

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Факультет конструювання і дизайну
Кафедра надійності техніки

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
надійності техніки
(назва кафедри)

к.т.н., доц. _____ А.В. Новицький
(підпис) (ПІБ)
« _____ » _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА
на тему «Оцінка технічного стану та розробка технологічного процесу механізмів екскаваторів DOOSAN»

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

Гарант освітньої програми

_____ Новицький А.В.
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

Керівники дипломного проєкту магістра

_____ Новицький А.В.
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

Виконав

_____ Ільїн І.Г.
(підпис) (ПІБ)

Форма № Н-9.01

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет конструювання та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
надійності техніки

к.т.н., доц. Новицький А.В.
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)
“ ” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

(на виконання кваліфікаційної роботи бакалавра студенту)

Ільїну Іллі Геннадійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 133 - «Галузеве машинобудування»

(код і назва)

Тема випускної кваліфікаційної магістерської роботи «Оцінка технічного стану та розробка технологічного процесу механізмів екскаваторів DOOSAN»

затверджена наказом ректора НУБіП України №2401«С» від 29.12. 2023 р.

Термін подання завершеної роботи на кафедру 15 листопада 2024р.

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до кваліфікаційної магістерської роботи. 1. Загальна характеристика гусеничних екскаваторів 2. Технічні характеристики екскаваторів закордонного виробництва. 3. Каталоги ремонтно-технологічного обладнання. 3. Типові норми часу на ремонт екскаваторів.

Перелік питань, які потрібно розробити:

1. Дослідження експлуатаційної надійності механізмів екскаваторів DOOSAN

2. Технологічний процес ремонту механізмів екскаваторів екскаваторів.

Перелік графічних документів (за потреби) Перелік графічного матеріалу (за потреби) 1. Тема МР, предмет, об'єкт і методи дослідження. 2. Мета і задачі досліджень 3. Аналіз гусеничних екскаваторів. 4. Схеми механізмів, що лімітують надійність екскаватора. 5. Маршрутна карта відновлення зуба ковша. 6. Чинники, забезпечення ефективності функціонування екскаватора. 7. Програма і методика експериментальних досліджень. 8. Показники надійності екскаваторів. 9. Висновки.

Дата видачі завдання “ 19 ” жовтня 2023 р.

Керівник дипломного проекту бакалавра Новицький А.В.

(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання Ільїн І.Г.

(підпис) (прізвище та ініціали студента)

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

КР – капітальний ремонт;

СР - середній ремонт;

СТО – сезонне технічне обслуговування;

ТОЗ – технічне обслуговування при зберіганні;

ТО – технічне обслуговування;

РОР – ремонтно-обслуговуючі роботи;

ПР – поточний ремонт;

ГС – гідравлічна система

МС – механічна система

ЕС – електрична система

ДВЗ – двигун внутрішнього згорання

СЗ – система змащення

ОР – очікування ремонту

ЗП – зовнішні причини

ЗМІСТ

Вступ

1. ВИХІДНІ ДАННІ ДЛЯ ДОСЛІДЖУВАННЯ

- 1.1 Аналіз існуючих конструкцій екскаватора
- 1.2. Аналіз умов та режимів експлуатації
 - 1.2.1. Умови експлуатації екскаваторної техніки
 - 1.2.2. Режими експлуатації екскаваторної техніки
 - 1.2.3. Застосування техніки екскаваторної техніки
 - 1.2.4. Рейтинг гусеничних екскаваторів
- 1.3. Різноманітність екскаваторної техніки
- 1.4. Завдання магістерської дослідницької роботи

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

- 2.1.1. Аналіз характерних відмов механізмів екскаватора
- 2.1.2. Системи технічного обслуговування і ремонту екскаваторів
- 2.2. Технологія ремонту систем екскаватора
 - 2.2.1. Структурний аналіз надійності ковша екскаваторів і навісного обладнання
 - 2.2.2. Маршрут відновлення деталей ковша. Маршрутні та операційні карти
 - 2.2.3. Технологія ремонту підтримуючих катків та натяжних роликів екскаваторів
 - 2.2.4. Технологія заміни ущільнювального кільця ковша екскаватора
- 2.3. Процедури регулювання положення ковша екскаватора прокладками
- 2.4. Технологічний процес ремонту екскаватора
- 2.5. Особливості обслуговування систем екскаватора: мащення, паливної, охолодження, роботи з оливою, мастилом, охолоджуючою рідиною, фільтри, консистентна змазка
- 2.6. Особливості та періодичність обслуговування екскаватора
- 2.7. Обслуговування різьбових з'єднань
- 2.8. Розрахунок обсягів з ТО і ремонту екскаваторів

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Цілі та завдання експериментальних досліджень

3.2. Методика проведення експериментальних досліджень

3.2.1. Загальна методика дослідження

3.2.2. Планування експерименту

3.2.3. Джерела даних

3.2.4 Процедури аналізу

4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ

4.1. Оцінка напрацювання екскаваторів перспективного модельного ряду в реальних умовах експлуатації

4.2. Оцінка показників експлуатаційної надійності екскаваторів

4.3. Структура непланових простоїв парку екскаваторів

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Загальні вимоги техніки безпеки

5.2. Техніка безпеки при виконанні ремонтних робіт

5.3. Техніка безпеки в аварійних ситуаціях

Висновки

Перелік літературних джерел

Додатки

ВСТУП

Технічне обслуговування і ремонт екскаваторів DOOSAN відіграють ключову роль у забезпеченні ефективності та працездатності підприємств будівельної та землерийної галузей. Надійність цих машин безпосередньо впливає на продуктивність і економічні показники підприємства. В умовах сучасних вимог до будівельної техніки необхідно підтримувати високий рівень надійності та технічного стану екскаваторів DOOSAN для забезпечення конкурентоспроможності на ринку. Несвоєчасне або неякісне обслуговування може призвести до значних фінансових втрат, простоїв обладнання та збільшення експлуатаційних витрат. У зв'язку з цим аналіз методів оцінки технічного стану екскаваторів та їхній вплив на надійність і ефективність роботи стає особливо актуальним.

Ефективність будівельних і землерийних проєктів багато в чому залежить від технічного стану екскаваторів, що використовуються, які виконують завдання з копання, навантаження і транспортування матеріалів. Екскаватори DOOSAN є невід'ємною частиною таких робіт, і їхні несправності або поломки можуть викликати затримки у виробництві, збільшення витрат і додаткові витрати на обслуговування. Сучасний ринок висуває високі вимоги до надійності, економічності та продуктивності техніки, що робить оцінку технічного стану та підвищення надійності цих машин особливо важливими.

Метою даної роботи є розробка ефективних методів оцінки технічного стану екскаваторів DOOSAN і створення технологічного процесу, спрямованого на підвищення їхньої надійності та ефективності експлуатації. Дослідження охоплює аналіз технічних характеристик екскаваторів, виявлення причин поломок і формулювання рекомендацій щодо оптимізації процесів ремонту та обслуговування.

Об'єктом дослідження є екскаватори DOOSAN, що застосовуються в будівельній і землерийній сфері. Ці машини мають складну конструкцію і

працюють у важких умовах, що вимагає регулярного технічного обслуговування для забезпечення безперебійної роботи.

Предметом дослідження є процеси оцінки технічного стану екскаваторів і методи забезпечення їхньої надійності. Особлива увага приділяється аналізу відмов, оцінці стану вузлів і деталей, а також розробленню заходів щодо підвищення надійності обладнання.

Завданнями дослідження є аналіз технічного стану екскаваторів DOOSAN, виявлення причин їхніх несправностей і розробка рекомендацій щодо підвищення надійності. У дослідженні розглядаються сучасні підходи до ремонту екскаваторів, оцінка їхньої ефективності та можливі шляхи оптимізації обслуговування.

Методи дослідження включають систематичний аналіз технічного стану, вивчення статистичних даних щодо відмов, проведення технічних оглядів та аналіз технічної документації. Застосовуються методи порівняльного аналізу, моделювання та експериментальної перевірки стану вузлів і деталей.

Практична значущість роботи полягає в розробленні методик оцінки технічного стану екскаваторів DOOSAN і рекомендаціях щодо підвищення їх надійності. Це дасть змогу оптимізувати виробничі процеси, знизити витрати на ремонт і обслуговування, а також зменшити частоту відмов техніки.

Теоретична значущість роботи полягає в розвитку методів оцінки технічного стану та надійності екскаваторів. Результати дослідження доповнюють наукову базу з діагностики та обслуговування машин і сприяють удосконаленню підходів до їх ремонту та експлуатації.

РОЗДІЛ 1. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Аналіз існуючих конструкцій екскаватора

Екскаватори є невід'ємною частиною будівельної і дорожньої техніки та використовуються в різних галузях, таких як гірнична, металургійна, лісова та сільськогосподарська промисловості. Незважаючи на різноманітність використання, конструкція екскаваторів залишається майже незмінною з часів їх винаходу.

Аналіз існуючих конструкцій екскаваторів є важливим етапом у проектуванні нового пристрою. Цей аналіз дає змогу зрозуміти, як працює екскаватор, які частини і механізми необхідні для його роботи, а також виявити можливості для поліпшення конструкції.

Одна з найбільш поширених конструкцій екскаваторів є поворотна платформа, яка встановлена на гусеничному ході. На цій платформі зазвичай розміщені кабіна оператора, гідравлічна система та ковш. Кабіна оператора має важливе значення для безпечної експлуатації екскаватора, тому вона повинна бути забезпечена всіма необхідними пристроями для комфортної та безпечної роботи.

Гідравлічна система екскаватора складається з насосів, гідроциліндрів, клапанів та трубопроводів. Гідравлічна система відповідає за керування ковшем та рухом поворотної платформи. Важливою характеристикою гідравлічної системи є її продуктивність та ефективність, оскільки це безпосередньо впливає на продуктивність роботи екскаватора.

Ківш є однією з найбільш важливих частин екскаватора, оскільки він відповідає за збирання та пересування матеріалів. Ківш може мати різну форму та розмір, залежно від призначення екскаватора та виду робіт, які він виконує. Наприклад, для роботи в гірничій промисловості використовуються ковші

великою ємністю та здатністю до розчинення порід, а для робіт на будівельних майданчиках використовуються ковші меншого розміру та здатністю до точного видалення матеріалів.

Однією з важливих характеристик ковша є його вага, оскільки це безпосередньо впливає на продуктивність роботи екскаватора та його стійкість. Тому важливо забезпечити оптимальний баланс між вагою ковша та його ємністю та здатністю до роботи з різними матеріалами.

Окрім цього, важливим елементом конструкції екскаватора є гусеничний хід, який забезпечує його рух. Гусеничний хід може мати різні конструкції та розміри, залежно від призначення екскаватора та умов роботи. Важливо забезпечити надійний та ефективний гусеничний хід, оскільки це впливає на здатність екскаватора до руху та маневрування на різних типах ґрунту.

Отже, аналіз існуючих конструкцій екскаваторів дозволяє зрозуміти їх принцип роботи та виявити можливості для поліпшення конструкції. Враховуючи ці фактори, можна розробити оптимальну конструкцію екскаватора, яка забезпечить високу продуктивність та ефективність роботи, також безпеку для оператора та навколишнього середовища.

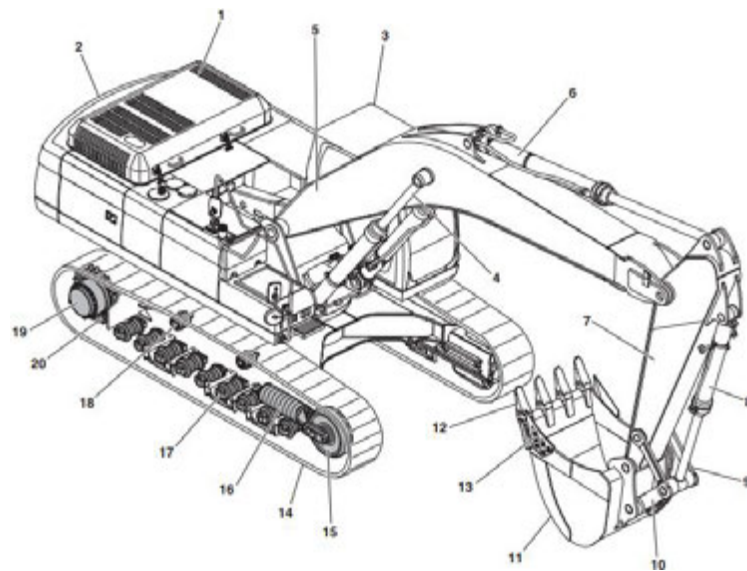


Рис. 1.1. Загальна будова екскаватора:

1 – капот; 2 – противага; 3 – кабіна; 4- циліндр стріли; 5 – стріла; 6 – циліндр рукоятки; 7 – рукоятка; 8 – циліндр ковша; 9 – ведуча ланка; 10 – куліса; 11 – ківш; 12 – головка зуба; 13 – бокова ріжуча кромка; 14 –

гусеничний ланцюг; 15 – направляюче колесо; 16 – регулятор натягу гусениці; 17 – опорний каток; 18 – верхній ролик; 19 – ходовий двигун; 20 – ведуче колесо.

Крім того, важливим елементом екскаватора є система керування, яка дозволяє оператору керувати рухом ковша та гусеничного ходу. Система керування може мати різні конфігурації та вимоги до оператора. Важливо забезпечити надійну та просту в користуванні систему керування, щоб забезпечити безпеку для оператора та ефективну роботу екскаватора.

Також, важливими факторами для проектування екскаватора є енергоефективність та екологічність. Енергоефективність відображає економію палива та електроенергії, яка забезпечує менші витрати на експлуатацію та зменшення викидів шкідливих речовин. Екологічність відображає вплив екскаватора на довкілля та можливість його екологічної збірки та утилізації.

Таблиця 1.1

Технічні характеристики компонентів екскаватора

Компонент		Технічна характеристика		
		Метричні одиниці		
Ємність ковша	CASE		1.3 м ³	
	SAE(PCSA)		1.49 м ³	
Експлуатаційна вага			35.6 метр. тон	
Двигун	Модель		DX12TI	
	Тип		4-тактний, АТА, проміжний охолоджувач, рядний	
	Номінальна потужність (повна)		195 кВт при 1800 об/хв	
	Номінальна потужність (віддана)		183 кВт при 1800 об/хв	
	Максимальний крутний момент		113 кг м при 1400 об/хв	
	Ємність паливного баку		545 л	
Гідравлічний насос	Тип		Паралельно з'єднаний, поршневий, з похилим блоком циліндрів	
	Тиск на виході		350 кг/см ²	
	Максимальна величина викиду		2 × 274 л/хв	
	Об'єм оливи гідросистеми	Рівень в баці		206 л
		Повний		324 л
Система		465 л		
	Об'єм виемки ґрунту(SAE)	Ківш (станд.)	21.4/*22.5 метр. тон	

Експлуатаційні характеристики		Рукоятка (станд.)	16.9/*17.8 метр. тон
	Об'єм виємки ґрунту(ISO)	Ківш (станд.)	22.7/*23.9 метр. тон
		Рукоятка (станд.)	17.6/*18.5 метр. тон
	Швидкість повороту		8.9 об/хв
	Швидкість руху	Висока швидкість	4.7 км/год
		Низька швидкість	3.1 км/год
	Тягове зусилля	Висока швидкість	15.1 метр. тон
		Низька швидкість	27.0 метр. тон
	Подоланий ухил		35 °(уклон 70%)
	Тиск на ґрунт		0.68 кг/см ²
Дорожній просвіт	480 мм		
Ширина траків гусениці	600 мм		
К-сть верхніх роликів	2 на одну сторону		
К-сть нижніх роликів	9 на одну сторону		

Узагальнюючи, аналіз існуючих конструкцій екскаваторів дозволяє зрозуміти основні принципи їх роботи та виявити можливості для поліпшення конструкції. Важливими елементами конструкції є ковш, гусеничний хід та система керування, які потребують уваги при проектуванні нових екскаваторів. Енергоефективність та екологічність є важливими факторами для забезпечення ефективної та екологічно безпечної роботи екскаватора.

1.2. Аналіз умов та режимів експлуатації

1.2.1 Умови експлуатації екскаваторної техніки

Умови експлуатації екскаваторів є ключовими для їхньої ефективності, довговічності та безпеки під час роботи. Екскаватори часто працюють у складних і мінливих умовах, які можуть впливати як на саму машину, так і на оператора.

Таблиця 1.2

Інструкція початкового припрацювання

Години	Навантаження
Протягом перших 50-ти годин роботи	Підтримуйте навантаження біля 80% повного

	завантаження
Після перших 50-ти годин роботи	Повне навантаження

Фактори навколишнього середовища: Екстремально високі або низькі температури можуть негативно впливати на роботу гідравлічних систем, двигунів та електронних компонентів. Волога і вогкість підвищують ризик корозії та електричних несправностей. Пилові або забруднені умови вимагають додаткової фільтрації та регулярного очищення для зниження зносу.

Рельєф і стан ґрунту: Різні типи ґрунту - пісок, бруд, скелі або замерзлий ґрунт - висувають різні вимоги до екскаваторної техніки. Стабільність основи впливає на стійкість машини і може підвищити ризик перекидання. Круті схили або нерівний рельєф вимагають особливої обережності і, можливо, спеціального обладнання або налаштувань.

Робоче навантаження і час експлуатації: Тривале або інтенсивне використання може призвести до перегріву і передчасного зносу. Важливо планувати регулярні перерви і технічне обслуговування, щоб дати машині охолонути і перевірити або замінити зношені деталі.

Технічне обслуговування та догляд: Регулярні перевірки та профілактичне обслуговування необхідні для забезпечення надійності екскаватора. Це охоплює заміну мастил і фільтрів, змащування рухомих частин, а також перевірку гідравлічних шлангів і з'єднань на наявність витоків або пошкоджень.

Таблиця 1.3

Вид обслуговування	Періодичність	Основні операції
Щоденне	Перед початком робочої зміни	-огляд на наявність пошкоджень -перевірка рівня рідин -очистка основних вузлів
Планове (ТО-1, ТО-2)	Згідно з рекомендаціями виробника	-заміна масел і фільтрів -діагностика системи -регулювання і налаштування обладнання

Сезонне	Двічі на рік	-підготовка до зміни кліматичних умов -заміна сезонних рідин -перевірка системи обігріву або охолодження
---------	--------------	--

Вимоги безпеки: Суворе дотримання законодавчих норм і правил безпеки має першорядне значення. Оператори повинні бути належним чином навчені і використовувати засоби індивідуального захисту. Функції безпеки екскаватора, такі як аварійні вимикачі та сигнальні пристрої, повинні регулярно перевірятися.

Зовнішні чинники: Робота поблизу ліній електропередач, підземних комунікацій або у вибухонебезпечних зонах вимагає додаткових запобіжних заходів і, можливо, спеціальних дозволів.

Приділяючи увагу всім цим аспектам, можна забезпечити ефективну і безпечну експлуатацію екскаваторів. Для успішної роботи важливо ретельно оцінювати умови експлуатації та відповідним чином обирати або налаштовувати обладнання.

1.2.2. Режими експлуатації екскаваторної техніки

Різні режими роботи екскаваторів мають вирішальне значення для їхнього ефективного використання, довговічності машин і безпеки на робочому майданчику. Різні умови та вимоги роблять необхідним використання екскаваторів у різних режимах.

Нормальний режим: У нормальному режимі екскаватори виконують базові завдання з переміщення ґрунту і навантаження. Це включає копання траншей, переміщення землі або завантаження матеріалів на транспортні засоби. При цьому важлива рівномірна і контрольована робота.

Режим точних робіт: Для завдань, що вимагають високої точності, як-от укладання трубопроводів або ландшафтні роботи, використовується режим

точних робіт. Цей режим дає змогу оператору точніше керувати рухами екскаватора для виконання детальних і точних операцій.

