

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет конструювання та дизайну

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

**В.о. завідувача кафедри
технічного сервісу та інженерного
менеджменту імені
М. П. Момотенка**

_____ **Руслан ШАТРОВ**

«_____» _____ 2026 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему «Розробка показників пристосованості до технічного обслуговування
конструкції зернозбирального комбайна Славутич»**

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

Гарант освітньої програми

_____ **Володимир БУЛГАКОВ**
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

_____ **К.Т.Н., доц.** _____ **Тітова Людмила Леонідівна**

Виконав

_____ **Кришевич Павло Андрійович**

КИЇВ – 2026

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет конструювання та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

Іван РОГОВСЬКИЙ

_____ (підпис)

_____ (ПІБ)

« _____ » _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту

Кришевичу Павлу Андрійовичу

_____ (прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування» _____
(код і назва)

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи «Розробка показників пристосованості до технічного обслуговування конструкції зернозбирального комбайна Славутич» затверджена наказом ректора НУБіП України від «15» квітня 2026 р. № 1044 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 20 травня 2026 року
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до дипломного проекту бакалавра Матеріали первинного бухгалтерського обліку, нормативно-методичні матеріали, науково-технічна література

Перелік питань, які потрібно розробити:

1. РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ ПРОЕКТУ
2. РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИСТОСОВАНOSTІ КОНСТРУКЦІЇ КОМБАЙНА ДО ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ.
3. РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ПРИСТОСОВАНOSTІ КОМБАЙНА ДО ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ.
4. РОЗДІЛ 4. БЕЗПЕКА ПРИ РОБОТАХ ПІД ЧАС ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ.
5. РОЗДІЛ 5. ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ ПРОЕКТУ.

Перелік графічних документів:

Електронна презентація на 14 слайдів

Дата видачі завдання «06» січня 2026 р.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

Тітова Людмила Леонідівна
(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

Кришевич Павло Андрійович
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка бакалаврської роботи: 74 с., 33 рис., 15 табл., 22 джерел.

Ключові слова: зернозбиральний комбайн, Славутич, технічне обслуговування, обслуговуваність, ремонтпридатність, експлуатаційна технологічність, показники пристосованості, трудомісткість технічного обслуговування, доступність вузлів, галузеве машинобудування.

Об'єктом дослідження є процес технічного обслуговування зернозбирального комбайна «Славутич».

Предметом дослідження є показники пристосованості конструкції зернозбирального комбайна до виконання операцій технічного обслуговування.

Метою роботи є підвищення ефективності технічного обслуговування зернозбирального комбайна «Славутич» шляхом оцінювання та вдосконалення показників його пристосованості до технічного обслуговування.

У роботі виконано аналіз конструкції зернозбирального комбайна «Славутич», розглянуто особливості його експлуатації та технічного обслуговування, проведено оцінювання сучасних підходів до забезпечення обслуговуваності сільськогосподарської техніки. Проаналізовано конструктивні особливості вузлів і агрегатів комбайна з точки зору доступності до обслуговування, зручності виконання регламентних робіт та витрат часу на їх проведення.

Проведено дослідження показників пристосованості конструкції до технічного обслуговування, визначено трудомісткість основних операцій, коефіцієнти доступності та експлуатаційної технологічності. Встановлено найбільш проблемні вузли конструкції, що потребують удосконалення з метою скорочення тривалості та трудомісткості технічного обслуговування.

У конструкторській частині роботи розроблено технічне рішення щодо покращення доступу до обслуговуваних агрегатів комбайна та удосконалення конструкції окремих елементів кріплення захисних кожухів і сервісних люків.

Виконано необхідні розрахунки міцності та жорсткості запропонованої конструкції.

У розділі охорони праці проведено аналіз умов праці механізатора під час виконання операцій технічного обслуговування, визначено небезпечні та шкідливі виробничі фактори, розроблено заходи щодо забезпечення безпечних умов праці та пожежної безпеки.

У техніко-економічному розділі виконано оцінювання ефективності запропонованого технічного рішення. Встановлено, що впровадження розроблених заходів забезпечує зниження трудомісткості технічного обслуговування, скорочення простоїв техніки та підвищення ефективності її експлуатації.

Результати роботи можуть бути використані під час модернізації існуючих зернозбиральних комбайнів, а також при проектуванні нових машин з підвищеними показниками обслуговуваності та ремонтпридатності.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	3
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ ПРОЄКТУ.....	10
1.1. Загальна характеристика зернозбирального комбайна «Славутич».....	10
1.2. Аналіз конструкції основних систем та агрегатів комбайна.....	14
1.3. Аналіз відмов та несправностей під час експлуатації.....	21
1.4. Аналіз системи технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів.....	25
1.5. Показники пристосованості машин до технічного обслуговування.....	26
1.6. Огляд методів оцінювання ремонтпридатності та обслуговуваності...	27
1.7. Аналіз сучасних напрямів удосконалення конструкцій комбайнів.....	28
1.8. Висновки до розділу 1.....	30
РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИСТОСОВАНOSTІ КОНСТРУКЦІЇ КОМБАЙНА ДО ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ.....	31
2.1. Аналіз технологічного процесу технічного обслуговування комбайна «Славутич».....	31
2.2. Аналіз доступності вузлів та агрегатів для виконання операцій ТО.....	34
2.3. Визначення трудомісткості основних операцій технічного обслуговування.....	35
2.4. Оцінка показників доступності та зручності обслуговування.....	36
2.5. Розрахунок показників пристосованості до технічного обслуговування...	36
2.6. Аналіз впливу конструктивних факторів на тривалість ТО.....	37
2.7. Висновки до розділу 2.....	38
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ПРИСТОСОВАНOSTІ КОМБАЙНА ДО ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ.....	40
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ПРИ РОБОТАХ ПІД ЧАС ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ.....	51
4.1. Роботи під час технічного обслуговування.....	51

4.2. Ієрархічна структура системи підтримання прийняття рішень при управлінні періодичністю технічного обслуговування.....	56
РОЗДІЛ 5 ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ ПРОЕКТУ.....	59
ВИСНОВКИ.....	71
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	73

ВСТУП

Сучасний розвиток агропромислового комплексу України неможливий без використання високопродуктивної сільськогосподарської техніки, яка забезпечує своєчасне та якісне виконання технологічних операцій. Одне з провідних місць серед технічних засобів аграрного виробництва займають зернозбиральні комбайни, від надійності та ефективності роботи яких значною мірою залежить рівень втрат урожаю, продуктивність праці та економічні показники господарств.

У процесі експлуатації зернозбиральні комбайни працюють у складних умовах, характеризуються значною інтенсивністю навантажень та великою кількістю вузлів і механізмів, які потребують регулярного технічного обслуговування. Саме тому поряд із показниками продуктивності, надійності та довговічності важливого значення набуває пристосованість конструкції машин до виконання операцій технічного обслуговування.

