очищення техніки від бруду і підготовки до ТО:
 1 – бак (показано умовно),
 2 – горизонтальний заземлювач;
 3 – напруга;
 4 – вертикальні заземлювачі з одинадцятьма електродами.

Розраховані основні параметри заземлення

- проектна кількість заземлюючих електродів – 11 штук;
- відстань між електродами, м – 0,6;
- довжина горизонтальної з'єднувальної металевої смуги, м – 34,65;
- сумарний опір ґрунту, Ом – 2,77.

7 |



ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РОБОТИ

Параметри	8335R		JD 8100		S600	
	Прийнята	Проектна	Прийнята	Проектна	Прийнята	Проектна
Температура води початкова	10					
Температура води робоча, °C	65	40	65	40	65	40
Обсяг нагрітої води, л	80		120		180	
Витрата ел. енергії, кВт	6,02	3,28	9	4,92	13,54	7,38
Час нагрівання, год, год.	1,1	0,66	1,8	1	2,6	1,5
Енергоємність підігріву води, МДж	83,4	27,3	204,1	62,0	163,8	94,5
Енергоємність миючих засобів, МДж	0	235,2	0	724,8	0	453
Кількість ТО тракторів, од.	249		24		113	
Енергоємність ТО всіх тракторів	20775,9	7027,0	4898,9	2212,6	18509,4	11031,3
Різниця, МДж / %	13748,9 / 66,17		2686,3 / 45,16		7478,1 / 40,40	

Економічний ефект від коригування технологічного процесу для очищення техніки складе близько 8044 грн.

Економія на оплаті праці сервісного інженера – 1737000 грн.

За рахунок чого?
За рахунок скорочення терміну перебування машини в ТО, відповідно, зменшенні затрат праці.

(Вартість однієї години роботи сервісного механіка – 1500 грн.

8 |



ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РОБОТИ

Параметр	Одиниця виміру	Значення	
		мінімальне	максимальне
Затрати праці	Люд-год.	14,7	34,9
Енергоємність праці людини	МДж	637,9	1514,6
Енергоємність мастила	МДж	1682,9	3995,0
Загальна зекономлена енергоємність*	МДж	264 460	

Розраховано, що застосування миючих засобів при митті техніки дозволить зменшити температуру води з 60...65°C до 40°C. Це призведе до зменшення споживання електричної енергії. Тоді, економічний ефект від зміни технологічного процесу «нагрівання води» для очищення техніки складе близько 8044 грн. без урахування економії на оплаті праці сервісних фахівців.

Економія грошових коштів у вигляді зекономлених затрат праці при обслуговуванні 48-ми посівних машин John Deere протягом року дорівнюватиме 2 512 800 грн.

9 |



ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Укрупнений аналіз технологічних процесів технічного обслуговування показав, що ТО техніки John Deere проводиться в суто регламентованій технології. При цьому, обліку і адаптації енергетичних показників під виробничі умови України немає. Особливо це стосується виробничих затрат на ТО в умовах воєнного стану за значного дефіциту енергоресурсів.
 2. Наведена методика визначення енергетичних витрат на проведення технічного обслуговування техніки. Уточнено енергетичні еквіваленти та вихідні дані для визначення енергетичної ефективності технічного обслуговування для техніки John Deere.
 3. Встановлено, що вплив на технологічні процеси ТО без зміни конструкції може забезпечити помірну економію енергоресурсів і помірне зниження енергоємності. Нами визначено, що застосування мийних засобів для техніки не вимагатиме нагрівання води до 60...65°C, як того вимагає технологічний регламент. Це забезпечить зниження енергоємності ТО на 23 913,3 МДж, що еквівалентно енергії, накопиченій в 1992 кВт-год електрики або 453 кг дизельного пального. У грошовому еквіваленті це складе близько: через вартість електроенергії – 10856 грн, через вартість дизельного пального – 23556 грн.
- Зміна ж конструкції трибоспрязьє паралелограма посівних комплексів John Deere 1895 суттєво впливає на зменшення енергоємності технологічних процесів ТО за рахунок повного виключення операції «Змащування». Економія ресурсів складає в межах 14,7 ...34,9 люд.-год, 35,28 ... 83,75 кг пластичного мастила на один комплекс. У розрахунку на енергетичні одиниці, економія складе близько 1113984 ...264460 МДж.
4. Показано, що на підприємстві впроваджені міжнародні стандарти охорони праці та внутрішні стандарти компанії John Deere. Організація охорони праці, документація ведуться на високому рівні. Виявлена відсутність документації, що стосується технічних параметрів заземлення на ділянці очищення та підготовки до технічного обслуговування техніки.
- Розраховані основні параметри заземлення
- проектна кількість заземлюючих електродів – 11 штук;
 - відстань між електродами, м – 0,6;
 - довжина горизонтальної'єднувальної металевий смуги, м – 34,65;
 - сумарний опір ґрунту, Ом – 2,77.
5. Розраховано, що застосування мийних засобів при митті техніки дозволить зменшити температуру води з 60...65°C до 40°C. Це призведе до зменшення споживання електричної енергії. Тоді, економічний ефект від зміни технологічного процесу «нагрівання води» для очищення техніки складе близько 8044 грн.
- Економія грошових коштів у вигляді зекономлених затрат праці при обслуговуванні 48-ми посівних машин John Deere протягом року дорівнюватиме 2 512 800 грн.
6. Результати дипломної роботи показали нам, що без модернізації конструкції суттєво знизити енергоємність технологічних процесів технічного обслуговування є важким завданням. А тому, найбільшого зменшення енергоємності в процесі технічного обслуговування досягаються комплексними техніко-технологічними заходами.