Режим важких навантажень: При підйомі або переміщенні особливо важких вантажів активується режим важких навантажень. У цьому режимі гідравлічна система працює з максимальною потужністю, щоб впоратися з підвищеними вимогами. Тут особливо важливі заходи безпеки для забезпечення стабільності екскаватора.

Енергозберігаючий режим (Есо-режим): Енергозберігаючий режим призначено для зниження витрати палива та викидів. Оптимізуючи оберти двигуна і гідравлічну потужність, цей режим підходить для легких робіт і допомагає знизити експлуатаційні витрати.

Автоматичний режим: Сучасні екскаватори часто оснащені автоматичними функціями, що полегшують роботу. В автоматичному режимі можна програмувати й автоматично виконувати певні рухи, що підвищує ефективність і знижує навантаження на оператора.

Режим зносу: Під час використання навісного обладнання, такого як гідромолоти або гідронозиці для демонтажу, застосовується режим знесення. Цей режим адаптує гідравлічну потужність до специфічних вимог навісного обладнання та дає змогу ефективно проводити демонтаж конструкцій.

Функція "плаваючий хід": Функція плаваючого ходу дає змогу вільно переміщати стрілу вгору та вниз без активного гідравлічного керування. Це особливо корисно під час планування або використання відвалу.

Таблиця 1.4

Режим експлуатації	Умови застосування	Рекомендації
Стандартний режим	-Загальні земляні роботи -Нормальні ґрунти	-Підходить для більшості завдань -Регулярне обслуговування згідно з графіком
Режим підвищеної потужності	-Важкі ґрунти (скельні породи, мерзлі ґрунти) -Великі обсяги робіт	-Використовувати посилене навісне обладнання -Збільшити частоту

		технічного обслуговування
Режим точних робіт	-Ландшафтні роботи -Укладання комунікацій -Роботи в обмеженому просторі	-Використовувати спеціалізовані ковші та інструменти -Знизити швидкість робочих рухів для підвищення точності
Енергозберігаючий режим (Есо)	-Легкі роботи -Тривалі операції з невеликими навантаженнями	-Економія палива -Зменшення викидів -Стежити за показниками економії на дисплеї
Автоматичний режим	-Повторювані операції -Роботи за шаблоном	-Програмування послідовності рухів -Навчання операторів роботі з автоматикою
Режим знесення/демонтажум	-Демонтаж будівель і споруд -Руйнування бетонних конструкцій	-Використовувати відповідне навісне обладнання (гідромолоти, гідронозиці) -Посилити заходи безпеки -Перевіряти кріплення навісного обладнання
Режим роботи в обмеженому просторі	-Роботи поблизу будівель, комунікацій -Вузькі будівельні майданчики	-Використовувати екскаватори з коротким радіусом повороту -Підвищена увага оператора -Додаткові заходи безпеки

Вибір правильного режиму роботи залежить від конкретного завдання, умов експлуатації та вимог до ефективності й точності. Правильний режим сприяє не тільки підвищенню продуктивності, а й безпеки, а також подовжує термін служби машини.

1.2.3. Застосування екскаваторної техніки

Екскаваторна техніка відіграє важливу роль у різних галузях і сферах сучасної економіки. Її універсальність і продуктивність роблять її незамінною

машиною в будівництві, гірничодобувній промисловості, розвитку інфраструктури та в багатьох інших секторах.

У будівництві екскаватори є незамінним обладнанням для земляних робіт, формування рельєфу, зносу будівель, переміщенню матеріалів. У гірничодобувній промисловості екскаватори використовуються для видобутку мінералів і сировини. В екологічних проєктах і ландшафтному дизайні екскаватори використовуються для рекультивації земель, захист узбережжя і річок, створення зелених зон. У сільському господарстві екскаватори допомагають у дренажних роботах, будівництві ставкі і систем зрошення, обробці землі.

Можливості застосування екскаваторної техніки різноманітні та мають вирішальне значення для безлічі галузей економіки. Завдяки постійним інноваціям і спеціалізації в галузі екскаваторних технологій проєкти можуть виконуватися більш ефективно, безпечно й екологічно. Це значно сприяє підвищенню продуктивності та сталому розвитку в різних індустріальних секторах.

1.2.4. Рейтинг гусеничних екскаваторів

Гусеничний екскаватор - це землерийна машина на гусеничному ході, призначена для копання, переміщення ґрунту, підйому вантажів і навантаження на різні транспортні засоби. Завдяки своїй спеціальній конструкції гусеничного ходу екскаватор має високу стійкість і вантажопідйомність. Хоча він може пересуватися самостійно, його найчастіше доставляють на будівельні майданчики за допомогою автомобільного або залізничного транспорту.

1. Sumitomo 210-6. 20-тонний екскаватор Sumitomo 210-6 призначений для виконання широкого спектра завдань, включно з будівництвом, ремонтом доріг, укладанням трубопроводів, знесенням будівель, кар'єрними роботами та іншими видами діяльності. Ця модель може бути оснащена різним навісним обладнанням, як-от гідромолот або подовжена стріла, що значно розширює її функціональні можливості та дає змогу ефективно вирішувати різноманітні завдання.



Рис. 1.2. Екксаватори: а) Sumitomo 210-6; б) Caterpillar 320

2. Caterpillar 320. Середній гусеничний екскаватор, розроблений для роботи в умовах високої інтенсивності, демонструє значні поліпшення порівняно з попередніми моделями. Ефективність роботи оператора збільшено на 45%, витрату палива знижено на 25%, а експлуатаційні витрати зменшено на 15%. Кабіна оснащена посиленою конструкцією проти перекидання і телематичною системою CAT Product Link Pro, що забезпечує віддалений моніторинг і управління обладнанням.

3. Komatsu PC210. Це 22-тонний екскаватор оснащений потужним і економічним двигуном, який відповідає сучасним екологічним стандартам. Особливу увагу приділено комфорту оператора: простора й ергономічна кабіна забезпечує відмінний огляд, клімат-контроль дає змогу комфортно працювати за будь-яких погодних умов, а камери заднього виду та телематичні системи забезпечують високу безпеку та можливість віддаленої діагностики обладнання.



Рис. 1.3. Екксаватори: а) Komatsu PC210; б) Hitachi ZX210

4. Hitachi ZX210. Екскаватор оснащений потужним і економічним двигуном Isuzu і в базовій комплектації використовується для копання котлованів і вирівнювання рельєфу. При установці гідромолота він також підходить для знесення і розбирання бетонних конструкцій. Можливе встановлення додаткового навісного обладнання, що розширює функціональні можливості машини. Основні переваги цієї моделі включають маневреність, компактні розміри, високу потужність і забезпечення безпеки оператора.

5. Volvo EC220. Порівняно з попередніми моделями, екскаватор EC220 витрачає на 10% менше палива. Він оснащений новою електрогідравлічною системою і головним розподільником, які контролюються електронікою. Це забезпечує точне регулювання потоку гідравлічного мастила, що підвищує продуктивність і сприяє більш економічному використанню ресурсу, знижуючи знос компонентів і покращуючи загальну ефективність роботи машини.



Рис. 1.4. Екскаватори: а) Komatsu Volvo EC220; б) Kobelco SK210

6. Kobelco SK210. Модель ідеально підходить для експлуатації в умовах низьких температур і частого використання палива низької якості, характерних для вітчизняних умов. Екскаватори цієї серії демонструють значно підвищену паливну економічність і поліпшений ступінь фільтрації палива. Крім того, в них вдосконалено різні системи і вузли, що забезпечує надійну роботу і довговічність техніки навіть у складних експлуатаційних умовах.

7. Hyundai R210. Одна з найбільш затребуваних моделей у світі, що застосовуються в будівництві та гірничодобувній промисловості. 22-тонний екскаватор R210 вирізняється високою надійністю і продуктивністю, що дає йому змогу ефективно справлятися з різними завданнями. Він широко використовується для землерийних робіт, будівництва доріг, очищення будівельних майданчиків і виконання інших аналогічних операцій, забезпечуючи стабільну і якісну роботу в різних умовах.

8. JCB JS220. Споживання "дизеля" знижено на 10% порівняно з моделями стандарту TIER 3. Головна особливість - збалансований поворотний механізм і електрогідравлічне гальмування поворотної платформи, що дають змогу розвивати високу швидкість і точність переміщень, а також можливість оснащення пропорційними органами управління, для забезпечення максимально планового переміщення.



Рис. 1.5. Екскаватори: а) Hyundai R210; б) JCB JS220

9. Liebherr R926. Екскаватори нового покоління Liebherr відповідають екологічному стандарту Stage IIIA. Вони вирізняються високою продуктивністю, зручністю в експлуатації та простотою в проведенні технічного обслуговування, що особливо цінується операторами. Ці німецькі агрегати прекрасно адаптовані для роботи у вітчизняних умовах, забезпечуючи низьку витрату палива і порівняно недороге обслуговування, що робить їх вигідним рішенням для різних будівельних і землерийних завдань.

10. Doosan DX225. Маневрена і високопродуктивна модель, призначена для широкого спектра будівельних робіт і використання в кар'єрах. Екскаватор оснащений ергономічною кабіною оператора, з акцентом на комфорт і зручність керування. При низьких експлуатаційних витратах він демонструє високу довговічність і продуктивність, забезпечуючи ефективну роботу в різних умовах.



Рис. 1.6. Екскаватори: а) Liebherr R926; б) DOOSAN DX225

Як вибрати гусеничний екскаватор? Під час вибору спецтехніки необхідно враховувати її спеціалізацію. Гусеничні екскаватори поділяються на такі типи:

- Будівельні - призначені для виконання завдань середньої тяжкості, таких як риття каналів, траншей, котлованів, а також навантаження матеріалів.
- Кар'єрні - призначені для роботи за високих навантажень, найчастіше використовуються в гірничодобувній галузі в кар'єрах.
- Розкривні (драглайни) - застосовуються для роботи з пухкою або неміцною гірською породою.

Важливим параметром є кут повороту відносно осі. Залежно від цього гусеничні екскаватори діляться на:

- Повноповоротні - з можливістю повороту на 360 градусів, що дає змогу виконувати роботи по всьому радіусу, що досягається стрілою.

- Неповноповоротні - з кутом повороту платформи від 45 до 90 градусів; для продовження роботи в іншому напрямку такі екскаватори необхідно переміщати.

Розрізняють екскаватори і за типом лопати:

- Пряма лопата - використовується для роботи з ґрунтом, що знаходиться вище рівня стоянки екскаватора, і копає від машини.
- Зворотна лопата - призначена для роботи з ґрунтом вище стоянки екскаватора, але копає в напрямку до машини.

Існують також моделі з ротатором, який дає змогу перевертати ківш і переходити між режимами прямої та зворотної лопати.

Під час вибору екскаватора також важливо враховувати параметри, такі як радіус повороту і довжину стріли. Це особливо актуально під час роботи в обмеженому просторі, наприклад, в умовах щільної міської забудови.

1.3. Різновидність екскаваторної техніки

Гусеничні та колісні екскаватори є важливими машинами для будівельних і гірничодобувних проєктів, і кожен із них має свої переваги та сфери застосування. Гусеничні екскаватори особливо ефективні на нерівних, м'яких або важкодоступних ділянках. Їхні широкі гусениці рівномірно розподіляють вагу машини, зменшуючи тиск на ґрунт і забезпечуючи високу стійкість. Це робить їх ідеальними для масштабних земляних робіт, використання в кар'єрах і складних умовах у гірничодобувній галузі. Однак їхня обмежена мобільність і повільне пересування вимагають спеціальних транспортних засобів для переміщення на великі відстані, а на твердих покриттях, таких як асфальт або бетон, гусениці можуть залишати пошкодження.

Колісні екскаватори, навпаки, мають більшу гнучкість і швидкість, що робить їх особливо корисними для роботи в міських умовах і на твердих дорожніх покриттях. Вони легко переміщуються між різними об'єктами без необхідності використання спеціального транспорту. Однак на нерівних

поверхнях їхня стійкість нижча, і для безпечної роботи часто потрібні додаткові стабілізатори. Колісні екскаватори зазвичай мають меншу вантажопідйомність порівняно з гусеничними і більше підходять для середніх і легких завдань. При цьому вони чинять менший тиск на ґрунт і менше пошкоджують дорожнє покриття, що робить їх кращими для комунальних і міських робіт.

Відмінності також стосуються експлуатаційних витрат: гусеничні екскаватори вимагають частішого обслуговування гусениць і, як правило, споживають більше палива через свою масу. Колісні екскаватори простіші та дешевші в обслуговуванні, особливо в частині заміни та ремонту шин. Вибір відповідного екскаватора залежить від специфіки проєкту, типу ґрунту, вимог до мобільності та економічних чинників.

Гусеничні екскаватори:

Caterpillar 320 - універсальний середній екскаватор, відомий своєю високою продуктивністю і сучасними гідравлічними системами, що забезпечують ефективність під час великих робіт.

Komatsu PC210-11- забезпечує високу продуктивність і низьку витрату палива, ідеально підходить для складних будівельних проєктів і важких умов експлуатації.

Liebherr R 946 - відрізняється високою вантажопідйомністю і точним керуванням з енергозберігаючими технологіями, призначений для складних і важких робіт.

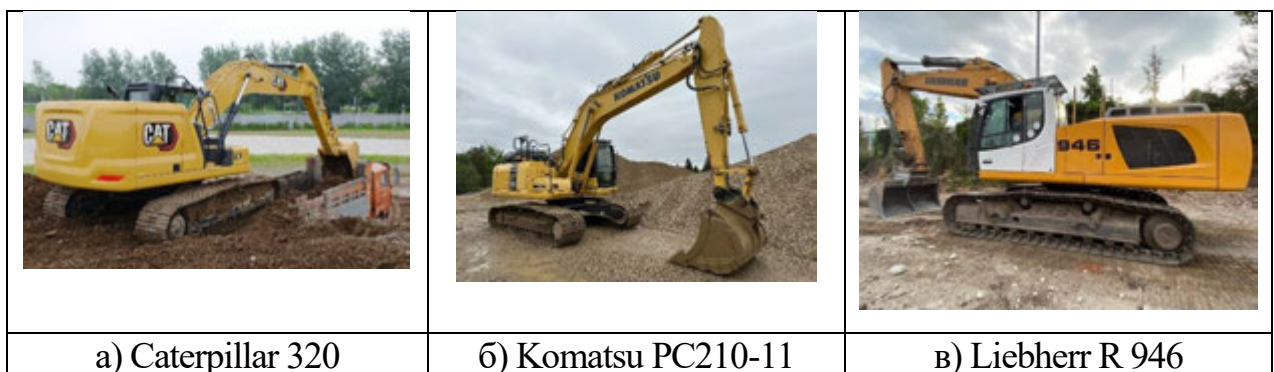


Рис. 1.7. Гусеничні екскаватори

Колісні екскаватори:

Caterpillar M318 - Маневрений і потужний екскаватор, що ідеально підходить для міських робіт, де важлива мобільність.

Komatsu PW160-11 - Висока швидкість пересування, комфортна кабіна і передові системи безпеки, які підходять для комунальних і дорожніх робіт.

Liebherr A 918 Compact - Компактний і ідеально підходить для роботи в обмеженому просторі, має високу маневреність і оптимізований для міської експлуатації.



Рис.1.8. Колісні екскаватори

1.4. Завдання магістерської дослідницької роботи

Метою даної магістерської роботи є оптимізація технологічних процесів технічного обслуговування та ремонту екскаваторів DOOSAN. Дослідження базується на аналізі технічного стану машин та умов їх експлуатації. Метою дослідження є розробка інноваційних підходів до підвищення надійності та ресурсу найбільш важливих вузлів екскаваторів.

До завдань магістерської дослідницької роботи входять:

1. Дослідження сучасних підходів та методів технічного обслуговування і ремонту екскаваторів.
2. Виявлення основних причин та видів дефектів основних вузлів екскаваторів DOOSAN.
3. Розробка технологічних процесів ремонту гідравлічної, паливної та механічної систем екскаваторів.
4. Аналіз інтенсивності відмов та їх впливу на експлуатаційну ефективність машин.

5. Визначення оптимальних параметрів технічного обслуговування і ремонту з урахуванням умов експлуатації.

6. Розробка рекомендацій щодо більш ефективної організації ремонтних процесів з метою мінімізації часу простою та витрат на технічне обслуговування.

Практична цінність роботи полягає в можливості підвищення ефективності експлуатації екскаваторів DOOSAN за рахунок удосконалення методів технічного обслуговування та ремонту. Результати роботи можуть допомогти оптимізувати процеси в ремонтних майстернях та розробити пропозиції щодо модернізації технічного обладнання.

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Інтенсивне і тривале використання спецтехніки часто призводить до зносу і пошкоджень ходової частини, особливо якщо машини використовуються на будівельних майданчиках або в кар'єрах, де вони переміщують важкі вантажі і працюють у складних умовах. Знос ходової частини багато в чому залежить від типу ґрунту і щодня пройденої відстані. Нормальний рівень зносу можна очікувати, якщо добовий пробіг не перевищує 4-5 км. Перевищення цього показника часто свідчить про значний знос таких компонентів, як ролики, гусениці або ведучі колеса.

Для запобігання пошкоджень і збереження продуктивності машини важливо регулярно обслуговувати ходову частину і ретельно перевіряти критично важливі елементи. Це включає контроль натягу гусениць, змащування рухомих частин і перевірку зносу роликів і напрямних. Регулярне техобслуговування і своєчасна заміна зношених деталей подовжують термін служби машини і допомагають уникнути несподіваних поломок і простоїв. Крім того, особливі умови роботи, як-от нерівний ґрунт або висока запиленість, можуть зажадати додаткових заходів з догляду та обслуговування ходової частини.

Інтенсивне і тривале використання спецтехніки часто призводить до зносу і пошкоджень ходової частини, особливо якщо машини використовуються на будівельних майданчиках або в кар'єрах, де вони переміщують важкі вантажі і працюють у складних умовах. Знос ходової частини багато в чому залежить від типу ґрунту і щодня пройденої відстані. Нормальний рівень зносу можна очікувати, якщо добовий пробіг не перевищує 4-5 км. Перевищення цього показника часто свідчить про значний знос таких компонентів, як ролики, гусениці або ведучі колеса.

Для запобігання пошкоджень і збереження продуктивності машини важливо регулярно обслуговувати ходову частину і ретельно перевіряти критично важливі елементи. Це включає контроль натягу гусениць, змащування рухомих частин і перевірку зносу роликів і напрямних. Регулярне техобслуговування і своєчасна заміна зношених деталей подовжують термін служби машини і допомагають

уникнути несподіваних поломок і простоїв. Крім того, особливі умови роботи, як-от нерівний ґрунт або висока запиленість, можуть зажадати додаткових заходів з догляду та обслуговування ходової частини.

Усі гусеничні екскаватори мають практично однакову ходову частину, яка потребує регулярного обслуговування і контролю для забезпечення оптимальної роботи. Найбільш схильні до зносу такі компоненти:

- Гусеничний ланцюг із правильним натягом - коректний натяг забезпечує рівномірний рух і знижує знос.
- Напрямні та опорні катки - вони несуть вагу ланцюга і амортизують удари під час роботи, що робить їх особливо схильними до зносу.
- Провідні зірочки і натягувачі - ці елементи передають зусилля на ланцюг і підтримують його натяг. Поломка може серйозно порушити рухливість екскаватора.
- Напрямні колеса - забезпечують правильний рух ланцюга і його плавний хід.
- Гусеничні черевики - вони забезпечують зчеплення з ґрунтом і схильні до сильного зносу.)

Напрямні та опорні катки зношуються найшвидше, оскільки вони постійно несуть вагу машини і гасять удари від руху ланцюга. Своєчасне їх обслуговування дає змогу уникнути дорогих простоїв.