Під пристосованістю до технічного обслуговування розуміють сукупність властивостей конструкції машини, що забезпечують можливість швидкого, зручного та безпечного виконання операцій контролю технічного стану, регулювання, мащення, очищення, заміни окремих елементів та інших робіт, передбачених системою технічного сервісу. Від рівня обслуговуваності конструкції значною мірою залежать трудомісткість технічного обслуговування, тривалість простоїв техніки, витрати на її експлуатацію та коефіцієнт технічної готовності.

Одним із найбільш поширених вітчизняних зернозбиральних комбайнів є комбайн «Славутич», який протягом тривалого часу експлуатується в аграрних підприємствах України. Незважаючи на достатньо високі експлуатаційні показники, конструкція окремих його систем і агрегатів має ряд недоліків щодо доступності вузлів для технічного обслуговування та ремонту. Це призводить до збільшення трудомісткості виконання регламентних робіт, додаткових витрат робочого часу та зниження ефективності використання машини.

У зв'язку з цим актуальним завданням є оцінювання показників пристосованості конструкції комбайна «Славутич» до технічного обслуговування,

виявлення найбільш проблемних вузлів та розроблення технічних рішень, спрямованих на підвищення експлуатаційної технологічності машини.

Мета роботи – підвищення ефективності технічного обслуговування зернозбирального комбайна «Славутич» шляхом розробки та оцінювання показників пристосованості його конструкції до технічного обслуговування.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- виконати аналіз конструкції зернозбирального комбайна «Славутич»;
- дослідити особливості технічного обслуговування основних вузлів та агрегатів машини;
- проаналізувати існуючі показники обслуговуваності та ремонтпридатності;
- визначити показники пристосованості конструкції до технічного обслуговування;
- оцінити доступність та зручність виконання регламентних робіт;
- розробити конструктивні заходи щодо підвищення експлуатаційної технологічності комбайна;
- виконати необхідні інженерні розрахунки;
- провести оцінку економічної ефективності запропонованих рішень;
- розробити заходи з охорони праці під час виконання технічного обслуговування.

Об'єкт дослідження – процес технічного обслуговування зернозбирального комбайна «Славутич».

Предмет дослідження – показники пристосованості конструкції зернозбирального комбайна «Славутич» до технічного обслуговування.

Практичне значення роботи полягає у розробленні рекомендацій та конструктивних рішень, спрямованих на підвищення рівня обслуговуваності комбайна, скорочення тривалості виконання операцій технічного обслуговування, зменшення простоїв техніки та підвищення ефективності її використання в умовах сільськогосподарського виробництва.

Структура бакалаврської роботи включає п'ять розділів, у яких розглянуто сучасний стан питання, виконано дослідження показників пристосованості до технічного обслуговування, розроблено конструктивне удосконалення, проведено аналіз питань охорони праці та виконано техніко-економічне обґрунтування запропонованих рішень.

РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ ПРОЄКТУ

1.1 Загальна характеристика зернозбирального комбайна «Славутич»

Зернозбиральний комбайн «Славутич» належить до класу самохідних зернозбиральних машин, призначених для збирання зернових колосових, зернобобових та інших сільськогосподарських культур прямим комбайнуванням або роздільним способом. Комбайн був розроблений як високопродуктивна вітчизняна машина, здатна забезпечувати виконання збиральних робіт у різних ґрунтово-кліматичних умовах України.

Основним призначенням комбайна є виконання комплексу технологічних операцій за один прохід по полю, що включає зрізування рослинної маси, транспортування її до молотильного апарата, обмолот зерна, сепарацію зернової маси, очищення зерна від домішок та накопичення його у зерновому бункері з подальшим вивантаженням у транспортні засоби.

Комбайн «Славутич» складається з ряду взаємопов'язаних систем і механізмів, серед яких:

- жатна частина;
- похила камера;
- молотильний апарат;
- соломотряс;
- система очищення зерна;
- зерновий бункер;
- система вивантаження зерна;
- двигун та трансмісія;
- гідравлічна система;
- електрообладнання;
- кабіна оператора.



Рис. 1.1. Загальний вигляд зернозбирального комбайна «Славутич»

Комбайн оснащується дизельним двигуном потужністю від 170 до 235 кВт залежно від модифікації, що забезпечує необхідну продуктивність під час роботи в складних польових умовах. Для передачі потужності до робочих органів використовується система механічних, пасових, ланцюгових та гідравлічних приводів.

Основні технічні характеристики комбайна наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Основні технічні характеристики комбайна «Славутич»

Показник	Значення
Тип машини	Самохідний зернозбиральний комбайн
Ширина захвату жатки	6–9 м
Продуктивність за зерном	до 18 т/год
Місткість зернового бункера	6,0 м ³
Потужність двигуна	170–235 кВт
Робоча швидкість	4–10 км/год
Транспортна швидкість	до 20 км/год
Маса комбайна	13–15 т
Екіпаж	1 оператор



Рис. 1.2. 3D-модель комбайна «Славутич» з позначенням зон технічного обслуговування

Особливістю конструкції комбайна є наявність великої кількості вузлів і механізмів, які потребують регулярного технічного обслуговування. До них належать підшипникові вузли, пасові передачі, ланцюгові механізми, приводи жатки, молотильний апарат, двигун, гідравлічна система та система очищення зерна.

Під час експлуатації комбайна значна частина часу витрачається на виконання регламентних робіт технічного обслуговування, серед яких:

- щоденне очищення машини;
- перевірка рівнів робочих рідин;
- мащення вузлів тертя;
- контроль натягу пасів і ланцюгів;
- регулювання робочих органів;
- заміна швидкозношуваних деталей;
- діагностування технічного стану агрегатів.

Ефективність виконання зазначених робіт значною мірою залежить від пристосованості конструкції машини до технічного обслуговування. Недостатня доступність окремих вузлів призводить до збільшення трудомісткості обслуговування, підвищення простоїв техніки та зростання експлуатаційних витрат.

Карта доступності вузлів комбайна «Славутич» для проведення технічного обслуговування (вид зверху)