Ремонт кар'єрного обладнання є одним із найбільш трудомістких і витратних завдань у гірничодобувній промисловості, безпосередньо впливаючи на ефективність роботи як самого обладнання, так і підприємства загалом. Близько 42 % робітників у гірничодобувній галузі зайняті обслуговуванням і ремонтом машин, при цьому рівень механізації цих робіт залишається низьким. До 76 % операцій виконується вручну, що робить процес довгим і трудомістким.

Значна частина витрат на видобуток корисних копалин припадає на обслуговування і ремонт обладнання. Протягом життєвого циклу екскаватора витрати на його ремонт можуть удесятеро перевищувати вартість його виробництва.

У гірничодобувній промисловості застосовується система планово-попереджувального ремонту, що передбачає регулярні огляди та ремонтні роботи після певних періодів експлуатації. Частота і види обслуговування залежать від конструкції та умов використання машин. Такий систематичний підхід дає змогу мінімізувати непередбачувані поломки і продовжити термін служби обладнання.

2.1.1. Аналіз характерних відмов механізмів екскаватора

Екскаватори є важливою частиною будівельної та гірничодобувної галузей. Їх стабільна та ефективна робота залежить від надійності різних механізмів. Аналіз характерних відмов механізмів екскаватора допомагає виявити потенційні проблеми, скоротити простої та знизити витрати на ремонт.

Основні механізми екскаватора:

- Двигун: забезпечує енергію для всіх систем.
- Гідравлічна система: керує рухом стріли, рукояті та ковша.
- Ходова частина: відповідає за пересування екскаватора.
- Система повороту: дозволяє обертання верхньої частини машини.
- Робоче обладнання: стріла, рукоять і ківш.
- Електронні системи управління: контролюють і координують роботу

всіх механізмів.

Характерні відмови та їхні причини:

1. Відмови двигуна

- Причини: знос деталей, недостатнє змащування, перегрів, низька якість палива.
- Наслідки: зниження потужності, підвищена витрата палива, повна зупинка двигуна.

2. Відмови гідравлічної системи

- Причини: протікання в шлангах, забруднення рідини, зношення насосів і клапанів.
- Наслідки: повільна або нерівномірна робота механізмів, повна відмова системи.

3. Відмови ходової частини

- Причини: знос гусениць або коліс, проблеми з підшипниками, недостатнє змащування.

- Наслідки: ускладнене пересування, підвищений ризик аварій.

4. Відмови системи повороту

- Причини: знос зубчастих передач, проблеми з мотором повороту, недостатнє змащування.

- Наслідки: ускладнене або неможливе обертання платформи, ризик перекидання.

5. Відмови робочого обладнання

- Причини: тріщини в металі, знос шарнірів, несправності циліндрів.

- Наслідки: зниження ефективності копання, ризик поломки під навантаженням.

6. Відмови електронних систем

- Причини: пошкодження датчиків, збої в програмному забезпеченні, проблеми з проводкою.

- Наслідки: неправильна робота механізмів, неможливість діагностики.

Методи запобігання відмов:

- Регулярне технічне обслуговування: своєчасна заміна зношених деталей, перевірка рівня рідин і змащування механізмів.

- Контроль якості палива і мастильних матеріалів: використання рекомендованих матеріалів.

- Своєчасна діагностика: застосування спеціального обладнання для виявлення проблем на ранніх стадіях.

- Навчання персоналу: підвищення кваліфікації операторів і техніків.

- Дотримання режимів експлуатації: запобігання перевантаженням і робота в межах встановлених параметрів.

Нижче наведена діаграма, що відображає розподіл характеристик відмов екскаваторів у відсотках. Діаграма показує різні типи відмов, забезпечуючи

візуальну розбивку для аналізу надійності екскаваторів та пов'язаних з ними компонентів.

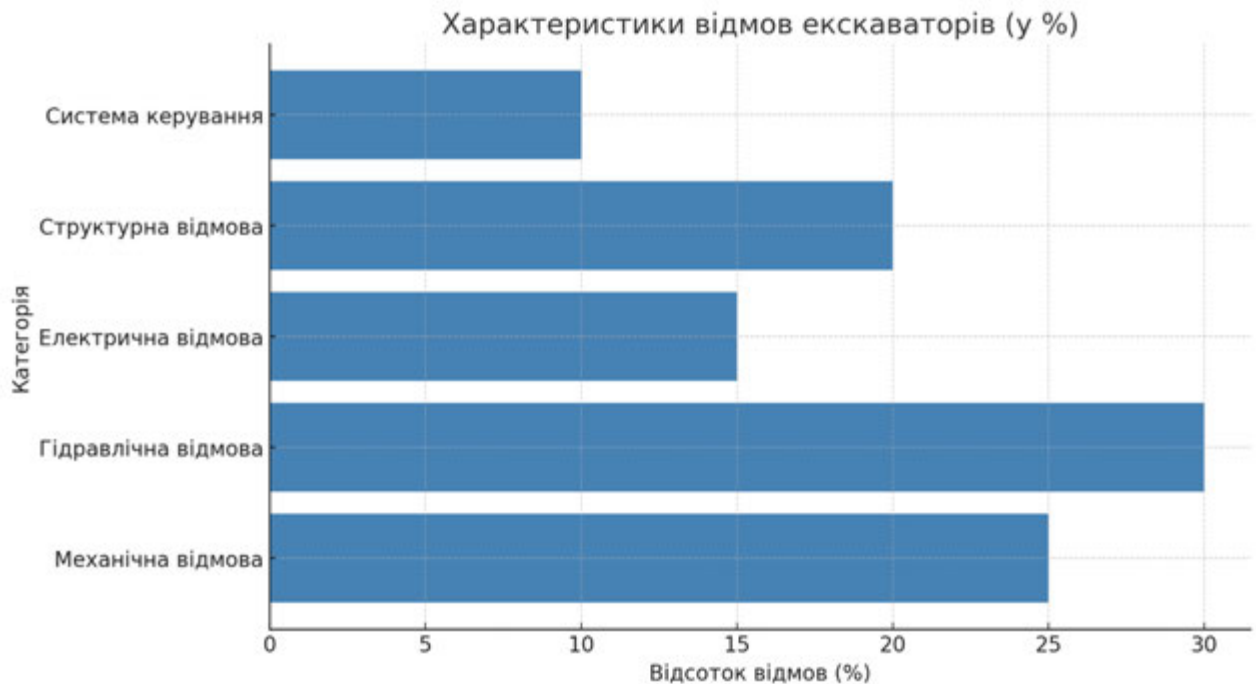


Рис. 2.1. Характеристика відмов екскаватора

Аналіз характерних відмов механізмів екскаватора має ключове значення для забезпечення надійної та безпечної роботи техніки. Раннє виявлення та усунення причин відмов допомагає скоротити витрати на ремонт, уникнути простоїв і підвищити ефективність роботи.

2.1.1. Системи технічного обслуговування і ремонту екскаваторів

Для оцінки технічних можливостей і показників роботи екскаваторів по статистичним даним визначаються показники надійності роботи цих машин: напрацювання на відмову – T ; середній час відновлення – T_B ; коефіцієнт технічного використання – $T_{Т.В.}$; коефіцієнт готовності – K_G ; можливість безвідмовної роботи – P .

Аналіз показників надійності дозволяє, наприклад, зробити висновок, що відносно високі показники готовності K_G є свідченням високого рівня надійності екскаваторів, виконаних з урахуванням розробки гірничої маси з підвищеним зусиллям копання. Одним з резервів підвищення надійності роботи екскаваторів є проведення профілактичних і попереджувальних ремонтних робіт під час

вимушених простоїв, у період очікування порожняка під навантаження, які складають основну частку запланованих простоїв екскаваторів.

Механізація процесів технічного обслуговування і ремонту таких машин є складним і багатогранним завданням, спрямованим на підвищення ефективності та скорочення витрат часу і праці. Важливо визначити завдання, які вимагають найбільших трудовитрат і становлять основну частку ремонтного процесу. Цільова механізація цих ключових операцій дає змогу скоротити час на обслуговування, знизити експлуатаційні витрати і підвищити доступність машин.

Приблизна трудомісткість технічного обслуговування і ремонтів вузлів кар'єрних екскаваторів з ковшами вмістом 10-15 м³ приведена в таблиці. Сумарна трудомісткість технічного обслуговування або ремонту екскаваторів умовно приймається за 100%. Питома трудомісткість по кожному процесу і вузлу дається відносною цією сумарної трудомісткості в % і люд.-ч, витрачених ремонтною бригадою на виконання робіт.

Інтервали обслуговування екскаваторів часто визначаються на основі календарного часу їхньої експлуатації і не враховують фактичного навантаження, а також впливу різних гірничо-геологічних і кліматичних умов. Система, що ґрунтується на фактичному навантаженні машин, є прогресивнішою, проте встановлені нормативи з напрацювання часто не пов'язані з реальною довговічністю основних вузлів і базових деталей. Це може призвести до неефективного обслуговування або передчасного зносу.

Аналіз поточної структури ремонтних робіт показує, що час простою машин для ремонту залежить від низки чинників, таких як технічний стан екскаватора, наявність запасних частин, можливості ремонтних служб і виконання виробничих планів. Часто технічний стан машини не є пріоритетом, що знижує ефективність ремонтних процесів.

Обсяг робіт і тривалість однакових ремонтів можуть значно варіюватися. Відсутність чітких норм допустимого зносу основних компонентів призводить до того, що заміна зношених деталей залежить від наявності запасних частин. Крім того, у багатьох гірничодобувних підприємствах не ведеться систематичний облік

стану основних вузлів між ремонтами, що ускладнює прогнозування потреби в запчастинах для майбутніх ремонтів. Систематичний облік і моніторинг зносу дали б змогу краще прогнозувати обсяг ремонтних робіт і підвищити ефективність обслуговування.

Таблиця 2.1

Орієнтовна трудомісткість операцій на кар'єрних екскаваторах

Операція	Виконувана робота	Необхідна оснастка	Питома трудомісткість процесу, %, люд.-год.
1	2	3	4
Заміна канатів (попередня обробка)	Розділення канатів на відрізки необхідної довжини за сортаментом і призначенням (натиск, підйом і повернення)	Спеціальна установка з приводом, лічильником довжини, пристроєм для різання, закладення кінців і змотування в бухти	12.6 (360)
Заміна канатів (навішування)	Навішування канатів (заміна)	Причіпний пристрій з котушками на фрикційних муфтах на вертикальній осі	22.7 (648)
Регулювання канатів	Натяг канатів напору і повернення	Натяжний пристрій	10 (288)
Протяжка кріпильних болтів основних механізмів машин, особливо важко доступних	Протягання та кріплення місць з'єднання (ходовий редуктор, редуктор повороту, редуктор підйому, редуктори напору)	Механічний або гідравлічний ключ із крутним моментом до 2000 кгс-м із набором пристосувань	6.3 (180)
Заміна бронзових вкладишів сідлового підшипника	Зняття та встановлення вкладишів	Маніпулятор на базі самохідного обладнання	3.8 (108)
Заміна мастильних матеріали	Механізація доставки та перекачування мастил різних типів із підігрівом у зимовий час	Пересувні оливозаправні станції ПЗС-1 і ПЗС-2 на базі автомобіля КраЗ-256Б (для 11 типів рідких мастил)	10 (288)
Заміна зубів ковша	Зняття і встановлення зубів	Маніпулятор на базі самохідного обладнання	10 (288)

Механізація змащування круга, зубчастого вінця, ковпаків ходового візка	Механізація процесу змащення	Централізована стаціонарна стаціонарна або пересувна установка	21.2 (600)
Пошук несправностей електричних мереж	Інтенсифікація процесу пошуку несправностей	Контрольні точки із заданими параметрами, переносний прилад	3.4 (96)

Фактичний знос деталей і вузлів часто не відповідає нормам витрат запасних частин, зазначеним виробником. Використання сучасних методів обробки в ремонтних майстернях має вирішальне значення для підвищення довговічності компонентів і зниження експлуатаційних витрат. Затримки із заміною зношених компонентів можуть суттєво вплинути на надійність екскаваторів і призвести до дорогих ремонтів.

Необхідно розробити стратегію ремонту, яка враховує фактичний знос. Вона повинна включати диференційовані норми витрат запасних частин залежно від умов експлуатації та систематичний моніторинг стану компонентів в рамках планового технічного обслуговування. Чіткі межі зносу, критерії заміни та визначені обсяги робіт для кожного типу ремонту є дуже важливими.

Регулярне технічне обслуговування має важливе значення для надійної роботи.

Ремонт слід проводити одразу після виявлення дефекту, оскільки навіть незначні пошкодження можуть спричинити серйозні проблеми під час інтенсивного використання. Ці заходи забезпечують безпечну та безперебійну роботу екскаваторів.

2.1.2. Характерні відмови та несправності механізмів та деталей

Механізми і компоненти екскаваторів можуть мати різні збої і несправності з низки причин. Ось найпоширеніші проблеми та їхні наслідки:

- Витоки гідравлічної рідини: Пошкодження гідравлічних ліній, зношені ущільнювачі або несправні клапани можуть спричинити витоки, що призводить до втрати тиску та зниження ефективності гідросистеми.

- Проблеми з гідроприводом: Складна система гідроприводу екскаватора, що складається з насосів, моторів, клапанів і циліндрів, може давати збої. Ознаками є шум, вібрації, зниження потужності або неправильне функціонування.
- Проблеми з охолодженням: Неefективна робота системи охолодження може призвести до перегріву двигуна або гідравлічних компонентів, що загрожує серйозними пошкодженнями.
- Електричні несправності: Сюди належать проблеми з акумуляторами, проводами, реле або іншими електричними компонентами.
- Проблеми з ходовою частиною: Пошкодження гусениць, роликів, приводних коліс та інших компонентів ходової частини можуть обмежувати маневреність екскаватора.

2.1.3. Існуючі технології та схеми відновлення працездатності

Екскаватори, як і будь-яка інша техніка, потребують ретельного догляду та обслуговування для забезпечення високої надійності та тривалого терміну служби. Основні аспекти, які слід враховувати:

1. Контроль показань лічильника мото-год.
2. Використання оригінальних запасних частин.
3. Застосування оригінальних мастильних матеріалів.
4. Чисті та свіжі мастильні матеріали.
5. Паливний сітчастий фільтр.
6. Уникнення змішування мастильних матеріалів.
7. Надійна фіксація інспекційних кришок.
8. Видалення повітря з гідросистеми.

2.2. Технологія ремонту систем екскаватора

2.2.1. Структурний аналіз надійності ковша екскаваторів і навісного обладнання

Структурний аналіз надійності ковша екскаваторів і навісного обладнання є важливим етапом у процесі проектування та експлуатації землерийної техніки. Основним завданням цього аналізу є оцінка здатності елементів конструкції

витримувати різні навантаження, зберігаючи свої експлуатаційні характеристики протягом заданого терміну служби. Аналіз охоплює виявлення критичних зон навантаження, розрахунок напружено-деформованого стану і прогнозування можливих відмов.

Основні етапи структурного аналізу:

1. Моделювання конструкції

На першому етапі створюється 3D-модель ковша і навісного обладнання з використанням спеціалізованого програмного забезпечення.

2. Визначення навантажень

Розраховуються статичні та динамічні навантаження, що виникають під час експлуатації ковша. Враховуються вага переміщуваного матеріалу, зусилля копання і навантаження, викликані гравітацією.

3. Розрахунок напружено-деформованого стану

Аналіз напружень і деформацій виконується з використанням методу скінченних елементів. Розраховуються максимальні напруги у вузлах конструкції, які потім порівнюються з допустимими значеннями міцності.

4. Аналіз втомної міцності та довговічності

Проводиться оцінка втомної міцності елементів ковша і навісного обладнання з урахуванням циклічних навантажень, що виникають у процесі експлуатації.

5. Оцінка ймовірності відмов

Ймовірність відмов розраховується на основі статистичних даних з експлуатації аналогічних систем.

За результатами структурного аналізу можуть бути зроблені висновки про необхідність посилення певних елементів, використання більш міцних матеріалів або внесення конструктивних змін з метою підвищення надійності ковша та навісного обладнання. Основна мета полягає в оптимізації конструкції для забезпечення максимальної експлуатаційної надійності та довговічності.

2.2.2. Маршрут відновлення деталей ковша. Маршрутні та операційні карти.

Ківш екскаватора - одна з найбільш навантажених і схильних до зносу частин машини. Постійний контакт з абразивними матеріалами і високі навантаження призводять до швидкого зносу. Відновлення компонентів ковша подовжує термін служби, знижує витрати на нові деталі і забезпечує безперебійну роботу екскаватора.

Процес відновлення деталей ковша

Відновлення деталей ковша здійснюється за встановленим технологічним маршрутом, який включає такі етапи:

1. Діагностика та дефектація

- **Опис:** Визначення стану деталей, виявлення зносу, тріщин і деформацій.

- **Методи:** Візуальний огляд, вимірювання, неруйнівний контроль.

2. Демонтаж деталей ковша

- **Опис:** Розбирання ковша на окремі компоненти для подальшого відновлення.
- **Обладнання:** Набір інструментів, гідравлічні преси.

3. Очищення деталей

- **Опис:** Видалення бруду, іржі та залишків зварювання.
- **Методи:** Піскоструминна обробка, хімічне очищення.

4. Відновлення геометричних розмірів

- **Опис:** Відновлення початкових розмірів деталей.
- **Методи:** Наплавлення, механічна обробка.

5. Термічна обробка

- **Опис:** Поліпшення механічних властивостей деталей.
- **Методи:** Загартування, відпуск.

6. Механічна обробка після термообробки

- **Опис:** Досягнення необхідної точності та шорсткості поверхонь.

- Обладнання: Токарні, фрезерні та шліфувальні верстати.
- 7. Контроль якості
- Опис: Перевірка відповідності деталей технічним вимогам.
- Методи: Вимірювання, дефектоскопія.
- 8. Складання ковша
- Опис: Монтаж відновлених деталей.
- Обладнання: Набір інструментів.
- 9. Фарбування та антикорозійний захист
- Опис: Нанесення захисних покриттів.
- Матеріали: Грунтовка, фарба.
- 10. Випробування
- Опис: Перевірка працездатності ковша в робочих умовах.
- Методи: Тестові навантаження.

Маршрутна карта фіксує послідовність технологічних операцій під час відновлення деталі.

Приклад маршрутної карти для відновлення зуба ковша:

Таблиця 2.2

№	Найменування операції	Обладнання	Час (год)
1	Діагностика та дефектація		0.5
2	Демонтаж зуба	Набір інструментів	0.3
3	Очистка зуба	Піскоструминний апарат	0.2
4	Наплавлення зношених поверхонь	Зварювальний апарат	1.0
5	Термічна обробка (загартування)	Термічна піч	2.0
6	Механічне оброблення (шліфування)	Шліфувальний верстат	0.5
7	Контроль якості	Дефектоскоп	0.2
8	Складання ковша з відновленим зубом	Набір інструментів	0.3
9	Покраска	Фарбувальна камера	0.2
10	Випробування	Випробувальний стенд	0.5

Операційна карта деталізує кожну технологічну операцію, включно з використовуваним обладнанням, матеріалами, параметрами роботи і технічними вимогами.

Приклад операційної карти

Таблиця 2.3

№	Найменування операції	Опис	Інструменти	Час (год)
1	Діагностика та дефектація	Визначення стану деталей, виявлення зношування, тріщин і деформацій	Візуальний огляд, вимірвальні інструменти	0.5
2	Демонтаж деталей ковша	Розбирання ковша на окремі компоненти для подальшого відновлення	Набір інструментів	0.3
3	Очищення деталей	Видалення бруду, іржі та залишків зварювання	Піскоструминний апарат	0.2
4	Наплавлення зношених поверхонь	Відновлення геометричних розмірів та зносостійкості зубця шляхом наплавлення	Зварювальний апарат типу MIG/MAG, зварювальний дріт, захисні засоби	1.0
5	Термічна обробка	Поліпшення механічних властивостей деталей	Термічна піч	2.0
6	Механічна обробка	Досягнення необхідної точності та шорсткості поверхонь	Токарний, фрезерний, шліфувальний верстати	0.5
7	Контроль якості	Перевірка відповідності деталей технічним вимогам	Дефектоскоп, вимірвальні інструменти	0.2
8	Збирання ковша	Монтаж відновлених деталей	Набір інструментів	0.3
9	Фарбування та антикорозійний захист	Нанесення захисних покриттів	Фарбувальна камера, ґрунтовка, фарба	0.2
10	Випробування	Перевірка працездатності ковша в робочих умовах	Тестовий стенд	0.5

2.2.3. Технологія ремонту підтримуючих катків та натяжних роликів екскаваторів

Знос натяжних роликів часто призводить до повного виходу з ладу. Оскільки ці ролики встановлені на одному шасі і піддаються однаковим навантаженням, їх необхідно своєчасно замінювати. Щоб перевірити ступінь зносу, слід зняти навантаження з ролика, пересуваючи ківш і підтримуючи вагу за допомогою опори. При цьому не потрібно розбирати шасі.

Рекомендується перевірити весь вузол на наявність видимих пошкоджень, таких як тріщини, втрата матеріалу або люфт в з'єднаннях. Регулярне технічне обслуговування і раннє виявлення зносу дозволить запобігти серйозним пошкодженням, зменшити витрати на ремонт і продовжити термін служби шасі.



Запасні ролики необхідно замінити, якщо вони працюють без стукотів і люфту, оскільки ремонт в цьому випадку неможливий. Нові ролики часто важко повертаються через жорсткі допуски і щільні ущільнення. Важливо перевірити мастило всередині ролика, щоб забезпечити безперебійну роботу.

Відновлення шляхом заміни втулок зазвичай неекономічно, оскільки знос відбувається як зсередини, так і зовні, що призводить до зменшення розміру в порівнянні з новими деталями. Також слід перевірити цілісність ущільнень і кількість мастила, щоб продовжити термін служби і запобігти забрудненню. Регулярні огляди і технічне обслуговування допомагають мінімізувати знос і продовжити час роботи машини.

2.2.4. Технологія зміни ущільнювального кільця ковша екскаватора

Заміна ущільнювального кільця ковша екскаватора є обов'язковою процедурою у випадку його зносу або пошкодження. Для цього слід:

1. Регулярно перевіряти стан ущільнювальних кілець ковша. У разі виявлення зносу або пошкоджень необхідно провести їх заміну.
2. Пересуньте старе ущільнювальне кільце (1, рис. 2.4. а.) на виступ (2), що розташований навколо пальця ковша (3). Вийміть палець ковша і перемістіть його вбік до ланки рукоятки або ковша (4).

3. Зніміть старе ущільнювальне кільце і тимчасово встановіть нове ущільнювальне кільце (1, рис. 2.4. б.) на виступ ковша (2). Переконайтеся, що канавка для ущільнювального кільця на ланці ковша (4) та на виступі очищені.

4. Вирівняйте рукоятку або ланку відносно отвору під палець у ковші та вставте палець ковша (3, рис. 2.4. а.)

5. Встановіть нове ущільнювальне кільце (1, рис. 2.4. в.) у канавку для ущільнювального кільця.

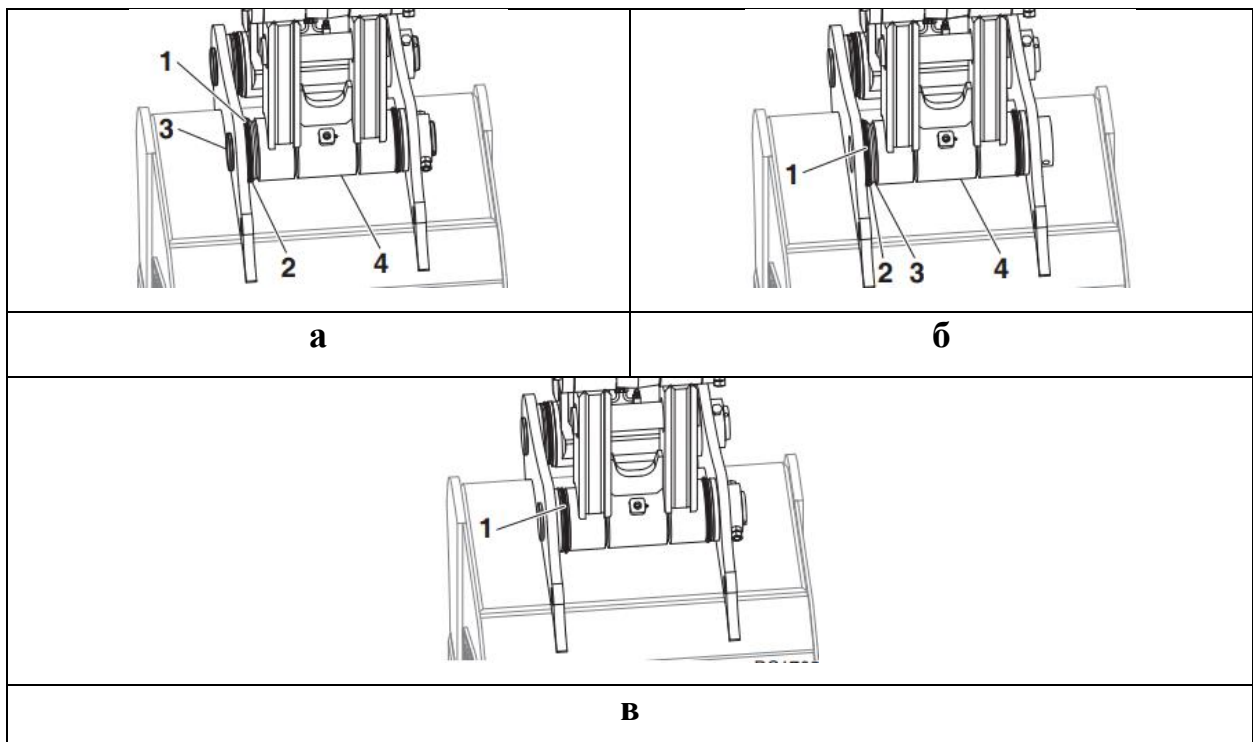


Рис. 2.4. Технологія заміни ущільнювального кільця ковша екскаватора

Після виконаних процедур ковш екскаватора отримує нове ущільнювальне кільце.

2.3. Процедури регулювання положення ковша екскаватора прокладками

Наступна інструкція описує встановлення нового ковша:

1. Перед установкою нового ковша на екскаватор слід виміряти внутрішню відстань між вушками ковша і зовнішні розміри монтажного виступу рукояті.

2. Обчисліть величину зазору по обидва боки на основі різниці між цими розмірами і за необхідності виконайте регулювання за допомогою прокладок перед складанням.

Перед складанням ковша всі з'єднувальні елементи слід ретельно очистити і перевірити на наявність зносу або пошкоджень. Точне вирівнювання деталей і правильне використання ущільнень забезпечують рівномірний розподіл навантаження і безпечну роботу ковша.

Занадто великі або занадто малі зазори можуть погіршити стабільність і довговічність з'єднання, і їх слід уникати будь-якою ціною. Регулярні перевірки забезпечують надійність і продовжують термін служби системи.

Процедура регулювання ковша з використанням прокладок:

1. Встановіть ківш і рукоятку в положення, за якого зуби ковша перебувають на кілька сантиметрів вище за землю і спрямовані від екскаватора. Це забезпечує зручний доступ для вимірювання зазорів.

2. Зсуньте ківш убік і перевірте осьовий (поперечний) зазор під кільцями ущільнювачів у точці кріплення. Загальний зазор має становити 1 мм між бічною поверхнею монтажного виступу і внутрішнім краєм втулки вушка (Y, рис. 2.4 б). Занадто щільна посадка (менше 1 мм) може призвести до надмірного зносу, а занадто великий зазор може викликати зайвий шум і потенційно небезпечне керування.

3. Повторно перевірте осьовий зазор, перемістивши ківш у протилежний бік і знову вимірявши зазор.

4. Якщо потрібне регулювання, зніміть дві контргайки (1, рис. 2.5) і болт (2) на пальці (3). Додавайте або видаляйте прокладки (4) у міру необхідності, забезпечуючи однакову кількість прокладок з обох боків. Встановіть болт (2) і контргайки (1) назад, залишаючи проміжок у 1-2 мм між контргайками і монтажним виступом у точці (X).

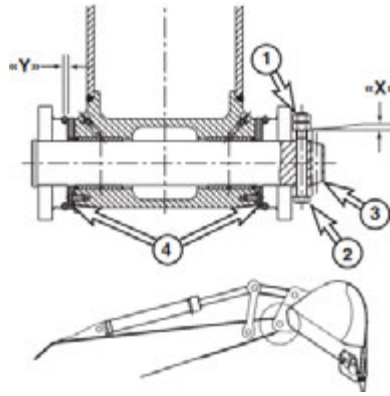


Рис. 2.5. Процедура регулювання прокладками для встановленого ковша

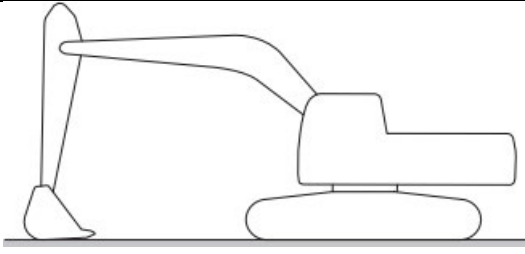
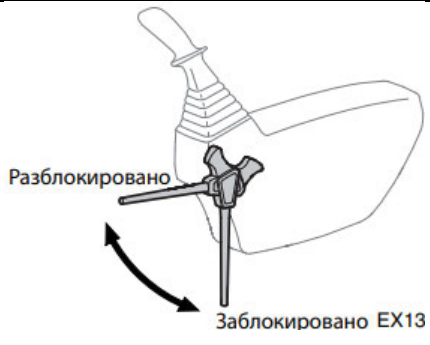
2.4. Технологічний процес ремонту екскаватора

Поточне обслуговування є центральним компонентом системи планово-попереджувального ремонту екскаваторів і включає в себе заходи з усунення дефектів, запобігання зносу і відновлення працездатності машин. Метою є забезпечення експлуатаційної готовності екскаваторів та уникнення дорогих серйозних поломок.

Поточний ремонт слід проводити в закритих майстернях, обладнаних вантажопідійомними пристроями, газо- та електрозварювальним обладнанням, а також токарними, фрезерними, свердлильними та шліфувальними верстатами. Якщо екскаватор використовується в місцях, де немає стаціонарної майстерні, ремонт виконується пересувними майстернями.

Зняття і ремонт гідравлічних систем вимагає особливих умов. Ці роботи слід проводити тільки в закритих приміщеннях з достатнім освітленням і вентиляцією, щоб запобігти потраплянню в повітря абразивного пилу та інших забруднюючих речовин.

Перед початком будь-яких робіт з обслуговування необхідно надійно припаркувати машину. (Рис 2.6)

	
<p>Рис. 2.6. Правильне розташування екскаватора</p>	<p>Рис. 2.7. Запобіжний важіль</p>

1. (Встановіть машину на рівній, твердій поверхні.)
2. Опустіть навісне обладнання на землю.
3. Переведіть запобіжний важіль у положення блокування (див. рис. 2.7).
4. Дайте двигуну попрацювати на низьких обертах на холостому ходу щонайменше п'ять хвилин, щоб він охолов. В іншому разі можливе різке підвищення температури.)
5. Заглушіть двигун, повернувши ключ у положення "Вимк." (O). Після стравлювання тиску в гідросистемі та ресивері вийміть ключ із замка запалювання.
6. Перед початком робіт з обслуговування прикріпіть попереджувальну бирку "НЕ ВИКОРИСТОВУВАТИ" на дверях кабіни або робочий важіль (див. рис. 2.8).

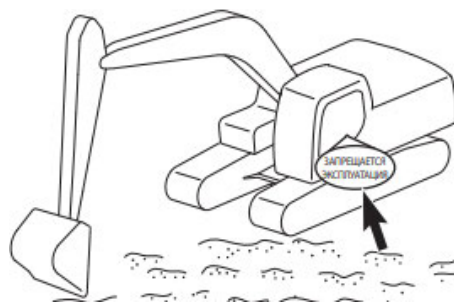


Рис. 2.8. Попереджувальна етикетка

2.5. Особливості обслуговування систем екскаватора: мащення, паливної, охолодження, роботи з оливою, паливом, охолоджуючою рідиною, фільтри, консистентна змазка

Під час роботи з мастилом у системах екскаватора слід враховувати такі аспекти.

1. Оливу використовують у двигунах і гідравлічних системах в умовах високих температур, тиску і постійного навантаження. Ці умови призводять до погіршення змащувальних і захисних властивостей оливи в процесі експлуатації.

2. Щоб уникнути забруднень під час роботи з оливою дотримуйтесь особливої обережності. Запобігайте потраплянню води, бруду, металевих частинок або інших сторонніх речовин.

3. Забруднення масла сторонніми частками, такими як вода, пил або металеві фрагменти, може призвести до значних проблем під час експлуатації машини.

4. Зберігання та поводження з олією також мають важливе значення. Переконайтеся, що олія зберігається в чистих, щільно закритих контейнерах, щоб уникнути забруднень.

5. Не змішуйте оливи різних марок або типів, оскільки це може спричинити хімічні реакції або зниження змащувальної здатності

6. Дотримуйтесь рекомендованого рівня оливи.

7. Під час заміни оливи обов'язково слід міняти і відповідні фільтри.

Паливні системи екскаваторів потребують регулярного технічного обслуговування для забезпечення ефективності та довговічності. Двигун оснащений високоточною системою впорскування з електронним управлінням (система "насос - форсунка"), яка використовує точні компоненти і спеціальні мастила для оптимального згоряння палива. Високоякісне паливо з правильною в'язкістю має вирішальне значення, оскільки низькоякісне паливо може прискорити знос компонентів системи впорскування.

Щоб уникнути пошкоджень від забруднень, таких як бруд або вода, важливо дотримуватися чистоти при заправці та зберіганні пального. Повне заповнення бака

після використання зменшує утворення конденсату, а регулярна перевірка паливних фільтрів підтримує роботу системи та мінімізує знос.

1. Щоб уникнути конденсації вологи та утворення води в паливному баку, його слід повністю запраляти після кожного робочого дня. Це запобігає накопиченню вологи та знижує ризик корозії або пошкоджень через скупчення води, особливо за різких змін температури.

2. Паливний насос є високоточним пристроєм, чутливим до забруднень. Вода або бруд у паливі можуть істотно порушити його роботу, що призведе до зниження продуктивності або пошкодження всієї системи впорскування. Для забезпечення надійної роботи необхідно підтримувати чистоту палива.

3. Під час зберігання і заправки палива важливо уникати забруднень. Використовуйте чисті, щільно закриті контейнери та переконайтеся, що заправка проводиться в максимально чистому середовищі, щоб запобігти потраплянню частинок бруду.

4. Завжди використовуйте паливо, що відповідає рекомендованим температурним умовам.

- За низьких температур, особливо нижче $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($5\text{ }^{\circ}\text{F}$), пальне може желатинізуватись, що ускладнює подачу пального та впливає на роботу двигуна. Використання спеціального зимового пального або добавок допоможе уникнути цієї проблеми.

- Навпаки, за температур, вищих за рекомендовані, в'язкість пального може знижуватися, що призводить до погіршення змащувальних властивостей і потенційних ушкоджень систем уприскування. Дотримуйтесь температурних рекомендацій для оптимальної роботи та довговічності рухових і паливних систем.

5. Перед запуском двигуна або не пізніше ніж через 10 хвилин після заправки необхідно злити осад і воду з паливного бака. Це допомагає забезпечити чистоту паливної системи та уникнути пошкоджень, спричинених скупченням осаду або води на дні бака.

6. Якщо двигун залишився без палива або після заміни фільтра в систему потрапило повітря, необхідно провести її прокачування. Видалення повітря з паливопроводів забезпечує рівномірний потік палива і безперебійну роботу двигуна.

7. Якщо в паливному баку присутні сторонні частинки або забруднення, бак і вся паливна система мають бути ретельно промиті. Це запобігає накопиченню бруду в чутливих компонентах і збоєм у роботі системи.

Негативні наслідки використання палива з високим вмістом сірки:

8. Скорочення інтервалів обслуговування систем очищення вихлопних газів - потрібне частіше обслуговування через скупчення сірковмісних відкладень у компонентах.

9. Зниження продуктивності та терміну служби систем очищення вихлопних газів - сірчані відкладення погіршують роботу каталізаторів і сажових фільтрів, що призводить до зниження ефективності.

10. Почастішання циклів регенерації систем очищення вихлопних газів - це може призвести до збільшення часу простою і зниження загальної ефективності роботи.

11. Зниження продуктивності двигуна і скорочення терміну його служби - сірчані відкладення можуть спричинити накопичення нагару в камері згоряння і на форсунках, що призводить до втрати потужності та прискореного зносу.

12. Підвищений знос - накопичення сірки сприяє збільшенню тертя і зносу в рухомих частинах.

13. Посилення корозії - сірчані сполуки викликають корозію металевих деталей, що може послабити їхню структуру.

14. Збільшення вуглецевих відкладень - це може знижувати ефективність згоряння, призводити до втрати потужності та збільшення витрати палива.

15. Зниження паливної економічності - відкладення і менш ефективне згоряння збільшують споживання палива.

16. Скорочення інтервалів заміни мастила - сірчані відкладення забруднюють мастило швидше, вимагаючи частіших заміни, що збільшує витрати на обслуговування.

17. Підвищені витрати на капітальний ремонт - часта заміна і ремонт деталей через забруднення і зношування збільшує експлуатаційні витрати.

Консистентне мастило, що складається з суміші мінеральних олів з додаванням спеціальних загусників, використовується в механізмах екскаваторів для забезпечення стабільного змащення навіть в екстремальних умовах. Воно застосовується в таких випадках і галузях:

1. Консистентне мастило запобігає заїданню і зменшує тертя, а також знижує шум у рухомих з'єднаннях, що подовжує термін служби компонентів і забезпечує безперебійну роботу.

2. Оскільки обладнання часто працює в складних умовах, як-от екстремальні температури, забруднення та вологість, регулярне використання рекомендованого мастила необхідне для запобігання корозії та зносу. Дотримуйтесь рекомендованих інтервалів змащення для забезпечення надійного захисту компонентів.

3. При нанесенні мастила необхідно видаляти надлишки, які видавлюються, щоб запобігти змішуванню з новим шаром і забезпечити максимальну ефективність мастила.

4. Старе консистентне мастило слід ретельно видаляти, оскільки воно може бути забруднене піском, пилом або іншими домішками.

5. Перед нанесенням нового мастила поверхні мастила мають бути очищені, щоб забезпечити оптимальне зчеплення і максимальний захист.

6. Залежно від конкретних вимог використовуйте різні види консистентного мастила.

7. Зберігайте консистентне мастило в закритих контейнерах і захищайте від потрапляння пилу та вологи, щоб зберегти його властивості.

Під час роботи з охолоджувальною рідиною і водою для її розведення необхідно враховувати кілька важливих моментів:

1. Охолоджувальна рідина захищає систему охолодження від корозії, замерзання і перегріву. Навіть у регіонах, де немає ризику замерзання, рекомендується використовувати антифриз для запобігання корозії. Машини DOOSAN поставляються зі спеціально розробленим охолоджувальним розчином DOOSAN, який володіє чудовими антикорозійними, антифризними і охолоджувальними властивостями. Він може використовуватися до одного року або 2000 робочих годин.

2. Для розведення охолоджувальної рідини-антифризу слід використовувати виключно дистильовану воду. Природна вода, така як річкова або колодязна (жорстка вода), містить велику кількість мінералів, таких як кальцій і магній, що можуть призвести до утворення накипу в двигуні або радіаторі. Ці відкладення погіршують теплообмін і важко видаляються, що знижує ефективність роботи системи охолодження.