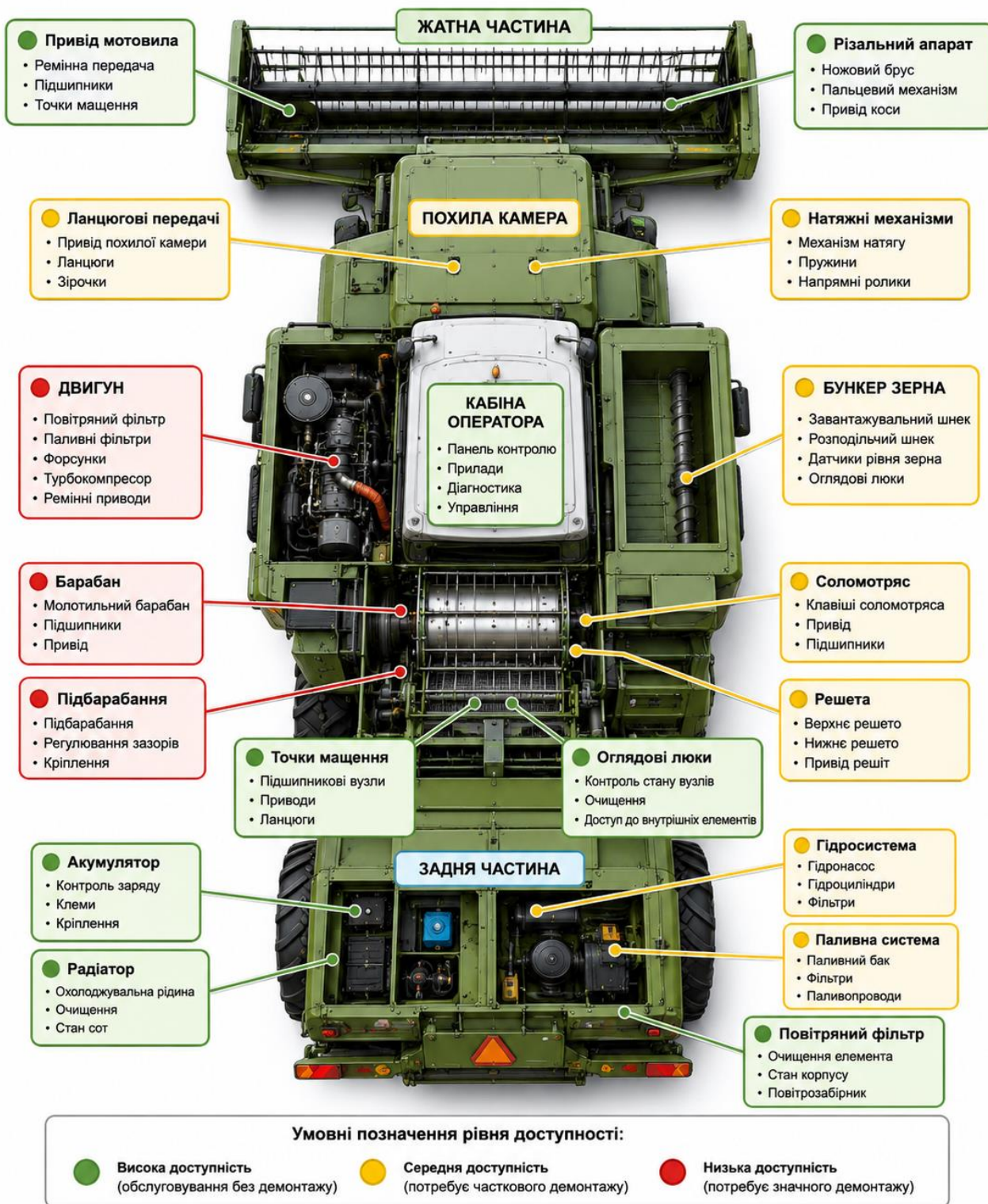


Рис. 1.3. Карта доступності вузлів зернозбирального комбайна «Славутич» для проведення технічного обслуговування

З точки зору технічного сервісу найбільший інтерес становлять конструктивні особливості розміщення агрегатів, доступність точок контролю та

мащення, зручність демонтажу захисних кожухів і доступ до основних систем машини. Саме ці показники визначають рівень експлуатаційної технологічності та пристосованості комбайна до проведення технічного обслуговування.

Таким чином, зернозбиральний комбайн «Славутич» є складною технічною системою, ефективність використання якої значною мірою залежить від організації та трудомісткості технічного обслуговування. Тому оцінювання показників пристосованості його конструкції до виконання сервісних операцій є актуальним завданням, спрямованим на підвищення технічної готовності та ефективності експлуатації машини.

1.2 Аналіз конструкції основних систем та агрегатів комбайна

Зернозбиральний комбайн «Славутич» є складною самохідною машиною, призначеною для виконання комплексу технологічних операцій зі збирання зернових культур. Конструкція комбайна складається з ряду взаємопов'язаних систем та агрегатів, робота яких забезпечує безперервність технологічного процесу від зрізування рослин до накопичення очищеного зерна в бункері.

Аналіз конструкції основних систем комбайна є необхідним для оцінювання показників пристосованості до технічного обслуговування, оскільки саме конструктивні особливості агрегатів визначають доступність вузлів, трудомісткість виконання регламентних робіт та загальну експлуатаційну технологічність машини.

Жатна частина

Жатка призначена для зрізування стебел рослин, транспортування зрізаної маси та її подачі до похилої камери. До складу жатки входять різальний апарат, мотовило, шнек та механізми приводу.

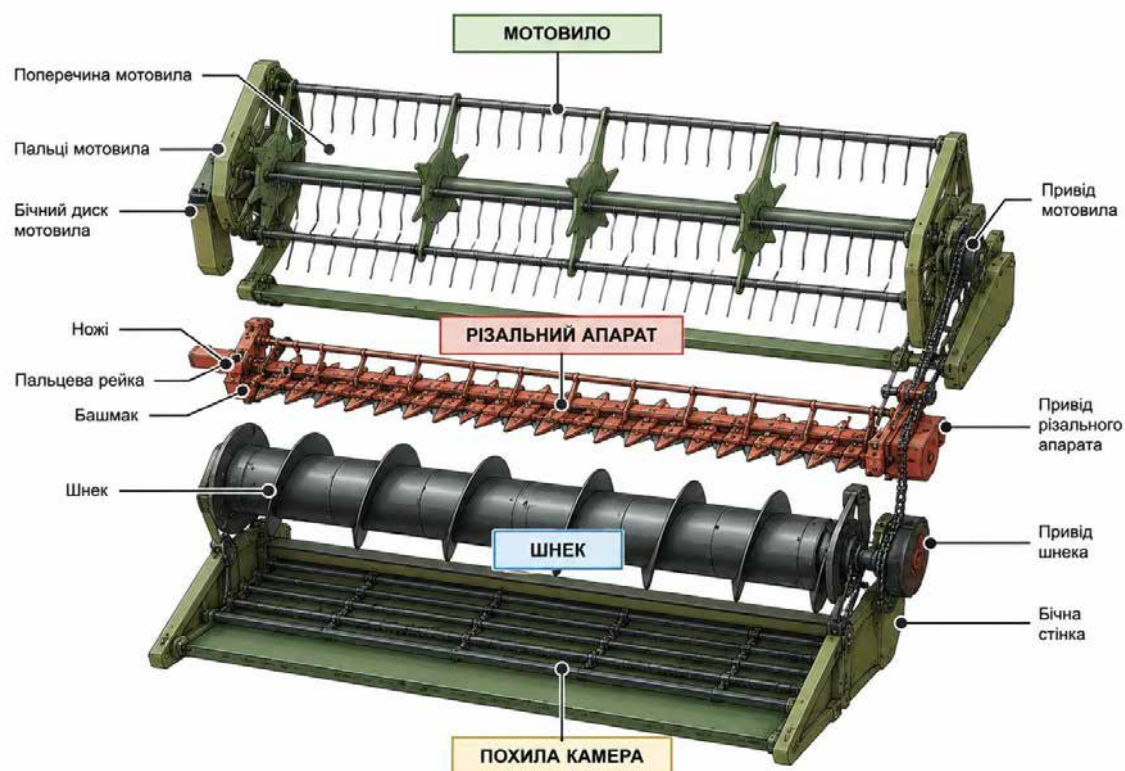


Рисунок 1.4 – Конструктивна схема жатної частини

Жатка характеризується високою доступністю більшості вузлів для виконання операцій технічного обслуговування.