3. Антифриз легко запалюється, тому його необхідно зберігати далеко від відкритого вогню і джерел тепла.

4. Співвідношення між охолоджувальною рідиною DOOSAN і водою залежить від температури довкілля і має бути встановлене відповідно до рекомендацій виробника для забезпечення оптимальної продуктивності та захисту.

5. Охолоджувальну рідину DOOSAN можна також постачати у вигляді готового до використання розчину, що забезпечує простоту і безпеку застосування. Готові розчини економлять час і мінімізують ризик помилок під час змішування.

6. У разі перегріву двигуна необхідно дочекатися його повного охолодження, перш ніж додавати охолоджувальну рідину, щоб уникнути пошкоджень через різкі зміни температури.

7. Низький рівень охолоджувальної рідини може спричинити серйозні проблеми, як-от перегрів і корозія. Це часто відбувається через потрапляння повітря в систему охолодження, що знижує її ефективність.

8. Уникайте змішування охолоджувальної рідини з жорсткою водою, що містить вапно, сіль або інші забруднення.

9. Регулярно перевіряйте стан і концентрацію охолоджувальної рідини. Забруднення або неправильна концентрація можуть знизити охолоджувальні властивості та скоротити термін служби двигуна.

10. Замінюйте охолоджувальну рідину відповідно до рекомендацій з обслуговування, щоб зберегти її захисні властивості.

Загальні рекомендації та інформація щодо фільтрів:

1. Фільтри є важливими елементами захисту, які запобігають потраплянню забруднень, як-от пилю, частинки бруду або вода, в гідравлічні, паливні та повітряні контури.

2. Не намагайтеся очищати або повторно використовувати фільтри патронного типу.



3. Під час заміни масляних фільтрів перевіряйте наявність металевих частинок на фільтрі. Наявність таких частинок може свідчити про підвищений знос або проблеми в системі.

4. Зберігайте запасні фільтри в оригінальному пакуванні та відкривайте їх тільки безпосередньо перед використанням, щоб уникнути забруднення пилом або брудом.

Символи для схеми змащення і технічного обслуговування: Схема змащення і технічного обслуговування розташована на внутрішній стороні кришки акумуляторного відсіку. Вона містить інформацію про рекомендовані точки змащення, інтервали обслуговування та використовувані мастильні матеріали. Символи, що застосовуються в цих схемах, детально пояснені у відповідній таблиці для забезпечення коректного обслуговування та догляду.

Таблиця 2.4

Символи до схеми змазки і обслуговування

Символ	Опис
	Мазання
	Редукторне мастило (поворотний

	пристрій, ходовий пристрій)
	Моторне мало
	Масляний фільтр двигуна
	Гідравлічна олива
	Масляний фільтр гідросистеми
	Сапун масляного бака гідросистеми
	Охолоджувальна рідина
	Повітряний фільтр
	Паливний фільтр
	Водовідділювач
	Фільтр системи кондиціонування
	Злив води
	Фільтр паливної кришки
	Перевірка рівня

2.6. Особливості та періодичність технічного обслуговування екскаватора

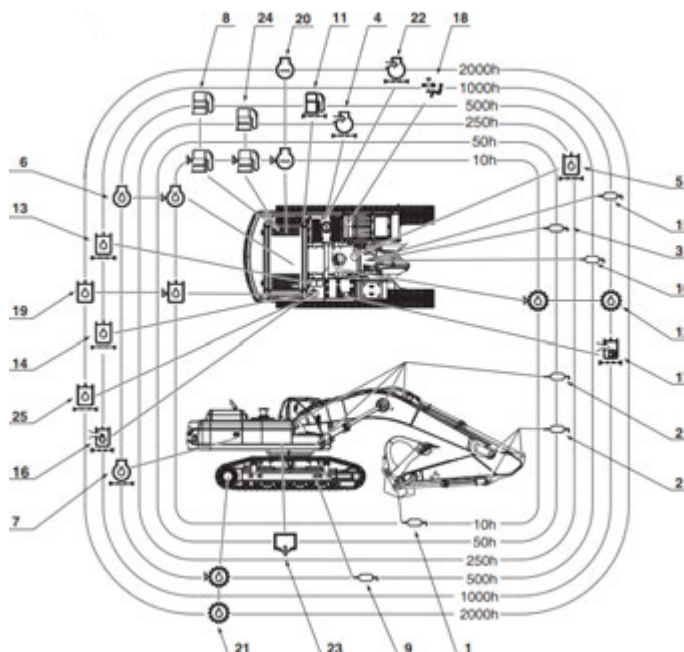


Рис. 2.9. Схема змазки і обслуговування екскаваторів.

Таблиця 2.5

Характеристика ТО механізмів та деталей екскаватора

Характеристика ТО								
№	Позиція для перевірки	Вид обслуговування	К-сть	Інтервал обслуговування, год				
				10	50	250	500	1000
1	Шарнірний палець рукоятки і ковша	Консистентне мастило	6	W10				
2	Шарнірний палець стріли і рукоятки	Консистентне мастило	11	F100	W10			
3	Підшипник повороту	Консистентна мастило	3		W10			
4	Масляний фільтр опереднього очищення (дод.)	Елемент	9.5 л			V, C		
5	Фільтр гідромолоту (дод.)	Елемент	1					
6	Моторне мастило	Моторне мастило	31 л	V				
7	Масляний фільтр двигуна***	Патрон	1					
8	Водовідділювач і фільтр попередньої очистки палива	Патрон	1	D, V				
9	Ресора гусениці	Консистентне мастило	2				W10	
10	Ведуча шестерня(повороту)	Консистентне мастило	1					
11	Головний паливний фільтр	Патрон	1					
12	Редукторна передача	Редукторне	6 л	V			F	

	повороту	мастило						
13	Зворотний фільтр оливи гідросистеми	Елемент	2			F		
14	Фільтр контуру управління	Елемент	1			F		
15	Редукторна передача повороту	Консистентне мастило	2					W10
16	Фільтр сапуна*	Елемент	1					
17	Фільтр паливної кришки	Елемент	1					
18	Фільтр кондиціонування (зовнішній)	Патрон	1				C	
	Фільтр системи кондиціонування(внутрішній)	Патрон	1				C	
19	Мастильний бак гідросистеми(повний)**	Гідравлічна олива	324 л	V				
20	Радіатор	Охолоджуюча рідина	38.8 л	V				
21	Ходовий редуктор	Редукторне мастило	2 x 5.5 л				F, V	
22	Повітряний фільтр(зовнішній)	Елемент	1				C	
	Повітряний фільтр(внутрішній)	Елемент	1					
23	Паливний бак	Дизельне паливо	545 л	V	D			
24	Додатковий водовідділяч	Сітчастий фільтр	1	D, V			C	
25	Сітчастий фільтр оливи гідросистеми на всмоктувальній лінії	Сітчастий фільтр	1					

V: Обслуговування і долив.


C: Очистка.

D: Злив води.

F: Тільки перша заміна.

F100: Кожні 10 годин протягом перших 100 годин.

W10: Кожні 10 годин при експлуатації в воді.

: заміна на кожному інтервалі

*: Якщо експлуатація машини здійснюється на запилених робочих майданчиках, необхідно регулярно виконувати очищення або заміну фільтра сапуна до настання очікуваної дати заміни.

** : При використанні оригінального гідравлічного масла DOOSAN інтервал заміни становить 4000 годин. 4000 мото-год або 2 (два) роки - зробіть аналіз гідравлічного мастила через 2000 мото-год або 1(один) рік, замініть за необхідності.

***: Інтервал заміни моторного мастила становить 500 годин, якщо одночасно використовуються моторне мастило DOOSAN (CI-4) і масляний фільтр DOOSAN.

Таблиця 2.6

Періодичність ТО

Позиція ТО
Обслуговування кожні 10 годин або щоденно
Нанесення консистентного мастила на шарнірні пальці рукоятки і ковша.
Нанесення консистентного мастила на пальці стріли, рукоятки і переднього навісного обладнання.
Перевірити рівень моторного мастила.
Перевірити рівень оливи в гідравлічному баку.
Перевірити на предмет витоків з гідросистеми.
Перевірити рівень палива.
Перевірити на предмет витоків у паливній системі.
Перевірити водовідділяч і фільтр попередньої очистки палива, злив води по мірі необхідності.
Перевірити додатковий водовідділяч і зливу води по мірі необхідності.
Перевірити рівня оливи у редукторі повороту.
Очищення пилової сітки перед оливним радіатором і проміжками охолоджувача.
Перевірити рівень рідини в системі охолодження і доливання рідини по мірі необхідності.
Перевірити рівень рідини в бачку склоомивача.
Огляд зубів і бокової ріжучої кромки ковша на ознаки зносу.
Огляд лопатей вентилятора двигуна.
Перевірити компоненти системи забору повітря і системи зниження токсичності відпрацьованих газів двигуна.
Огляд ремня безпеки на предмет справності .
Перевірити належне функціонування камери заднього виду.
Огляд дзеркала на відсутність пошкоджень, регулювання і очистка при необхідності.
Огляд конструкції на наявність тріщин і дефектних швів.
Перевірити роботи всіх перемикачів і сигналізації руху.
Перевірити роботи перемикача системи управління.
Перевірити роботи всіх ламп зовнішнього освітлення, звукового сигналу і індикаторів панелі управління.
Пуск двигуна, перевірка здатності двигуна до пуску і нагляду за кольором вихлопних газів під час запуску при нормальній робочій температурі. Перевірка на відсутність ненормальних звуків.
Перевірка роботи всіх органів управління і тяг.
Обслуговування кожних 50 годин або щотижня
Виконати всі щоденні експлуатаційні перевірки.
Нанести консистентну змазку на шарнірні пальці рукоятки і стріли.
Нанести консистентну змазку на підшипники повороту.
Зливання води і відстія з паливного баку.
Перевірити ремінь вентилятора двигуна на можливість тріщин, зносу і нормальний натяг(після перших 50 годин).
Огляд гусеничних ланцюгів в зборі для перевірки правильного натягу і відсутність ослаблених, зношених або пошкоджених частин(ланки, башмаки, ролики, направляючі колеса).
Обслуговування кожні 250 годин або щомісяця
Виконати всі щоденні експлуатаційні перевірки і перевірки після 50 годин експлуатації.
Перевірити натяг ремню вентилятора двигуна.
Перевірити на можливість зносу ремня вентилятора двигуна.
Заміна фільтру гідромолота.
Перевірити масляним фільтром попередньої очистки(додатково).

Очистка масляного фільтра попередньої очистки(додатково).
Замінити зворотний фільтр оливи гідросистеми(після перших 250 годин) .
Заміна фільтра контуру управління(після перших 250 годин).
Огляд пальців і втулок переднього навісного обладнання на предмет ознак зносу.
Перевірити рівень рідини в акумуляторних батареях.
Огляд на відсутність послаблених або відсутніх гайок і болтів .
Огляд фіксаторів шлангів паливної системи.
Обслуговування кожних 500 годин або 3 місяці
Виконати всі щоденні експлуатаційні перевірки, перевірки після 50 і 250 годин роботи.
Нанести консистентну змазку на механізм і шестерню обороту, що оббігає.
Замінити моторну оливу і фільтр.
Очищення зовнішнього фільтра системи кондиціонування(в комплектації з ROPS).
Перевірити і очистити внутрішній фільтр системи кондиціонування.
Очищення радіатора, оливного радіатора, проміжного охолоджувача, охолоджувача палива і серцевини конденсатора системи кондиціонування.
Очищення зовнішнього фільтра повітряного фільтру.
Замінити водовідділяча і фільтру попередньої очистки палива.
Очистка додаткового водовідділяча.
Замінити основний паливний фільтр.
Перевірити рівень оливи у ходовому редукторі(один з кожної сторони машини).
Замінити оливу у ходовому редукторі(один з кожної сторони машини)(після перших 500 годин).
Замінити оливу в редукторі повороту(злив і заправка трансмісійної рідини після перших 500 годин).
Обслуговування кожні 1000 годин або 6 місяців
Виконання всіх щоденних експлуатаційних перевірок, перевірки після 50, 250 і 500 годин експлуатації.
Змащення редукторної передачі повороту.
Замінити фільтр сапуна оливного баку гідросистеми.
Замінити зворотній фільтр оливи гідросистеми.
Замінити фільтр контуру управління.
Замінити оливу в редукторі повороту.
Замінити зовнішній фільтр систем кондиціонування(комплектація з ROPS).
Замінити фільтр паливної кришки.
Перевірити і відрегулювати двигун.
Обслуговування кожні 2000 годин або щороку
Виконання всіх щоденних експлуатаційних перевірок, перевірки після 50, 250, 500, 1000 годин експлуатації.
Замінити оливу в ходовому редукторі (по одному з кожної сторони машини).
Замінити зовнішні і внутрішні повітряні фільтри.
Замінити охолоджуючу рідину радіатора.
Замінити оливу гідросистеми і очистка сітчастого фільтру на всмоктувальній лінії.
Перевірити генератор і стартер.
Перевірити всі гумові віброізолюючі противоударні опори.
Виконання і записування результатів перевірок часу циклу.
Огляд машини для перевірки на можливість тріснувших і розірваних швів або іншого пошкодження конструкції.
Перевірити регулювання клапанного зазору.
Перевірити крутячі моменти затяжки болтів головок.
Обслуговування кожні 4000 годин або раз в 2 роки

Періодична заміна основних частин.
Обслуговування кожні 12000 годин або раз в 6 років
Гранична тривалість експлуатації шлангів(європейські стандарти ISO 8331 і EN982 CEN).

Обслуговування кожні 10 годин або щоденно.

Змащування шарнірних пальців рукояті та ковша консистентним мастилом.

Наносить консистентну змазку кожні 10 годин:

- Встановіть машину, як показано на рис. 2.10.а, опустіть переднє навісне обладнання на землю і заглушіть двигун.
- Використовуйте прес-маслянку, щоб нанести консистентне мастило через маслянку на зазначене місце.
- Після змащення ретельно видаліть старе мастило, яке було витіснено під час процесу.

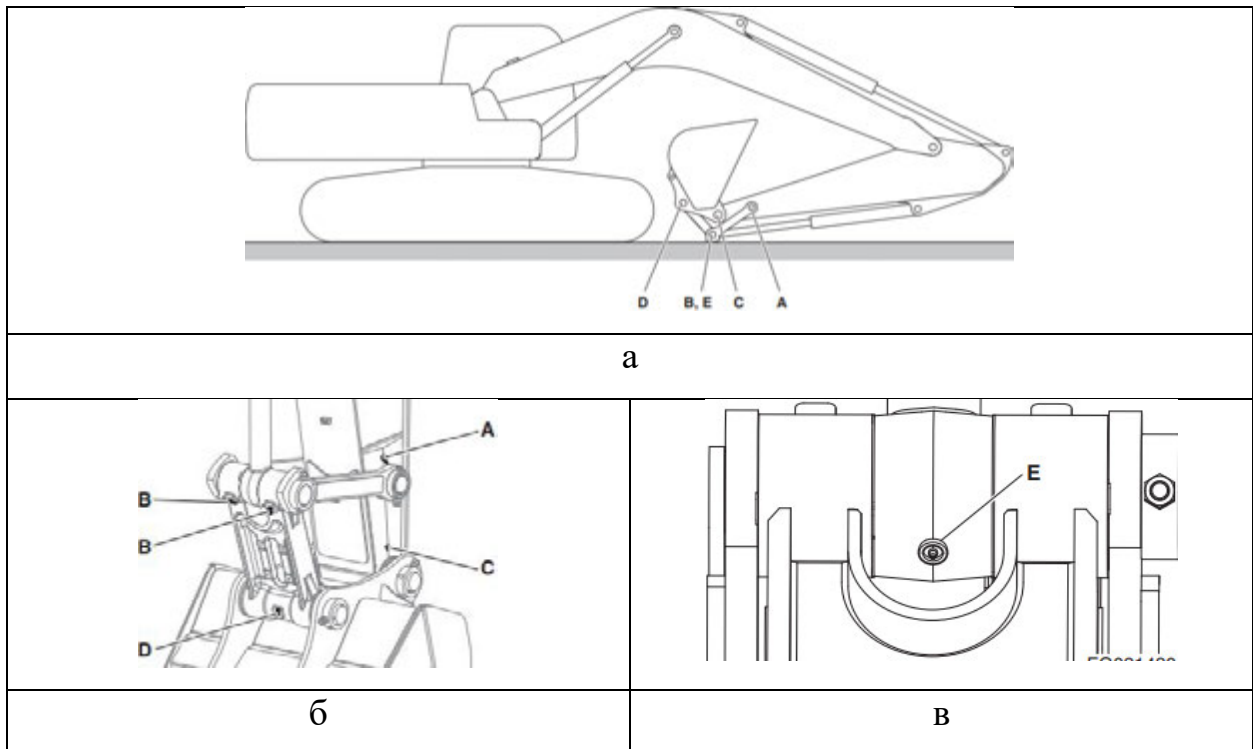


Рис. 2.10. Правильне розташування екскаватора для нанесення змазки.

А – шарнірні пальці сережки рукоятки (1 точка); В – шарнірний палець ланки (2 точки); С – шарнірний палець рукоятки ковша (1 точка); D – шарнірний палець ланки ковша (1 точка); Е – палець штока циліндра ковша (1 точка).

Нанесення консистентної змазки на пальці стріли, рукоятки і переднього навісного обладнання(протягом перших 100 годин).

Змащуйте болти кожні 10 годин протягом перших 100 годин, а потім кожні 50 годин.

Перевірка зубів і бічної ріжучої кромки ковша на ознаки зносу.

1. Щодня оглядайте зуби ковша, щоб своєчасно виявити і запобігти зносу або пошкодженню.

2. Не допускайте, щоб змінні зуби ковша зношувалися настільки, щоб ставало видно адаптер (рис. 2.11).

Обслуговування кожні 50 годин або щотижня.

Виконайте всі щотижневі перевірки. Змащування шарнірних пальців стріли і рукояті проводиться кожні 10 годин протягом перших 100 годин роботи, а потім кожні 50 годин.

- Встановіть машину, як показано на рис. 2.12, опустіть переднє навісне обладнання на землю і заглушіть двигун.
- Приєднайте шприц до прес-маслянки і нанесіть мастило на позначену точку.
- Після змащення видаліть надлишки старого мастила, які були витіснені.

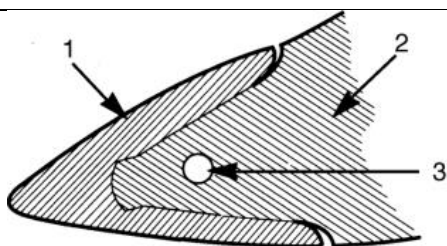


Рис. 2.11. Зуб ковша екскаватора.

1 – головка зуба; 2 – перехідник;

3 – палець.

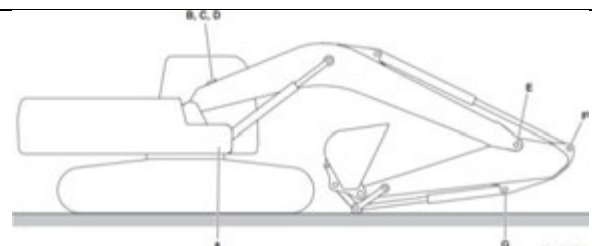


Рис. 2.12. Правильне розташування екскаватора

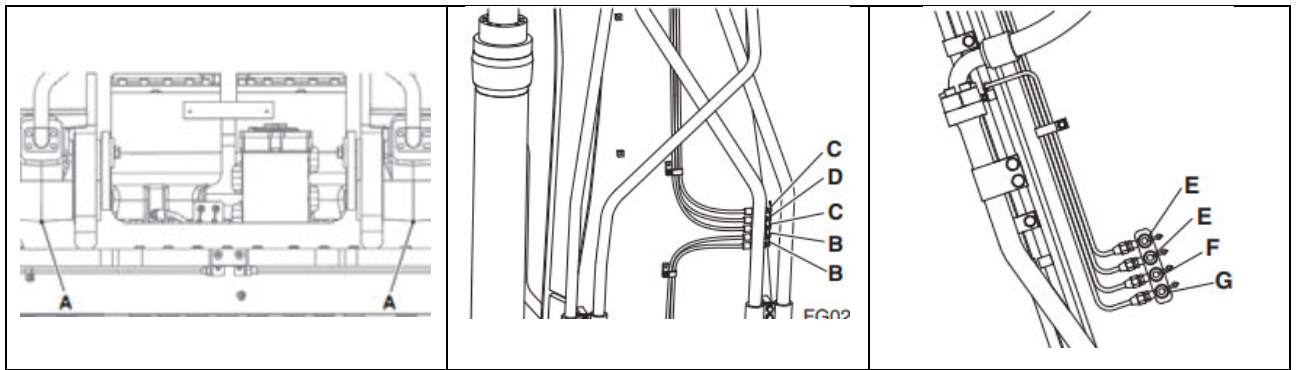


Рис. 2.13. Змащення пальців рукоятки і стріли

A – палець головки стріли (2 точки); B – палець п'яти стріли (2 точки);
 C – палець штока циліндра стріли (2 точки); D – палець головки циліндра рукоятки (1 точка); E – шарнірний палець рукоятки і стріли (2 точки); F – палець штока циліндра рукоятки (1 точка); G – палець головки циліндра ковша (1 точка).

Для змащування пальця основи стріли необхідно спочатку встановити стрілу в положення, показане на рис. 2.12. Нанесіть перший шар мастила, потім опустіть стрілу так, щоб вона злегка тиснула на поверхню, і нанесіть ще один шар мастил.

Змащення поворотного підшипника.

- Встановіть машину, як описано вище, опустіть переднє навісне обладнання на землю і заглушіть двигун.
- Для поворотного підшипника передбачено три маслянки для консистентного мастила. Уникайте надлишкового нанесення. Промийте старе мастило, завдавши нове, і ретельно видаліть витіснене мастило.

Після проведення даної процедури отримуємо змащений підшипник повороту.

Обслуговування кожні 250 годин або щомісячно.

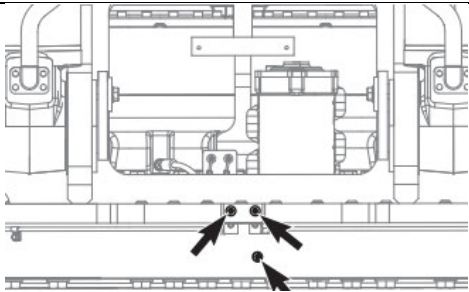
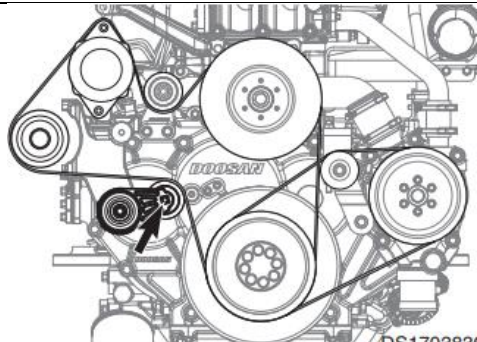
Проводьте як щоденні перевірки, так і огляди після 50 годин експлуатації.

Перевірка натягу ременя вентилятора двигуна.

Ослаблений ремінь вентилятора може призвести до перегріву двигуна, недостатнього заряджання акумулятора та/або передчасного зносу ременя. Занадто тугий ремінь може пошкодити водяний насос, підшипник генератора або сам ремінь.

- Виконуйте огляд кожні 250 годин
- Ремінь оснащений автоматичним натягувачем, який регулює натяг автоматично, тому додаткове регулювання не потрібне.

Під час щоденних перевірок переконайтеся, що індикатор на автоматичному натягувачі не сигналізує про необхідність заміни. Якщо індикатор показує, що заміна потрібна, замініть ремінь. Також слід замінити ремінь у разі надмірного зносу або пошкоджень через зовнішні впливи.

	
<p>Рис. 2.14. Змащення підшипників повороту</p>	<p>Рис. 2.15. Перевірка натягу ременя</p>

Перевірка натягу ременя запобігає перегріванню двигуна, поганій зарядці, передчасному зносу ременя та можливим пошкодженням водяного насоса, підшипника генератора або самого ременя. Заміна фільтра гідромолота.

Після роботи машини гідравлічна олива має високу температуру, тому перед заміною фільтра гальмівної системи дайте системі охолонути.

1. Припаркуйте машину на рівній і твердій поверхні. Опустіть переднє навісне обладнання та заглушіть двигун.
2. Зніміть кришку сапуна масляного бака гідравлічної системи, щоб скинути тиск.
3. (Визначте місце розташування збірки фільтра гідромолота.
4. Поставте ємність під фільтром.
5. За допомогою 36-мм гайкового ключа відкрутіть корпус фільтра з нижньої частини фільтра (рис. 2.16.а).
6. Зніміть ущільнювальне та опорне кільця з головки фільтра.
7. (Замініть фільтрувальний елемент (1, рис. 2.16. б).

8. Нанесіть невелику кількість оливи на ущільнювальне та опорне кільця і встановіть корпус фільтра назад на головку.

- Інструмент: гайковий ключ на 36 мм
- Момент затягування: 30 Н м (3 кгс м, 22 футо-фунта) і поверніть на $\frac{1}{4}$ проти годинникової стрілки

9. Після заміни фільтра гідромолота випустіть повітря з насоса і перевірте рівень оливи в гідравлічному баку.

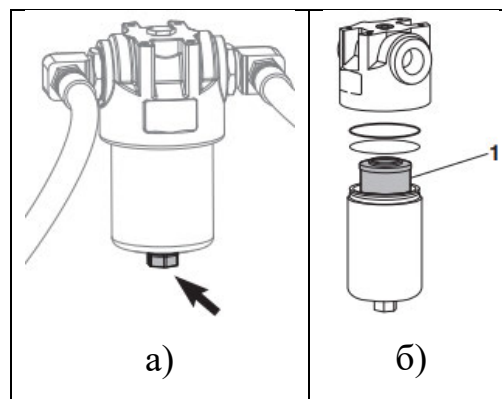


Рис. 2.16. Заміна фільтрів гідромолота

Після проведення вищевказаних процедур було продемонстровано процес заміни фільтра гідромолота.

Перевірка масляного фільтра попереднього очищення (додатково).

В умовах підвищеної запиленості докільця наявний повітряний фільтр із сухим фільтрувальним елементом може використовуватися спільно з масляним передфільтром для додаткового захисту двигуна від пошкоджень. Проводьте перевірку зовнішнього і внутрішнього масляного піддона кожні 250 годин роботи.

Знімні та незнімні фільтри є найбільш чутливими компонентами масляного передфільтра. Коректна робота передфільтра можлива тільки за умови підтримання цих елементів у чистоті. Засмічений фільтр може призвести до надмірного зносу двигуна і втрати його потужності.

Очищення масляного фільтра попереднього очищення (додатково)

Під час кожного обслуговування повітряного фільтра перевіряйте нижні частини передфільтра на предмет переповнення або засмічення. Якщо виявлено ознаки засмічення, розберіть фільтр, очистіть його і переконайтеся, що він повністю очищений від бруду і забруднень для забезпечення максимальної продуктивності.

Розбирайте фільтр не рідше одного разу на рік і виконайте такі роботи з обслуговування:

1. Зніміть масляні ванни (3 і 4, Рис. 2.17. б) і знімний сітчастий фільтр (2).
2. Очистіть внутрішню масляну ванну (3, Рис. 2.17) і зовнішню масляну ванну (4).
3. Встановіть внутрішню ванну в зовнішню ванну і залийте оливу до зазначеної позначки (9,5 л).

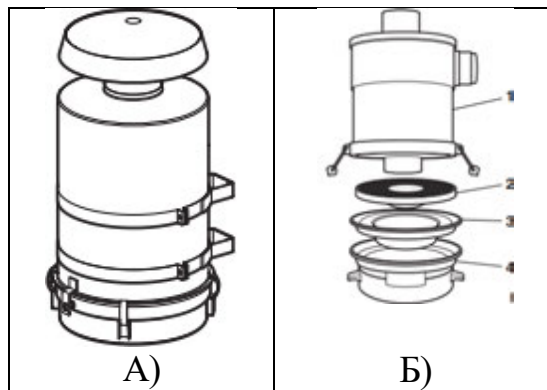


Рис. 2.17. Перевірка масляних фільтрів

1 – корпус фільтру попередньої очистки; 2 – сітчастий фільтр; 3 – внутрішня масляна ванна; 4 – зовнішня масляна ванна.

4. Огляньте сітчастий фільтр за допомогою лампи. Тримайте лампу так, щоб світло проходило через фільтр. Рівномірне яскраве світло по всій поверхні сітки свідчить про чистоту фільтра. Переконайтеся, що ніякий бруд або відкладення не закривають фільтрувальну структуру, щоб гарантувати повну чистоту фільтра.

5. За необхідності очистіть фільтр. Якщо фільтрувальний елемент засмічений брудом, пухом або соломною, ретельно промийте його за допомогою відповідного розчинника. Дайте фільтру вбратися в розчиннику, щоб видалити стійкі забруднення.

6. Ретельно висушіть фільтр стисненим повітрям. Тримайте фільтр міцно і продувайте його рівномірним потоком повітря, щоб не залишилося вологи. Повторіть за необхідності.

7. Перевірте нижні частини корпусу фільтра і центральну трубу на наявність пошкоджень. Замініть зламані, пошкоджені або відсутні частини.

Зверніть особливу увагу на тріщини, вм'ятини або вигини, які можуть вплинути на роботу фільтра.

8. Встановіть обслужений масляний фільтр на місце. Переконайтеся, що всі ущільнення встановлені правильно і фільтр надійно закріплений, щоб уникнути витоків.

9. Долийте мастило. Перевірте рівень рідини і використовуйте мастило, рекомендоване виробником, для забезпечення оптимальної ефективності.

2.7. Обслуговування різьбових з'єднань

Розглянемо таблицю основних різьбових з'єднань:

Таблиця. 2.7

Обслуговування різьбових з'єднань екскаваторів

№	Контрольна точка для огляду		Діам. болта мм	К-сть	Розмір головки болта	Круглий момент	
						Н·м	кгс·м
1	З'єднувальний болт з опорним кронштейном двигуна і двигуном	Сторона насоса	16	8	24	206	21
2	З'єднувальний болт і гайка між опорним кронштейном двигуна і рамою	Сторона насоса	20	2	30	451	46
		Сторона вентилятора	20	2	30	451	46
3	Монтажний болт радіатора		16	4	24	265	27
4	Монтажний болт для масляного бака гідросистеми		16	6	24	265	27
5	Монтажний болт для паливного баку		16	6	24	265	27
6	Монтажний болт для насосу		12	4/8	19	108/88	11/9
7	Монтажний болт для клапана управління		20	4	24	265	27
8	Монтажний болт для редуктора повороту		20	22	36	932	95
9	Монтажний болт для повороту двигуна		12	32	20	539	55

10	Монтажний болт для акумуляторної батареї	10	2	17	49	5	
11	З'єднувальний болт з гумовою подушкою кабіни і рами	10	20	17	64	6.5	
	З'єднувальна гайка з гумовою подушкою кабіни і кабіною	16	5	24	206	21	
12	З'єднувальний болт з підшипником повороту і верхньою рамою	24	44	36	932	95	
	З'єднувальний болт з підшипником повороту і нижньою рамою	24	44	36	932	95	
13	Монтажний болт для ходового пристрою	24	52	30	539	55	
	Монтажний болт для ведучого колеса	20	72	30	539	55	
14	Монтажний болт для верхнього опорного катка(катків)	16	4	30	539	55	
15	Монтажний болт для нижнього опорного катка(катків)	22	72	30	539	55	
16	Монтажний болт для щитка гусениці	22	24	30	539	55	
17	Болт для ланок гусеничного ланцюга	24	424	37	1128	115	
18	Затискний болт для переднього пальця	16	4	24	206	21	
19	Затискна гайка для переднього пальця	Стріла	20	2	30	392	40
	Затискна гайка для переднього пальця		20	2	30	392	40
20	Затискний болт для додаткового насосу	12	2	10	108	11	
21	Фільтр гідромолота(додатково)		1	36	30	3	

Затискний болт для переднього пальця.

- Інструмент: гайковий ключ на 24 мм
- Момент затяжки: 206 Н·м (21 кгс·м, 152 футо - фунта)

Затискна гайка для переднього пальця (стріла)

- Інструмент: гайковий ключ на 30 мм
- Момент затяжки 392 Н·м (40 кгс·м, 152 футо-фунта)

Гайка кріплення для переднього пальця(ківш)

- Інструмент: гайковий ключ на 30 мм
- Момент затяжки 392 Н·м (40 кгс·м, 152 футо-фунта)

		
<p>Рис. 2.29. Затискний болт для переднього пальця</p>	<p>Рис. 2.30. Затискна гайка для переднього пальця</p>	<p>Рис. 2.31. Гайка кріплення для переднього пальця</p>

Вище було наведено декілька інструкцій щодо різьбових з'єднань.

2.8. Розрахунок обсягів з ТО і ремонту екскаваторів

Розрахунки для кожної марки техніки виконуються в послідовності розташування видів ремонтно-обслуговувальних робіт (РОР). Для кожного виду робіт можна визначити їхню загальну річну кількість і сумарну річну трудомісткість.

Для забезпечення ефективності та точності планування обслуговування кожне завдання детально документується, що дає змогу виявити потенційні поліпшення в процесі обслуговування. При цьому враховуються необхідні ресурси, необхідний персонал, а також часові витрати, щоб оптимально розрахувати загальне робоче навантаження і витрати. Такий структурований підхід допомагає мінімізувати непередбачені простої та забезпечує довгострокову надійність і ефективність експлуатації машин.

Для виконання номерного ТО приймається стратегія S_2 . Вона регламентується в залежності від напрацювання по строку і містить РОР.

Виконання сезонного технічного обслуговування (СТО), технічного обслуговування під час зберігання (ТОЗ), капітального ремонту (КР) і середнього ремонту (СР) здійснюють згідно зі стратегією S_3 , за якої строки проведення ремонтно-обслуговувальних робіт (РОР) жорстко не планують, але обсяг ремонту

строго регламентований. Метою є проведення технічних робіт з оптимальним використанням ресурсів.

Для поточного ремонту також прийнято стратегію C_3 , за якої терміни проведення ремонтно-обслуговувальних робіт гнучко регулюються з урахуванням виробничої ситуації. Регулярно проводиться моніторинг і діагностика стану техніки для визначення необхідних заходів. Обсяг робіт не строго регламентований і визначається за результатами діагностики, що дає змогу оперативно адаптувати роботи до поточних потреб і підвищити ефективність обслуговування.

Число капітальних (K_{KP}) і середніх (K_{CP}) ремонтів визначається через нормативний коефіцієнт охоплення (O_{KP}) і поправочні коефіцієнти ($P_1 \dots P_5, P_7$). Сумарну річну трудомісткість (T_{KP}^C) капітального ремонту визначають як добуток цілої частини числа капітальних ремонтів [K_{KP}] на норматив трудомісткості (T_{KP}) одного капітального ремонту.

Таблиця. 2.6

Результати розрахунків річного об'єму робіт

Марка техніки	Ремонт				Технічне обслуговування							
	капітальний		поточний		ТО-3		ТО-2		ТО-1		СТО	
	K_{KP}	T_{KP}^C	K_{PP}	T_{PP}^C	K_{TO-3}	T_{TO-3}^C	K_{TO-2}	T_{TO-2}^C	K_{TO-1}	T_{TO-1}^C	$K_{СТО}$	$T_{СТО}^C$
Д-867	4.77	2099	4.91	4950	20.23	647.36	37.5	686.25	150	765	50	1000

Було проведено розрахунки річного обсягу робіт, включно з розрахунками за сезонним технічним обслуговуванням (СТО), технічним обслуговуванням під час зберігання (ТОЗ) і капітальним ремонтом (КР)

Проведені розрахунки дають змогу точно планувати потреби в обслуговуванні впродовж усього року і сприяють підвищенню доступності техніки та безперебійній роботі обладнання.

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Цілі та завдання експериментальних досліджень

Мета дослідження: аналіз експлуатаційної надійності екскаваторів DOOSAN різних моделей, виявлення закономірностей відмов і розроблення рекомендацій щодо підвищення їхньої надійності.

Цілі данного дослідження:

1. Вивчити статистику відмов екскаваторів DOOSAN і провести їх класифікацію.
2. Оцінити вплив планового технічного обслуговування на зниження інтенсивності відмов.
3. Визначити найбільш схильні до відмов вузли екскаваторів і запропонувати заходи щодо їх посилення.
4. Розробити практичні рекомендації щодо зниження експлуатаційних витрат.

3.2. Методика проведення експериментальних досліджень

3.2.1. Загальна методика дослідження

Експериментальні дослідження було організовано на основі аналізу статистичних даних, наданих для трьох моделей екскаваторів DOOSAN: DX140LC, DX380LC і DX225LC. Основна увага приділялася збору інформації про напрацювання машин, частоту відмов, типи несправностей і час простоїв.

Процес дослідження включав такі етапи:

1. Збір даних:

Використання таблиць експлуатаційних даних для систематизації напрацювання (у мото-год), кількості відмов і частоти проведення технічного обслуговування (ТО).

2. Обробка даних:

Проведення класифікації відмов за типами вузлів і систем екскаваторів (гідравлічна система, паливна система, ходова частина).

3. Побудова залежностей:

- Визначення інтенсивності відмов як функції напрацювання.

- Виявлення впливу регулярності ТО на частоту відмов.

4. Аналіз отриманих даних:

- Порівняння характеристик надійності різних моделей.
- Розрахунок відсоткового розподілу відмов по вузлах.

5. Формулювання висновків:

- Розробка практичних рекомендацій для поліпшення експлуатації екскаваторів.

3.2.2. Планування експерименту

Для дослідження надійності екскаваторів було обрано метод пасивного експерименту, що передбачає аналіз уже наявних даних. Основні аспекти планування включали:

1. Матриця даних:

Експлуатаційні дані були зведені в таблиці, що містять:

- Напрацювання в мото-год.
- Кількість відмов.
- Частоту виконання ТО.
- Тип відмов і опис ремонтних заходів.

2. Обсяг вибірки:

Для кожної моделі екскаваторів проаналізовано дані за період експлуатації від 4903 до 19653 мото-год, що дає змогу охопити повний життєвий цикл техніки.

3. Критерії аналізу

- Інтенсивність відмов: $\lambda = \frac{N}{L}$, де N – кількість відмов, L – загальне напрацювання в мото-год
- Розподіл відмов по вузлах: процентне співвідношення частоти відмов кожної системи до загальної кількості відмов.

4. Припущення:

- Повторюваність відмов підпорядковується нормальному розподілу, оскільки не виявлено аномальних викидів.

- Вплив зовнішніх факторів (наприклад, погодних умов) у дослідженні не розглядали.

3.2.3. Джерела даних

1. Технічні дані екскаваторів:

Таблиці експлуатації надавали інформацію про:

- Напрацювання (у мото-год) для кожної моделі.
- Кількість відмов на кожні 1000 мото-год.
- Регулярність і типи проведеного ТО.

2. Класифікація відмов:

Відмови були розподілені за ключовими системами:

- Гідравлічна система.
- Паливна система.
- Ходова частина.
- Електрична система.

3. Дані про ремонти:

Для кожної відмови фіксувався час простою, характер виконаних робіт (наприклад, заміна гідравлічних шлангів, ремонт паливних форсунок).

3.2.4 Процедури аналізу

Для опрацювання даних використовували такі методи:

1. Класифікація відмов за вузлами:

Кожну відмову класифікували за вузлом або системою, у якій вона сталася.