Похила камера

Похила камера забезпечує подачу зрізаної рослинної маси від жатки до молотильного апарата. Основними її елементами є корпус, транспортер, натяжний механізм та приводи.

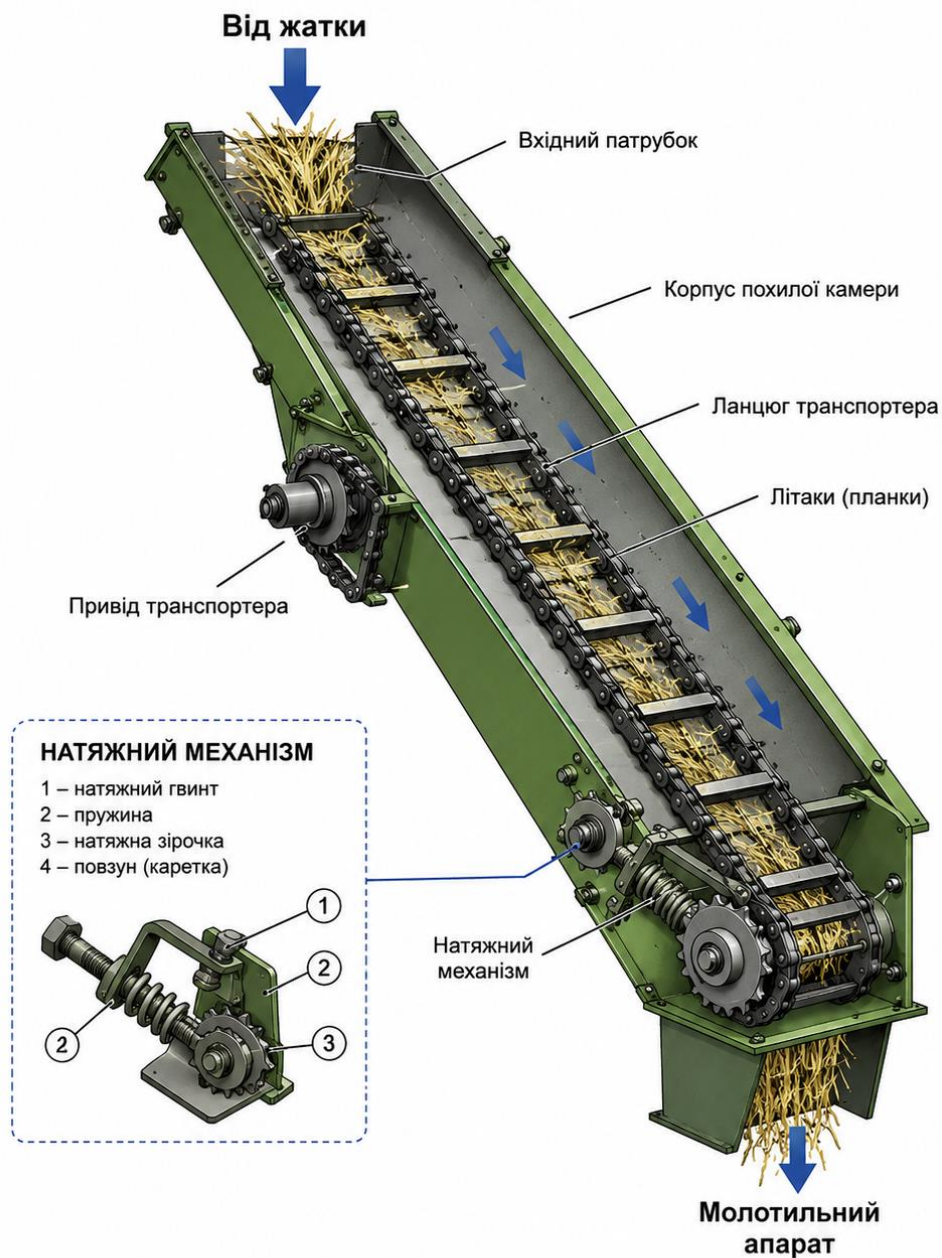


Рисунок 1.5 – Схема похилої камери

Основними об'єктами технічного обслуговування є ланцюги, зірочки, натяжні пристрої та підшипникові вузли.

Молотильно-сепарувальна система

Молотильно-сепарувальна система є головним технологічним агрегатом комбайна.

До її складу входять:

- молотильний барабан;
- підбарабання;

- відбійний бітер;
- соломотряс;
- система приводів.

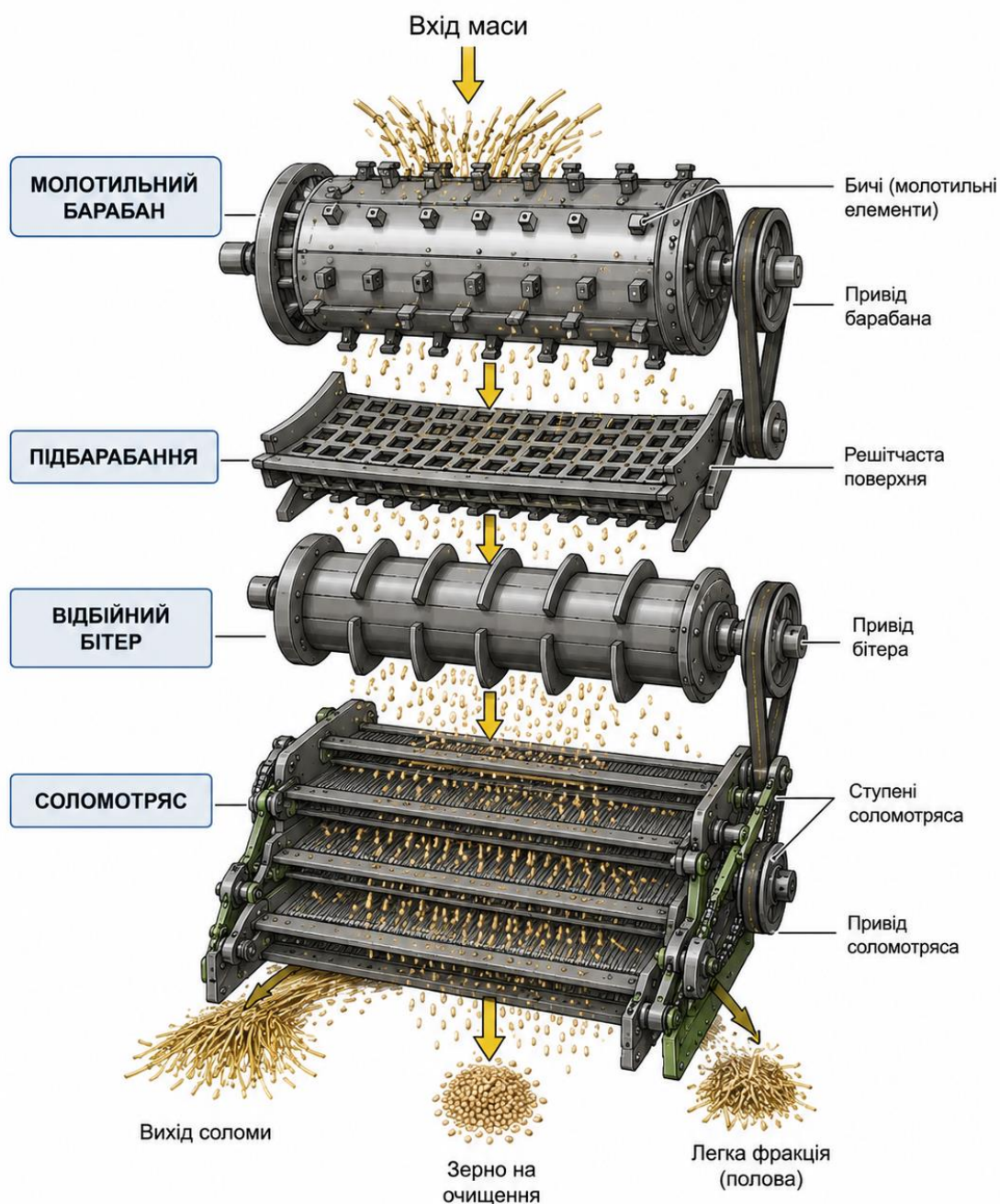


Рисунок 1.6 – Схема молотильно-сепарувальної системи

Ця система характеризується найбільшою трудомісткістю обслуговування через складність доступу до окремих вузлів.

Система очищення зерна

Після обмолоту зернова маса надходить до системи очищення.

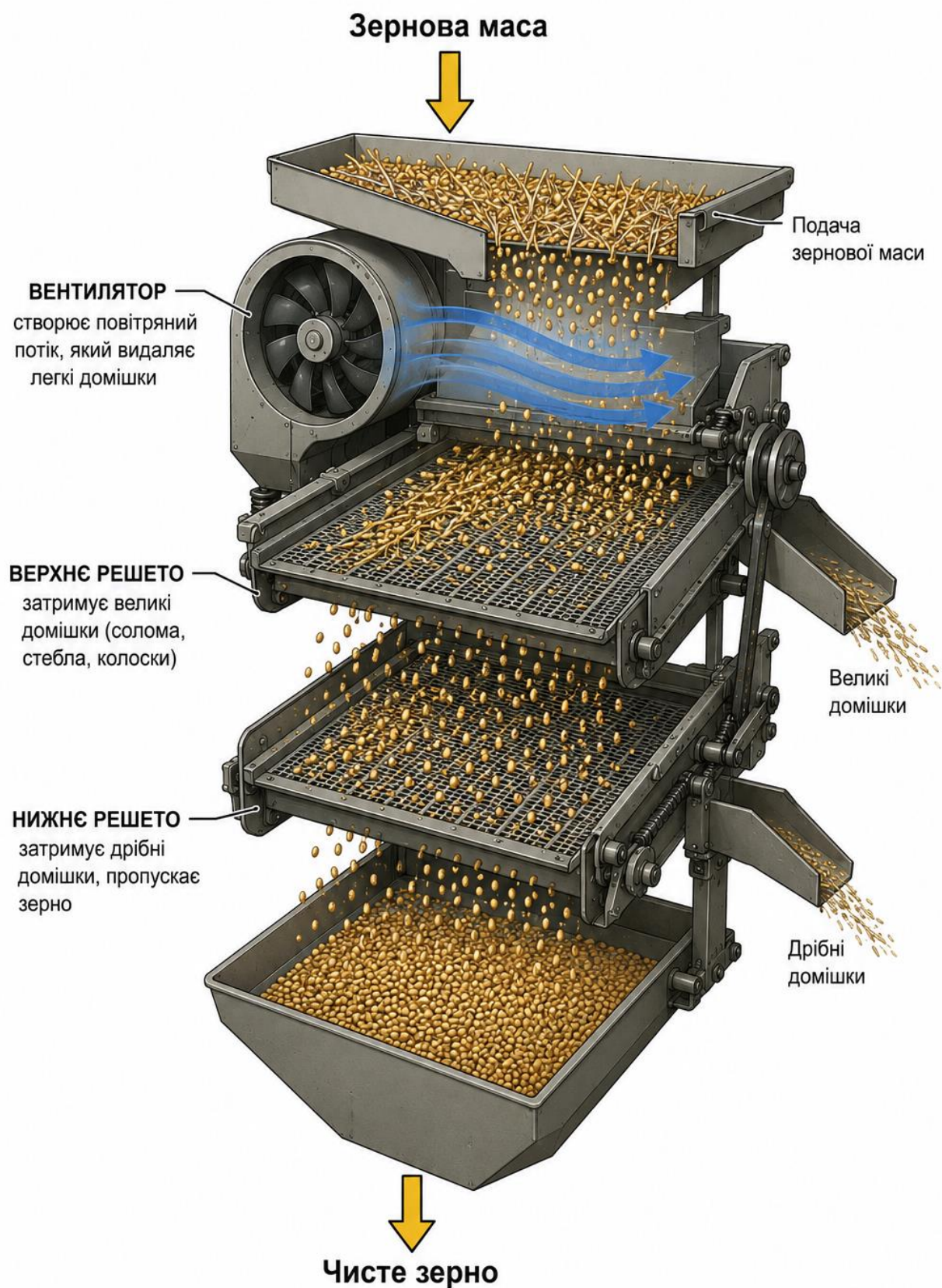


Рисунок 1.7 – Система очищення зерна

Основними операціями ТО є очищення решіт, перевірка вентилятора та контроль приводів.

Зерновий бункер і система вивантаження

Бункер служить для накопичення очищеного зерна.

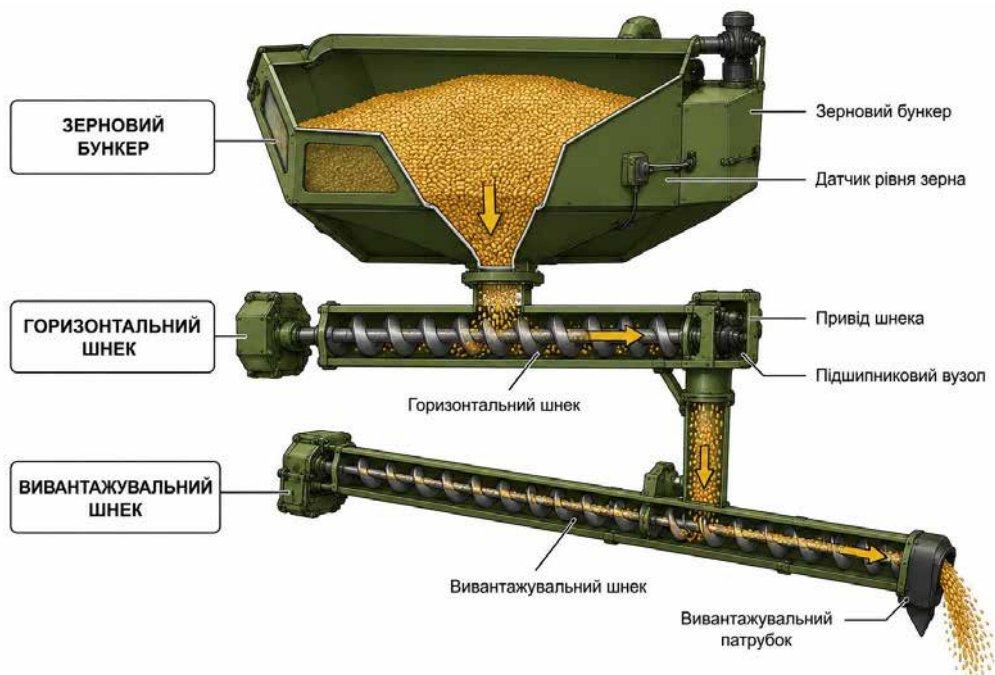


Рисунок 1.8 – Система накопичення та вивантаження зерна

Доступність вузлів бункера оцінюється як середня через необхідність використання сервісних площадок.