- Гідравлічні відмови становили 48% для моделі DX140LC.
- Відмови в паливній системі - 23% для DX225LC.

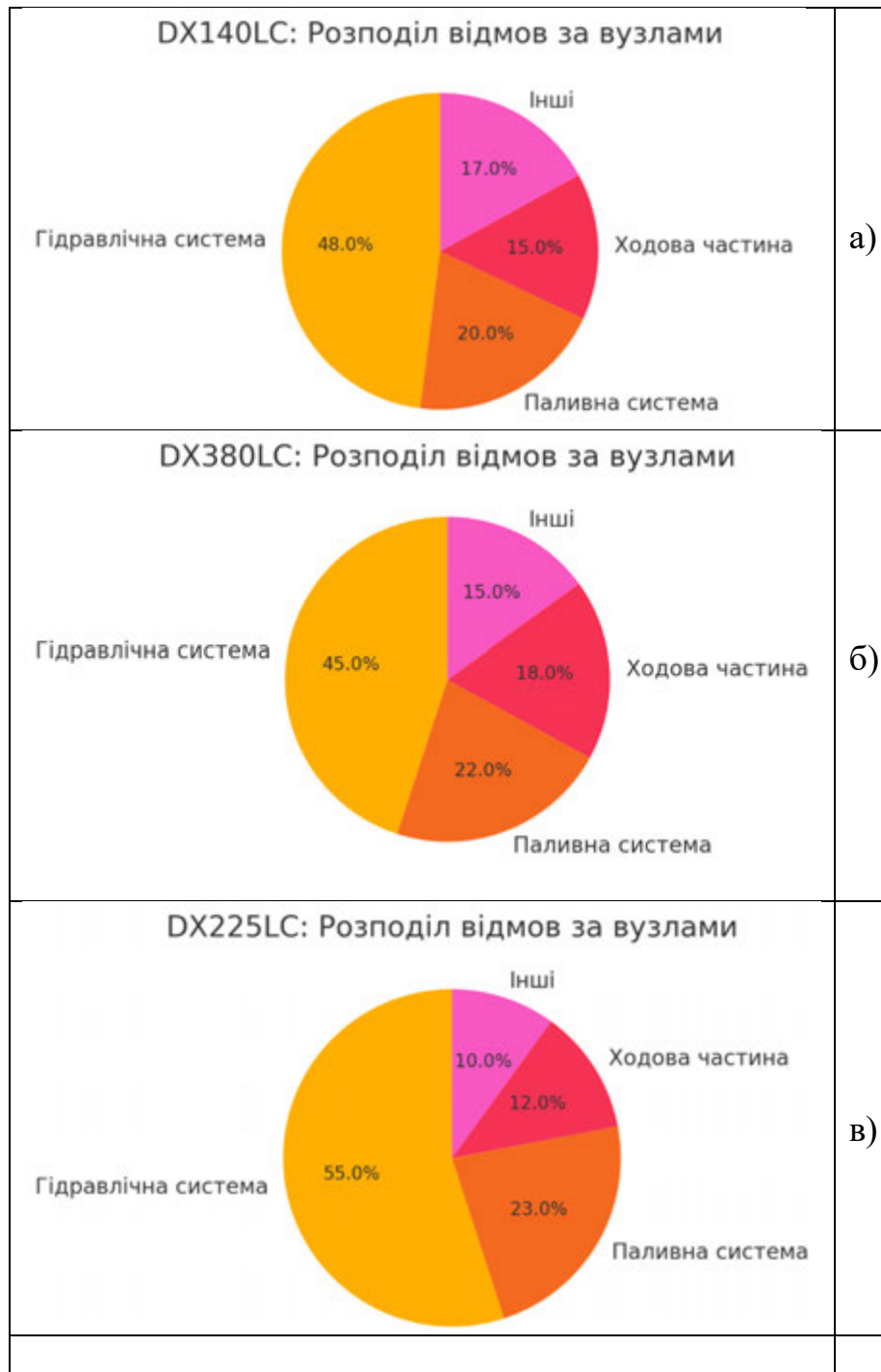


Рис.3.1. Розподіл відмов за вузлами

2. Аналіз інтенсивності відмов:

- Інтенсивність розраховували для кожного інтервалу експлуатації (1000 мото-год).
- Наприклад, для DX380LC інтенсивність відмов після 10 000 мото-год зросла на 63%.

3. Оцінка впливу ТО на надійність:

- Порівняння частоти відмов в інтервалах експлуатації з різною регулярністю ТО.

- Виявлено, що нерегулярне ТО збільшує частоту відмов на 35%.

4. Графічне представлення даних:

Побудовано графіки залежності кількості відмов від напрацювання для кожної моделі екскаваторів.



Рис. 3.2. Графік залежності кількості відмов від напрацювання екскаваторів DOOSAN

РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ

4.1. Оцінка напрацювання екскаваторів перспективного модельного ряду в реальних умовах експлуатації.

Перспективним напрямком розвитку гірничодобувної галузі є збільшення частки видобутку корисних копалин відкритим способом, де ключову роль відіграють екскаватори з високою одиничною потужністю. Завдяки постійному розвитку машинобудування спостерігається стійка тенденція до збільшення потужності основного видобувного і транспортного обладнання. Дедалі частіше використовують екскаватори з об'ємом ковша від 20 до 45 м³ і вантажопідйомністю до 63 тонн, що працюють у парі з потужними автосамоскидами.

Основна мета будь-якого підприємства - досягти максимальної ефективності при мінімальних витратах. У контексті екскаваторів для відкритих гірничих робіт це означає забезпечення максимальної продуктивності при мінімально можливих експлуатаційних витратах під час видобутку гірської породи. Однак збільшення експлуатаційних витрат у поєднанні зі зменшенням часу роботи і скороченням залишкового терміну служби екскаваторів призводить до неефективного використання ресурсів у гірничодобувній промисловості. Для досягнення цієї мети дуже важливо оцінювати умови експлуатації машин і мінімізувати незаплановані простої.

Практичний досвід показує, що незаплановані простої, викликані несправностями в складних системах кар'єрного екскаватора, можуть становити до 35% робочого часу. Технічний стан і термін служби цих машин безпосередньо залежать від умов експлуатації та зовнішніх впливів. Більшість відмов, обумовлених технологічними, технічними та людськими факторами, в основному викликані характеристиками систем приводу і управління, а також високою жорсткістю приводу і конструкцією екскаватора і його робочого обладнання. Ці фактори призводять до специфічних реакцій машини при

взаємодії з матеріалом, що розробляється, особливо при безперервному управлінні рухом ковша, що, в свою чергу, може викликати помилки в роботі.

На основі теоретичних та експериментальних досліджень було проаналізовано, систематизовано та представлено найважливіші фактори впливу, які суттєво впливають на функціональність, технічний стан та продуктивність екскаваторів(Рис. 4.1).

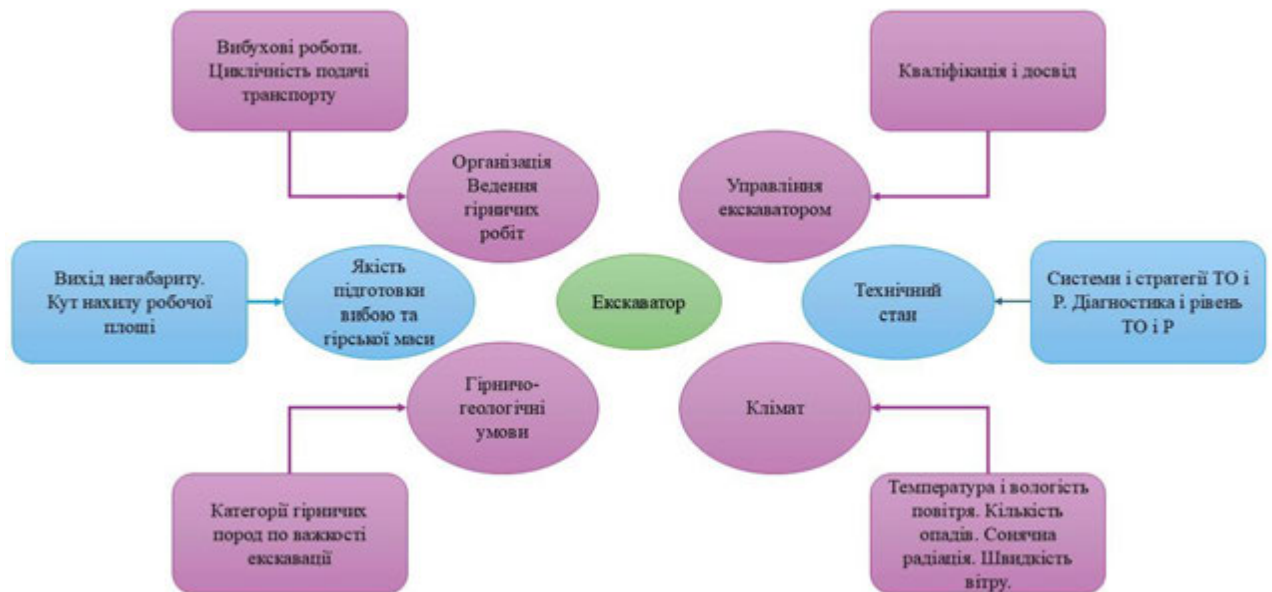


Рис. 4.1. Чинники, за якими визначають ефективність функціонування кар'єрного екскаватора

Безліч факторів, які в тій чи іншій мірі впливають на інтенсивність процесів зношування екскаватора протягом його життєвого циклу, можна розділити на дві основні групи: ергономічні фактори, які залежать від втручання людини, і природні фактори, де вплив людини відсутній або зведений до мінімуму.

Ергономічні фактори включають в себе управління екскаватором оператором, тип і якість екскаваторних робіт, їх організацію, а також обсяг і якість робіт з технічного обслуговування і ремонту. Природні фактори, з іншого боку, включають геологічні та кліматичні умови, якість підготовки ділянки видобутку і матеріалу, обрану стратегію технічного обслуговування і фактор природного старіння машини. Останній розглядається як ідеалізований

процес природного зносу екскаватора протягом його терміну служби за умови, що він використовується в номінальних умовах експлуатації.

Ці дві групи факторів по-різному впливають на інтенсивність зношування. Якщо умови експлуатації перевищують номінальні параметри, вони прискорюють процес старіння. І навпаки, більш сприятливі умови можуть зменшити знос. Слід підкреслити, що тільки один фактор сприяє зменшенню процесів зношування: якість і ретельність, з якою проводяться заходи з технічного обслуговування і ремонту.

Аналіз статистичних даних щодо використання великих екскаваторів великої потужності виявив розподіл простоїв, спричинених різними факторами (Рис.4.2.). За аналізований період загальний час простою склав близько 6000 годин. З них 45% припадає на планові роботи з технічного обслуговування і ремонту, спрямовані на підтримання функціональності машин. У 22% випадків причини полягали в організації земляних робіт і в управлінні екскаватором оператором (ергономічний фактор). Решта 33% простоїв були спричинені природними факторами.

Ці результати дають зрозуміти, що основні причини простоїв полягають як у якості організації та експлуатації, так і в зовнішніх умовах, які впливають на роботу машин. Цілеспрямоване управління цими факторами може значно підвищити доступність та ефективність екскаваторів.



Рис.4.2. Розподіл простоїв екскаваторів

4.2. Оцінка показників експлуатаційної надійності екскаваторів

Гірничодобувна промисловість відіграє центральну роль у світовій економіці. У 2019 році світовий видобуток вугілля склав 8 129,4 млн тонн, що на 0,5% більше, ніж у попередньому році. Значна частина цього обсягу була видобута відкритим способом, особливо в країнах з великими покладами вугілля, таких як Китай, Індія, Індонезія та Австралія.

За даними Міжнародного енергетичного агентства (МЕА), світове виробництво концентрату коксівного вугілля у 2019 році зросло на 0,7% до 994 млн тонн. Провідними виробниками є Китай (61 %), Австралія (14 %), США (7 %) та Канада (3 %).

Зростання видобутку вугілля відкритим способом вимагає розширення машинного парку та постійного технічного обслуговування обладнання. За даними Global Market Insights, світовий ринок гірничодобувного обладнання у 2022 році досяг обсягу понад 75 мільярдів доларів США і, як очікується, буде зростати приблизно на 5% щорічно в період з 2023 по 2032 рік. Таке зростання зумовлене швидкою інтеграцією сучасних технологій, спрямованих на підвищення продуктивності та прибутковості гірничих робіт.

Незважаючи на це зростання, зношеність побутової техніки залишається серйозною проблемою. За даними Verified Market Reports, ринок технічного обслуговування, ремонту та капітального ремонту гірничодобувного обладнання у 2023 році оцінювався в 10,7 млрд доларів США, а до 2030 року прогнозується на рівні 39,6 млрд доларів США, що свідчить про необхідність значних інвестицій у технічне обслуговування та модернізацію техніки.

Підсумовуючи, світова гірничодобувна промисловість переживає стійке зростання, особливо у сфері видобутку вугілля відкритим способом. Однак, щоб закріпити цей прогрес у довгостроковій перспективі, вкрай важливо зосередитися на модернізації та обслуговуванні обладнання для забезпечення його надійності та ефективності.

Таблиця 4.1.

Основні технічні параметри екскаваторів

Параметри	Bucyrus RH120E	Liebherr ER9250	Liebherr 984C/9100	DOOSAN DX800LC- 7
Початковий обсяг ковша при 1,8 т/м ³	15	15	7/7	5
Максимальна висота зрізу, м	14.4	12.8	14.75/12.7	13.2
Максимальний виліт при копанні, м	13.5	13	14.65/13	12.5
Максимальна висота розвантаження, м	10.7	11	9.8/8.65	10.8
Експлуатаційна маса, т	287	253.5	119.8/109.6	79.5
Тиск на ґрунт, кПа	215	207.9	175.3/139	78
Швидкість пересування, км/год	2.7	2.7	2.9/3.5	3.4
Максимальне тягове зусилля, кН	1680	1210	560/560	420
Паливний бак, л	5360	5440	1585/1478	1050
Середня напрацювання м/год	47448	47302	27456	30000
Кількість екскаваторів в експлуатації, од.	2	3	3	4

Представлені дані свідчать про підвищений знос і старіння техніки для відкритого видобутку корисних копалин. Частина техніки, що експлуатується зараз, була виготовлена багато років тому і зараз значно перевищила свій призначений термін служби. У цій ситуації детальний аналіз показників експлуатаційної безпеки екскаваторів має вирішальне значення. На основі результатів цього аналізу можуть бути розроблені стратегії ефективного управління парком машин з метою зниження витрат на технічне обслуговування і досягнення запланованих виробничих показників.

4.3. Структура непланових простоїв парку екскаваторів

Кількість простоїв екскаваторів є ключовим показником ефективності використання обладнання та підкреслює необхідність науково обґрунтованих заходів для підвищення надійності. Такі заходи дають змогу надійно

виконувати заплановані виробничі програми та зменшити витрати на обслуговування машин.

Аналіз експлуатаційних даних парку екскаваторів за період 2017-2019 рр. свідчить про наступне:

- Вусугус RH120E: Фактичний робочий час склав 14 021,76 годин, що відповідає 29% використання календарного фонду робочого часу (КФРЧ).
- Liebherr ER9250: Робочий час склав 38 344,60 годин або 53% від КАФ.
- Liebherr R984C/R9100B: робочий час склав 31 235,46 годин або 61 % (Liebherr R984C: 60 %, Liebherr R9100B у 2019 році: 71 %).
- DOOSAN DX800LC-7: напрацювання склало 25 842 години або 52 % від ФРП.

Використання КГЕ варіюється залежно від типу екскаватора, що значною мірою залежить від надійності та умов експлуатації. Значна частка простоїв була спричинена незапланованими ремонтами через поломки та пошкодження механізмів:

- Для Вусугус RH120E незаплановані простої склали 26% від ФРП, або 2 610,97 годин.
- Для Liebherr R984C/R9100B незаплановані простої склали 31%, або 6 266,64 години.
- Для Liebherr ER9250 планові ремонти переважали - 31% (10 531,28 годин), включаючи середній і капітальний ремонти двох екскаваторів. Тим не менш, частка незапланованих ремонтів через поломки була високою і склала 17% (5 818,41 годин).
- Для DOOSAN DX800LC-7 незаплановані простої склали 22% від ФРП, що відповідає приблизно 5 685 годинам.

Ці результати підкреслюють необхідність підвищення надійності екскаваторів шляхом поєднання профілактичного обслуговування та ефективного планування позапланових ремонтів для максимізації продуктивності та зниження витрат на технічне обслуговування.

Статистика незапланованих простоїв великих гідравлічних екскаваторів (ВГЕ) включає наступні події: Поломки і пошкодження, аварії на лініях електропередач і дефіцит електроенергії, відсутність запасних частин, час очікування ремонтного персоналу, відсутність допоміжного обладнання або транспортних засобів, кліматичні та інші умови, а також зупинки контролюючими органами.

Розподіл незапланованих простоїв показує, що найбільша частка припадає на наступні події:

- Поломки та пошкодження: 52 %,
- Час очікування ремонтного персоналу: 35,8 %,
- Відсутність запасних частин: 11,1 %.
- Сумарна частка груп "аварії на лініях електропередач" та "відсутність електроенергії", "кліматичні та інші умови", "відсутність допоміжного обладнання або транспортних засобів" та "зупинки з боку контролюючих органів" становить лише 1,1%.

Категорія "поломки та пошкодження" включає простої через проблеми з основними системами екскаваторів:

- Гідравлічна система (ГС),
- Механічна система (МС),
- Електрична система (ЕС),
- Двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ),
- Система змащення (СЗ).

Крім того, враховуються простої під впливом таких факторів, як час очікування ремонту (ОР) або зовнішні причини (ЗП).

Таблиця 4.2.

Структура непланових простоїв за системами екскаваторів і причинами

№	Категорія відмови	Вucyrus RH120E, %	Liebherr ER9250, %	Liebherr R984C, %	Liebherr R9100B, %	DOOSAN DX800LC-7, %
1	ГС	19,1	18,9	29,8	32,2	25,0
2	МС	12,1	13,3	6,8	5,1	10,0
3	ЕС	43,3	39,1	27,7	18,6	30,0
4	ДВЗ	-	-	6,0	18,6	15,0
5	СЗ	8,8	4,5	9,4	18,6	8,0
6	ОР	14,0	21,5	16,7	3,4	10,0
7	ЗП	2,7	2,7	3,7	3,4	2,0

Аналіз структури незапланованих простоїв для різних моделей екскаваторів показує, що найбільший внесок вносять гідравлічна та електрична системи, на які припадає 54% від загальної кількості відмов. Ці результати підкреслюють необхідність цілеспрямованого технічного обслуговування цих систем для підвищення надійності та часу безвідмовної роботи машин.

Велика кількість простоїв під час технічного обслуговування екскаваторів виникає через те, що ремонт не проводиться в нічну зміну, а в денну зміну - через очікування прибуття сервісних організацій, які доглядають за екскаваторами. Простої через брак запасних частин також сприяють цій проблемі.