Силова установка. Двигун забезпечує енергією всі системи комбайна.

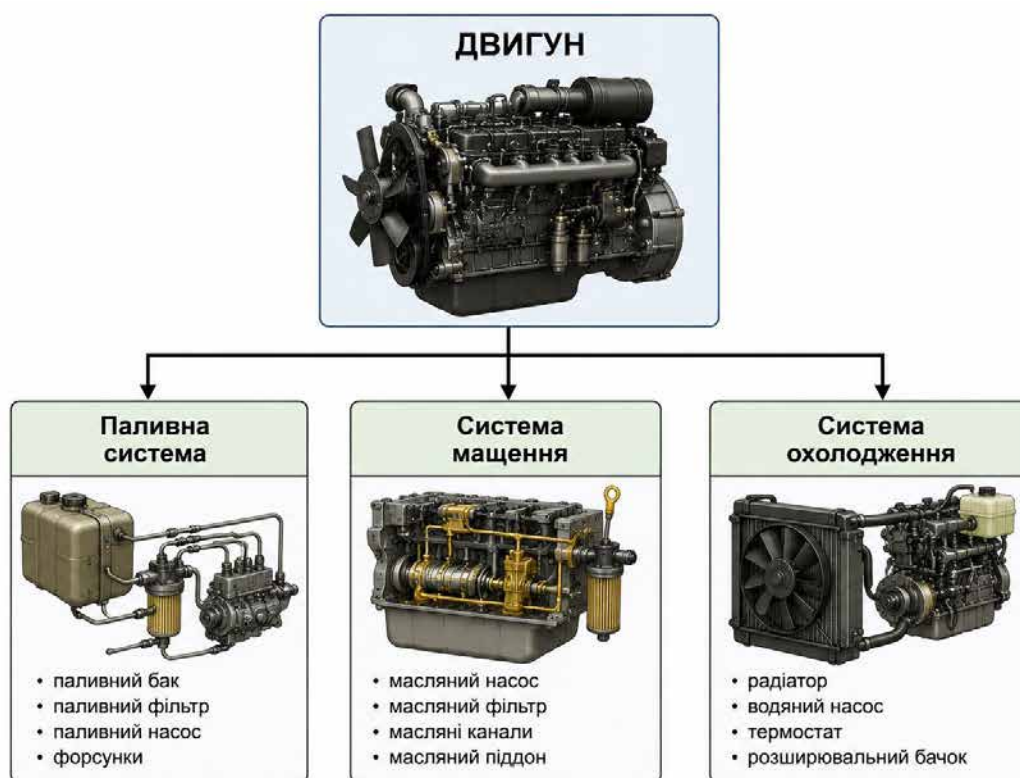


Рисунок 1.9 – Склад силової установки

Під час обслуговування виконуються заміна фільтрів, контроль мастила та перевірка системи охолодження.

Гідравлічна система

Гідросистема призначена для керування робочими органами комбайна.

Основні операції ТО полягають у контролі герметичності та заміні фільтрів.

Кабіна оператора та електрообладнання

Кабіна є центром керування всіма системами машини.



Рисунок 1.10 – Система керування комбайном

Проведений аналіз конструкції показує, що найбільш труднодоступними для технічного обслуговування є двигун, молотильно-сепарувальна система та

окремі елементи похилої камери. Саме ці вузли найбільше впливають на показники пристосованості комбайна «Славутич» до технічного обслуговування і потребують подальшого дослідження та удосконалення.

Для бакалаврської роботи цей підрозділ має бути орієнтований на оцінку надійності та обслуговуваності комбайна, тому доцільно проаналізувати характерні відмови основних систем та їхній вплив на трудомісткість технічного обслуговування.

1.3 Аналіз відмов та несправностей під час експлуатації

Надійність зернозбирального комбайна значною мірою визначає ефективність його використання під час збиральної кампанії. В умовах обмежених агротехнічних строків навіть короткочасні простої машини можуть призводити до значних втрат урожаю та збільшення експлуатаційних витрат. Тому аналіз відмов і несправностей є важливим етапом оцінювання пристосованості конструкції комбайна до технічного обслуговування.

У процесі експлуатації комбайна «Славутич» виникають різноманітні несправності, пов'язані зі зношуванням деталей, втомним руйнуванням елементів конструкції, порушенням регулювань, дією вібраційних навантажень, запиленням та впливом зовнішнього середовища.

Основні відмови можна поділити на такі групи:

- механічні;
- гідравлічні;
- електричні;
- технологічні;
- експлуатаційні.

Механічні відмови

Найбільшу частку становлять механічні відмови, які виникають у приводах робочих органів, молотильному апараті та транспортуючих системах.

До найбільш поширених несправностей належать:

- зношування підшипників;

- руйнування пасів;
- розтягування та обрив ланцюгів;
- деформація бичів молотильного барабана;
- спрацювання решіт очищення;
- руйнування кріпильних елементів.

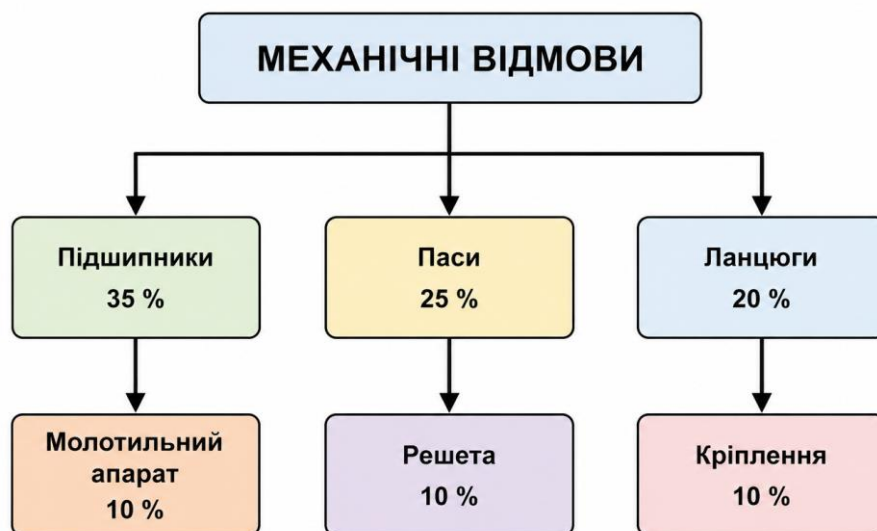


Рисунок 1.11 – Структура механічних відмов комбайна

Найбільша кількість механічних відмов пов'язана із підшипниковими вузлами, які працюють у запиленому середовищі та піддаються значним динамічним навантаженням.

Відмови двигуна

Силовa установка є одним із найскладніших агрегатів комбайна. Відмови двигуна можуть призводити до повного припинення роботи машини.

Основними причинами є:

- забруднення паливної системи;
- засмічення фільтрів;
- перегрів двигуна;
- зношування форсунок;
- порушення роботи системи мащення.

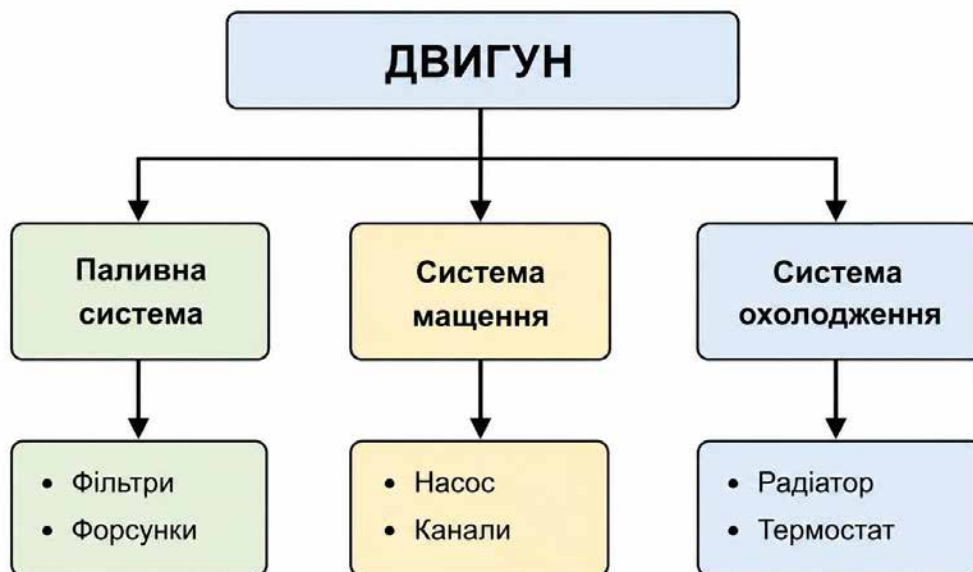


Рисунок 1.12 – Основні несправності двигуна

Більшість робіт з усунення несправностей двигуна потребують значних затрат часу через обмежений доступ до окремих вузлів.

Відмови молотильно-сепарувальної системи

Молотильно-сепарувальна система працює в умовах значних ударних навантажень та високої запиленості.

Найчастіше виникають:

- спрацювання бичів барабана;
- деформація підбарабання;
- руйнування підшипників барабана;
- порушення регулювань;
- забивання соломотряса.

Саме ця система характеризується найбільшою трудомісткістю ремонту.

Відмови гідравлічної системи

Гідросистема забезпечує керування робочими органами комбайна та є критично важливою для його функціонування.

Типові несправності:

- підтікання оливи;
- зношування ущільнень;

- забруднення фільтрів;
- несправність насосів;
- вихід з ладу гідророзподільників.

Відмови електрообладнання

Сучасні комбайни містять значну кількість електричних та електронних компонентів.

Основними несправностями є:

- пошкодження електропроводки;
- корозія контактів;
- відмови датчиків;
- несправність генератора;
- вихід з ладу акумуляторної батареї.

Відмови електрообладнання часто ускладнюють діагностування технічного стану машини.

Аналіз впливу відмов на технічне обслуговування

Аналіз експлуатаційних даних показує, що найбільші витрати часу під час проведення технічного обслуговування припадають на:

- двигун – 30–35 %;
- молотильно-сепарувальну систему – 25–30 %;
- жатну частину – 15–20 %;
- гідросистему – 10–15 %;
- електрообладнання – 5–10 %.

Основною причиною збільшення трудомісткості робіт є недостатня доступність окремих вузлів для огляду, регулювання та заміни деталей.

Таким чином, аналіз відмов і несправностей показав, що найбільш проблемними з точки зору обслуговуваності є двигун, молотильно-сепарувальна система та гідравлічне обладнання. Саме ці агрегати доцільно розглядати як основні об'єкти вдосконалення конструкції для підвищення показників пристосованості комбайна «Славутич» до технічного обслуговування.

1.4 Аналіз системи технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів

Ефективність використання зернозбиральних комбайнів значною мірою залежить від правильної організації технічного обслуговування. Система технічного обслуговування являє собою комплекс організаційних та технічних заходів, спрямованих на підтримання працездатного стану машини протягом усього терміну її експлуатації.

Для зернозбиральних комбайнів застосовується планово-попереджувальна система технічного обслуговування, яка передбачає виконання комплексу регламентних робіт через визначені інтервали напрацювання.

До основних видів технічного обслуговування належать:

- щозмінне технічне обслуговування (ЩТО);
- технічне обслуговування ТО-1;
- технічне обслуговування ТО-2;
- сезонне технічне обслуговування (СТО).

Основними операціями технічного обслуговування є:

- очищення машини від пилу та рослинних залишків;
- перевірка рівнів мастильних матеріалів;
- мащення вузлів тертя;
- контроль натягу пасів і ланцюгів;
- перевірка стану робочих органів;
- діагностування систем двигуна та гідрообладнання.

Загальна структура системи технічного обслуговування наведена на рисунку 1.13.



Рисунок 1.13 – Структура системи технічного обслуговування зернозбирального комбайна «Славутич»

Аналіз показує, що значна частина трудомісткості ТО пов'язана з недостатньою доступністю окремих вузлів та необхідністю демонтажу захисних кожухів.

1.5 Показники пристосованості машин до технічного обслуговування

Під пристосованістю до технічного обслуговування розуміють сукупність властивостей конструкції машини, які забезпечують можливість швидкого, зручного та безпечного виконання операцій технічного сервісу.

Для оцінювання пристосованості використовують такі показники:

- трудомісткість технічного обслуговування;

- тривалість виконання операцій ТО;
- коефіцієнт доступності вузлів;
- коефіцієнт легкознімності елементів;
- кількість точок мащення;
- коефіцієнт експлуатаційної технологічності;
- середній час доступу до обслуговуваного вузла.

Основними критеріями оцінки є мінімізація витрат часу та праці на виконання регламентних робіт.

Система показників наведена на рисунку 1.14.



Рисунок 1.14 – Система показників пристосованості до ТО

Чим вищий рівень доступності вузлів та нижча трудомісткість робіт, тим кращими є показники обслуговуваності машини.