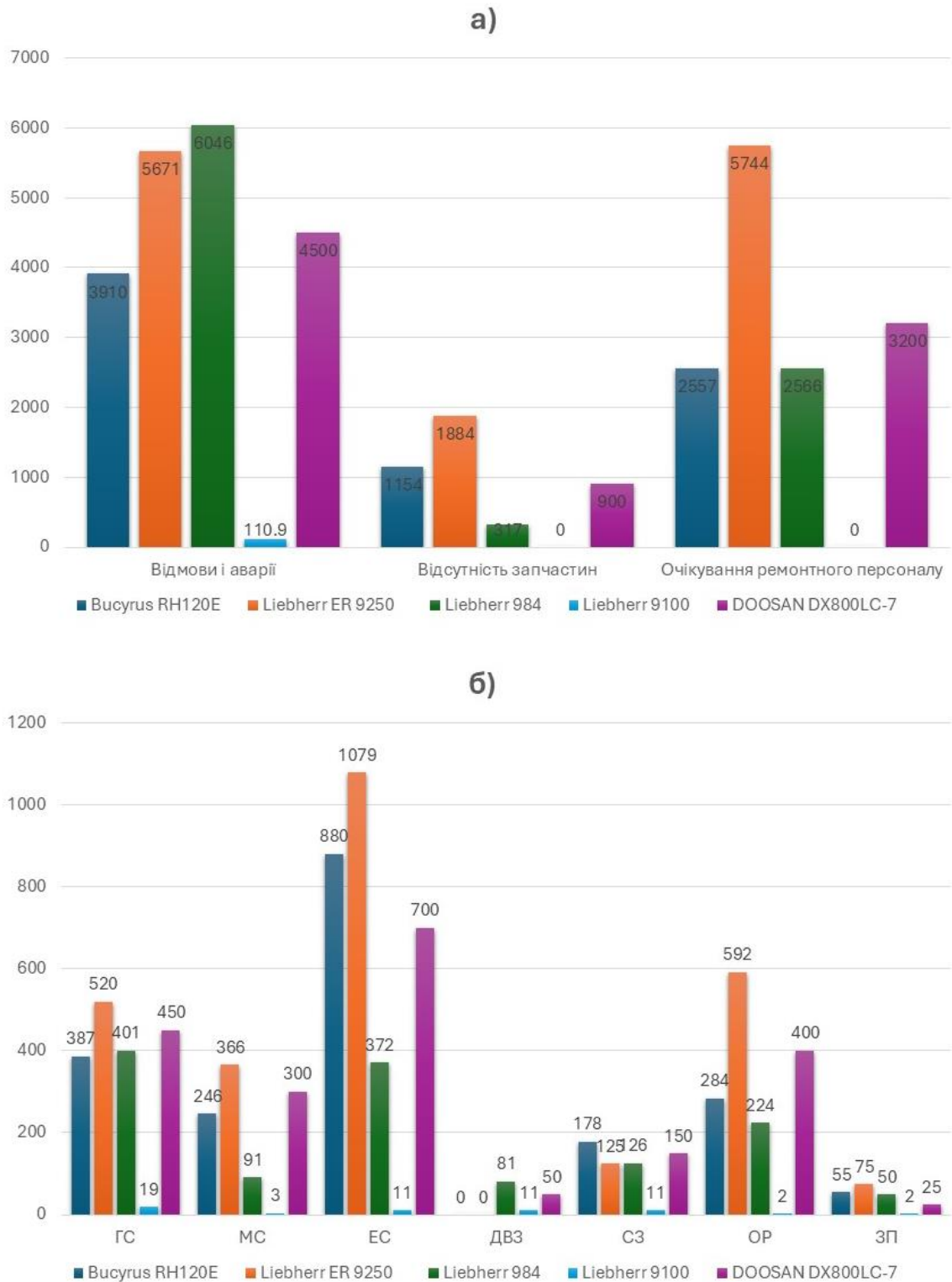


Рис. 4.3. Структура непланових простоїв унаслідок аварійності парку екскаваторів за 2017-2019 рр. (а). Структура аварійних простоїв парку за системами гідравлічних екскаваторів і причинами за 2017-2019 рр. (б)

На кар'єрі "Нордберг" загальний час простою розкривних екскаваторів у 2019 році склав 11 374 години.. Середні витрати на годину простою ГЗК,

виходячи з прямих витрат (витрати на персонал, паливо/енергію, амортизацію, запасні частини), були розраховані для 2019 року наступним чином:

- Bucyrus RH120E: \$90,23/год при продуктивності 325,8 т/год,
- Liebherr ER9250: \$88,56/год при продуктивності 340,9 т/год,
- Liebherr R984C: \$77,85/год при продуктивності 186,4 т/год,
- DOOSAN DX800LC-7: \$70,42/год при продуктивності 300 т/год.

Ці цифри чітко показують, що простої мають значний фінансовий вплив і що заходи з оптимізації процесів технічного обслуговування та мінімізації простоїв необхідні для підвищення ефективності та продуктивності.

Висока частка незапланованих простоїв екскаваторів призводить до значних витрат, які спричинені як зменшенням обсягів видобутку вугілля та породи, так і збільшенням витрат на ремонт. У 2019 році в категорії "Очікування ремонту" було зафіксовано загалом 475 поломок. На кар'єрі Nordberg ці простої призвели до витрат на загальну суму 425 000 доларів США через очікування ремонтних бригад і 75 000 доларів США через брак запасних частин.

Ці витрати можна зменшити за допомогою наступних заходів:

- Проведення ремонтів у нічну зміну для мінімізації простоїв між змінами;
- Забезпечення сервісного персоналу безпосередньо в зоні видобутку для мінімізації часу на дорогу до машин;
- Впровадження оптимізованої системи управління ремонтами, яка забезпечує своєчасну заміну швидкозношуваних деталей для досягнення запланованого терміну служби машин і максимізації терміну їхньої корисної експлуатації до моменту виведення з експлуатації.

Аналіз безпеки експлуатації великих екскаваторів на кар'єрі "Нордберг" виявив дві основні проблемні області:

- Необхідність скорочення часу простою в категорії "очікування ремонту". Це не тільки зменшить прямі витрати на експлуатацію машин, але й підвищить продуктивність екскаваторів.

- Виявлення найбільш вразливих компонентів машин з метою адаптації існуючої стратегії ремонту та підвищення надійності машин у довгостроковій перспективі.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Загальні вимоги техніки безпеки

Нині абсолютно безпечних і нешкідливих виробничих об'єктів не існує. Щороку рівень виробничого травматизму у світі збільшується. За даними Міжнародної організації праці (МОП), щорічно відбувається близько 125 мільйонів нещасних випадків на виробництві. В Україні нещасні випадки трапляються у 5-8 разів частіше, ніж у країнах ЄС. Щодня в нашій країні отримують травми близько 80-85 осіб, з яких 10 % стають інвалідами, а до 2 % гинуть. Тому безпека праці є важливою частиною охорони праці.

Загальні вимоги до техніки безпеки включають:

- Використання відповідних засобів індивідуального захисту (ЗІЗ): До них відносяться захисні каски, окуляри, беруші, респіратори та інші засоби захисту, які повинні застосовуватися залежно від характеру роботи і можливих ризиків.
- Регулярне проведення навчань та інструктажів з охорони праці: Працівники мають бути навчені та проінструктовані щодо можливих ризиків на робочому місці та про те, як діяти в аварійних ситуаціях.).
- Проведення перевірок обладнання та засобів захисту: Регулярний огляд і обслуговування обладнання та ЗІЗ допомагає запобігти можливим аваріям.
- Планування та проведення навчань на випадок надзвичайних ситуацій: Необхідно мати плани евакуації та проводити тренування, щоб у разі потреби забезпечити швидку та ефективну реакцію
- Зниження джерел небезпеки: Постійний контроль і усунення потенційно небезпечних чинників, як-от дроти, що звисають, гострі кромки або недостатнє освітлення, є вкрай важливими.
- Забезпечення безпечного робочого середовища: Це включає контроль за рівнем шуму, якістю повітря, освітленням і ергономікою робочих місць для мінімізації травм і ризиків для здоров'я.

Ефективна система охорони праці сприяє не тільки зниженню кількості нещасних випадків, а й поліпшенню самопочуття і продуктивності співробітників.

ПОПЕРЕДЖУВАЛЬНІ ЕТИКЕТКИ

Попереджувальні етикетки розміщені на обладнанні для інформування оператора та обслуговуючого персоналу про можливі небезпеки та наслідки травм. Вони містять інструкції та/або описи дій, необхідних для запобігання небезпечних ситуацій, сприяючи підвищенню поінформованості про ризики та зниженню ймовірності нещасних випадків

Якщо попереджувальні етикетки пошкоджені, нечитабельні або зношені, їх необхідно очистити або замінити. Для очищення слід використовувати м'яку тканину, воду і мило. Не допускається застосування розчинників, бензину або агресивних хімічних засобів, оскільки це може пошкодити клей, що утримує етикетки на поверхні. У разі заміни частини, на якій закріплена етикетка, нова етикетка має бути встановлена на замінену частину для збереження безпеки.

Етикетки з текстом містять сигнальне слово, зображення і текстове повідомлення, що надає додаткові попередження та інструкції. У деяких випадках текстове поле може бути відсутнім, залишаючи зображення і сигнальне слово для передачі ключової інформації.

Етикетки без тексту складаються з панелі оповіщення про небезпеку та панелі з інструкціями щодо запобігання ризику. Панель оповіщення зазвичай розташована у верхній або лівій частині, тоді як панель з інструкціями - у нижній або правій частині етикетки. Панелі попередження про небезпеку містять чорний трикутник і зображення, що вказує на загрозу і можливі наслідки ігнорування інструкцій. Панелі з інструкціями містять символи та заборонні знаки, що показують необхідні дії для запобігання небезпеці. Мета таких етикеток - надати зрозумілі та наочні інструкції для швидкого виконання вимог безпеки.

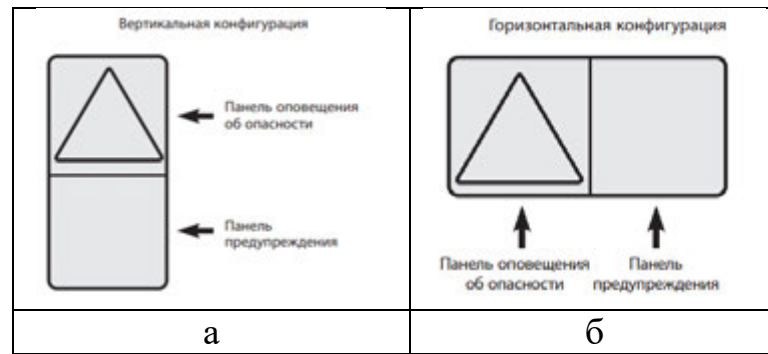


Рис. 5.1. Панелі оповіщення



Рис. 5.2 Загальні фактори небезпеки

5.2. Техніки безпеки при виконанні ремонтних робіт

Безпека під час експлуатації машини лежить на відповідальності оператора. Експлуатація та обслуговування машини повинні виконуватися тільки навченим і допущеним персоналом.

Під час експлуатації та технічного обслуговування необхідно суворо дотримуватися всіх правил техніки безпеки, приписів та інструкцій:

- Забороняється керувати машиною в стані алкогольного або наркотичного сп'яніння. Оператор, який приймає медикаменти, повинен проконсультуватися з лікарем для підтвердження можливості безпечного керування машиною.
- Переконайтеся, що всі захисні кожухи і кришки встановлені правильно. У разі виявлення пошкоджень негайно замінійте захисні кожухи та кришки).

- Переконайтеся, що ви повністю розумієте принцип роботи та обслуговування всіх засобів безпеки, таких як запобіжний важіль і ремінь безпеки, і використовуйте їх правильно.

- Заборонено знімати, модифікувати або відключати засоби безпеки. Завжди підтримуйте їх у справному стані.

- Недотримання вимог безпеки, викладених в інструкціях, може призвести до смерті або серйозних травм.

Засоби індивідуального захисту.

- Не надягайте вільний одяг або ювелірні прикраси - вони можуть зачепитися за органи управління або інші частини обладнання.

- Не носіть одяг, просочений олією, оскільки він може загорітися.

- Рухові вихлопні гази і шум є невидимими, але небезпечними факторами, які можуть завдати шкоди здоров'ю. За необхідності використовуйте респіратор, захисні навушники, каски, взуття, окуляри, рукавички та інші засоби захисту.

- Особисте захисне екіпірування повинне регулярно перевірятися і підтримуватися в хорошому стані для забезпечення

5.3. Техніка безпеки в аварійних ситуаціях

Інструкція з охорони праці повинна містити розділ "Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях", який надає повну інформацію і точні вказівки щодо поведінки в надзвичайних ситуаціях. У цьому розділі зазначається:

- Можливі аварійні ситуації та їхні причини: Опис потенційних НС, таких як пожежі, механічні поломки, короткі замикання або хімічні загрози, а також типові причини виникнення таких ситуацій.)

- Превентивні заходи та засоби захисту: Чіткі кроки та рекомендації щодо запобігання аваріям і мінімізації ризиків, включно з використанням захисних засобів, регулярним навчанням і проведенням перевірок безпеки.

- **Обов'язки та правила поведінки співробітників:** Інструкції щодо дій співробітників у надзвичайних ситуаціях, наприклад, евакуація, забезпечення власної безпеки та допомога іншим, взаємодія з екстреними службами, виконання планів ліквідації аварій.)

Використання захисних засобів і систем: Посібник із застосування пожежних систем, аварійного освітлення, рятувального обладнання та протипожежних систем, включно з регулярним технічним обслуговуванням і перевіркою їхньої працездатності.)

У разі виникнення загоряння:

- Переведіть перемикач запалювання в положення "ВИМК" і негайно зупиніть двигун, щоб уникнути подальших загроз.
- Терміново викличте екстрені служби або пожежну команду та сповістіть усіх присутніх про подію.
- Використовуючи вогнегасник, спрямовуйте його струмінь прямо на осередок загоряння, щоб ефективно загасити полум'я і запобігти його поширенню.

Додаткові заходи в разі пожежі:

- Переконайтеся, що на об'єкті є достатня кількість вогнегасників, і навчіть персонал їх правильному використанню. Проводьте регулярні перевірки та технічне обслуговування для забезпечення їхньої справності.
- Періодично перевіряйте стан вогнегасників і замінійте їх за потреби. Дотримуйтесь інструкцій, зазначених на корпусі вогнегасника, для його правильного використання.
- Тримайте аптечку в легкодоступному місці(Рис. 6) та проводьте регулярні перевірки, щоб переконатися в її повній комплектності та готовності до використання.
- Тримайте під рукою екстрені номери служби швидкої допомоги, лікарень і пожежної охорони для швидкого реагування в разі надзвичайної ситуації.

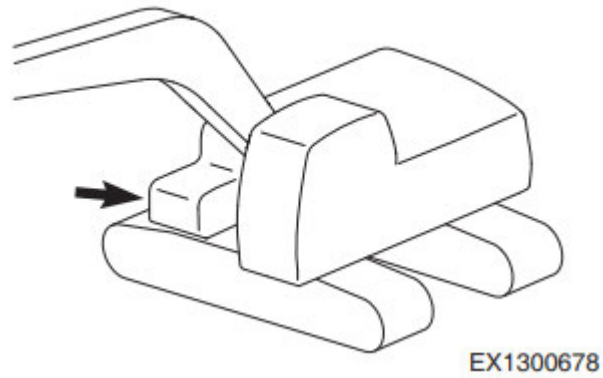


Рис. 5.3.

Аварійний вихід з робочого місця оператора.

Екскатор оснащений спеціальним інструментом для розбивання скла, який можна використовувати в екстрених випадках для швидкого виходу з кабіни. Щоб розбити скло, надійно візьміть інструмент і вдарте гострим кінцем по склу. Будьте обережні, щоб не порізатися уламками скла або не послизнутися на уламках, що знаходяться на землі. Рекомендується заздалегідь ознайомитися з використанням інструменту, щоб у критичних ситуаціях діяти швидко й ефективно.

ВИСНОВКИ

1. У першому розділі дипломної роботи, виходячи з загальної характеристики екскаваторів та їхню виробничої діяльності, проведено аналіз існуючих конструкцій екскаватора, загальну будову, технічні характеристики техніки; режими та умови експлуатації; застосування екскаваторної техніки.

2. У дослідницькій частині було розглянуто системи технічного огляду і ремонту екскаваторів; проведено аналіз характерних відмов механізмів екскаватора; системи технічного обслуговування і ремонту екскаваторів; структурний аналіз надійності ковша і навісного обладнання екскаватора; різноманітні технології ремонту систем екскаватора; особливості ремонту підтримуючих катків і натяжних роликів; певні процедури для регулювання ковша прокладками; технологічний процес ремонту екскаватора; особливості обслуговування систем екскаватора (робота з оливою, паливом, тощо); періодичність ТО екскаваторів і було наведено обслуговування різьбових з'єднань.

3. У третьому розділі було проведено експериментальне дослідження; було зазначено цілі та завдання цього дослідження; методика проведення дослідження.

4. У четвертому розділі зазначились результати досліджень експлуатаційної надійності. Оцінка напрацювання екскаваторів в умовах експлуатації, оцінки показників експлуатаційної надійності екскаваторів; структуру непланових простоїв парку екскаваторів.

5. У п'ятому розділі проведено аналіз охорони праці і техніки безпеки на виробництві при виконанні ремонтних робіт. Було розглянуто загальні фактори небезпеки, їхнє позначення на попереджувальних етикетках, а також техніку безпеки в аварійних ситуаціях, порядок дій в тій або іншій ситуації.

Перелік літературних джерел

1. Сідашенко О.І. Ремонт машин і обладнання: підручник / О.І.Сідашенко, О.А. Науменко, Т.С. Скобло та ін.; за ред. проф. О.І.Сідашенка, О.А. Науменка. – К.: Аграр Медіа Груп, 2018. – 632 с.
2. Надійність сільськогосподарської техніки: Підручник. / М.І. Черновол, В.Ю. Черкун, В.В. Аулін та ін.; За заг. ред. М.І. Черновола.– Кіровоград: ТОВ «КОД», 2010. – 320 с.
3. Практикум по ремонту машин / О.І. Сідашенко. О.А.Науменко.; За ред. О.І. Сідашенка - Харків.: Прапор, 1992. – 380с.
4. Стандартизація та сертифікація обладнання лісового комплексу: Новицький А.В., Дев'ятко О.С., Адамчук О.В., Онищенко В.Б., Ревенко Ю.І., Денисенко М.І., Мельник В.І.навчальний посібник. Київ: НУБіП. 300 с.
5. Новицький А. В., Карабиньош С. С., Ружило З. В. Організація сервісного виробництва. К.: НУБіПУ, 2017. 221 с.
6. Молодик М.В. Наукові основи технічного обслуговування і ремонту машин у сільському господарстві. Кіровоград: КОД, 2009. 180 с.
7. Практикум з ремонту машин. Загальний технологічний процес ремонту та технології відновлення і зміцнення деталей машин. Том 1 : Навчальний посібник / [Сідашенко О. І., Тіхонов О. В., Скобло Т. С., Мартиненко О. Д., Гончаренко О. О., Сайчук О. В., Аветісян В. К., Автухов А. К., Рибалко І. М., Сиромятніков П. С., Бантковський В. А., Маніло В. Л.] /За ред. О.І. Сідашенко, О.В. Тіхонова. – Харків: ТОВ «Пром-Арт», 2018. - 416 с.
8. Ремонт автомобілів: Навчальний посібник/ Упорядник В.Я. Чабанний. - Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2007. - 348 с.

9. <https://www.equipmentandcontracting.com/troubleshooting-common-hydraulic-issues-on-earthmoving-and-excavation-equipment/>
10. <https://www.diigparrhydraulics.com/blogs/buyers-guide/troubleshooting-hydraulic-system-issues-in-excavators>
11. <https://qilumachinery.com/hydraulic-systems-in-excavator-backhoes-how-do-they-work/>
12. <https://hdfinaldrives.com/blogs/stay-informed/diagnosing-common-excavator-problems-and-their-solutions>
13. <https://nao-doosan-com.dibhids.net/dice/products/excavators/Crawler+Excavators.page>
14. <https://miniteh.com/specs/i/doosan-dx140lc-hydraulic-excavator>
15. <https://www.lectura-specs.com/en/model/construction-machinery/crawler-excavators-doosan/dx380lc-3-1158350>
16. <https://files.machine.market/specs/doosan-dx380lc-3-excavators-dozers-motor-graders%281%29.pdf>
17. <https://eu.develon-ce.com/en/machines/dx380lc-7>