1.6 Огляд методів оцінювання ремонтпридатності та обслуговуваності

Ремонтпридатність і обслуговуваність належать до основних експлуатаційних властивостей машин.

Для оцінювання використовують такі методи:

1. Аналітичний метод.

2. Статистичний метод.
3. Експертний метод.
4. Хронометражний метод.
5. Метод коефіцієнтів технологічності.

Аналітичний метод базується на визначенні конструктивних показників доступності вузлів та трудомісткості операцій.

Статистичний метод передбачає аналіз експлуатаційних даних щодо відмов і ремонтів.

Хронометражний метод полягає у безпосередньому вимірюванні часу виконання операцій технічного обслуговування.

Для даної роботи найбільш доцільним є використання аналітичного та хронометражного методів.

1.7 Аналіз сучасних напрямів удосконалення конструкцій комбайнів

Сучасний розвиток зернозбиральної техніки спрямований на підвищення продуктивності, надійності та зниження витрат на технічне обслуговування.

Основними напрямками удосконалення конструкцій комбайнів є:

- застосування модульної конструкції агрегатів;
- використання швидкознімних захисних кожухів;
- централізовані системи мащення;
- автоматизований контроль технічного стану;
- використання датчиків діагностування;
- впровадження цифрових систем моніторингу;
- зменшення кількості точок обслуговування.



Рисунок 1.15 – Сучасні напрями удосконалення конструкції зернозбиральних комбайнів



Рисунок 1.16 – Алгоритм підвищення пристосованості комбайна до технічного обслуговування

Провідні виробники зернозбиральної техніки активно впроваджують системи дистанційного контролю технічного стану, що дозволяє своєчасно виявляти несправності та зменшувати експлуатаційні витрати.

У першому розділі проведено аналіз конструкції зернозбирального комбайна «Славутич», досліджено особливості функціонування його основних систем та агрегатів, розглянуто характерні відмови і несправності, що виникають під час експлуатації.

Встановлено, що найбільший вплив на трудомісткість технічного обслуговування мають двигун, молотильно-сепарувальна система та похила камера, доступ до яких є недостатньо зручним.

Проведений аналіз існуючої системи технічного обслуговування показав, що значну частину витрат часу становлять підготовчі операції, пов'язані з отриманням доступу до обслуговуваних вузлів.

Розглянуті показники пристосованості до технічного обслуговування дозволили визначити основні критерії оцінювання конструкції комбайна. Найбільш інформативними показниками є трудомісткість технічного обслуговування, коефіцієнт доступності вузлів та коефіцієнт експлуатаційної технологічності.

На підставі проведеного аналізу сформульовано завдання проєкту:

- дослідити показники пристосованості конструкції комбайна «Славутич» до технічного обслуговування;
- виконати оцінювання доступності основних вузлів;
- визначити трудомісткість операцій технічного обслуговування;
- розробити конструктивне удосконалення, спрямоване на покращення обслуговуваності;
- оцінити технічну та економічну ефективність запропонованих рішень.

РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИСТОСОВАНOSTІ КОНСТРУКЦІЇ КОМБАЙНА ДО ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

2.1 Аналіз технологічного процесу технічного обслуговування комбайна «Славутич»

Технічне обслуговування зернозбирального комбайна «Славутич» являє собою сукупність організаційних та технічних заходів, спрямованих на підтримання працездатності машини, попередження передчасного зношування деталей і забезпечення надійної роботи під час збиральної кампанії.

Особливістю комбайна є значна кількість механічних, гідравлічних та електричних систем, що потребують регулярного контролю технічного стану. У процесі експлуатації на працездатність машини впливають пил, волога, рослинні залишки, вібрації та змінні навантаження, що обумовлює необхідність проведення регламентних робіт через визначені інтервали напрацювання.

Технологічний процес технічного обслуговування включає послідовне виконання комплексу операцій контролю, очищення, мащення, регулювання та діагностування основних агрегатів комбайна.

Основними об'єктами технічного обслуговування є:

- двигун;
- жатна частина;
- похила камера;
- молотильно-сепарувальна система;
- система очищення зерна;
- гідравлічна система;
- трансмісія;
- електрообладнання.

Структура технологічного процесу технічного обслуговування наведена на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 – Технологічний процес технічного обслуговування комбайна

Першим етапом є зовнішній огляд комбайна, під час якого виявляють механічні пошкодження, підтікання робочих рідин та ослаблення кріплень. Після цього виконують очищення поверхонь від пилу, соломи та рослинних залишків.

Наступним етапом є контроль рівнів мастила в двигуні, гідросистемі та редукторах. Одночасно перевіряється стан паливної системи, охолоджувальної рідини та акумуляторної батареї.

Важливою складовою технологічного процесу є мащення вузлів тертя. На комбайні «Славутич» кількість точок мащення може перевищувати 40–50 позицій, що суттєво впливає на трудомісткість обслуговування.



Рисунок 2.2 – Основні операції технічного обслуговування

Після виконання мащення проводиться перевірка стану приводних пасів, ланцюгових передач та натяжних механізмів. Особлива увага приділяється молотильному апарату, системі очищення та похилій камері.

На завершальному етапі здійснюється діагностування основних агрегатів та усунення виявлених несправностей.

Для оцінювання пристосованості конструкції до технічного обслуговування особливе значення мають витрати часу на доступ до вузлів. Аналіз конструкції показує, що значна частина часу витрачається не на самі операції обслуговування, а на відкривання кожухів, демонтаж захисних елементів та підготовчі роботи.

З аналізу видно, що найбільшу частку трудомісткості становлять операції забезпечення доступу до вузлів та агрегатів. Це свідчить про необхідність удосконалення конструкції комбайна шляхом покращення розташування сервісних зон, застосування швидкознімних кожухів та зменшення кількості демонтажних операцій.

Таким чином, технологічний процес технічного обслуговування комбайна «Славутич» характеризується значною кількістю контрольних та регулювальних операцій. Найбільший вплив на загальну трудомісткість робіт мають операції доступу до вузлів, що визначає необхідність подальшого дослідження показників пристосованості конструкції до технічного обслуговування.

2.2 Аналіз доступності вузлів та агрегатів для виконання операцій ТО

Одним із найважливіших показників пристосованості конструкції зернозбирального комбайна до технічного обслуговування є доступність вузлів та агрегатів. Під доступністю розуміють можливість виконання операцій контролю, мащення, регулювання та ремонту без значних витрат часу на демонтаж захисних елементів або суміжних вузлів.

Для комбайна «Славутич» було проведено аналіз основних агрегатів з точки зору зручності доступу під час виконання регламентних робіт.

Таблиця 2.1 – Оцінка доступності основних вузлів

Вузол	Доступність	Оцінка
Жатка	Висока	5
Похила камера	Середня	4
Двигун	Середня	3
Молотильний апарат	Низька	2
Система очищення	Середня	3
Бункер зерна	Середня	3
Гідросистема	Середня	3
Електрообладнання	Висока	4

Найбільш доступними для технічного обслуговування є вузли жатної частини та електрообладнання. Найбільші труднощі виникають при обслуговуванні молотильного апарата та окремих елементів двигуна.

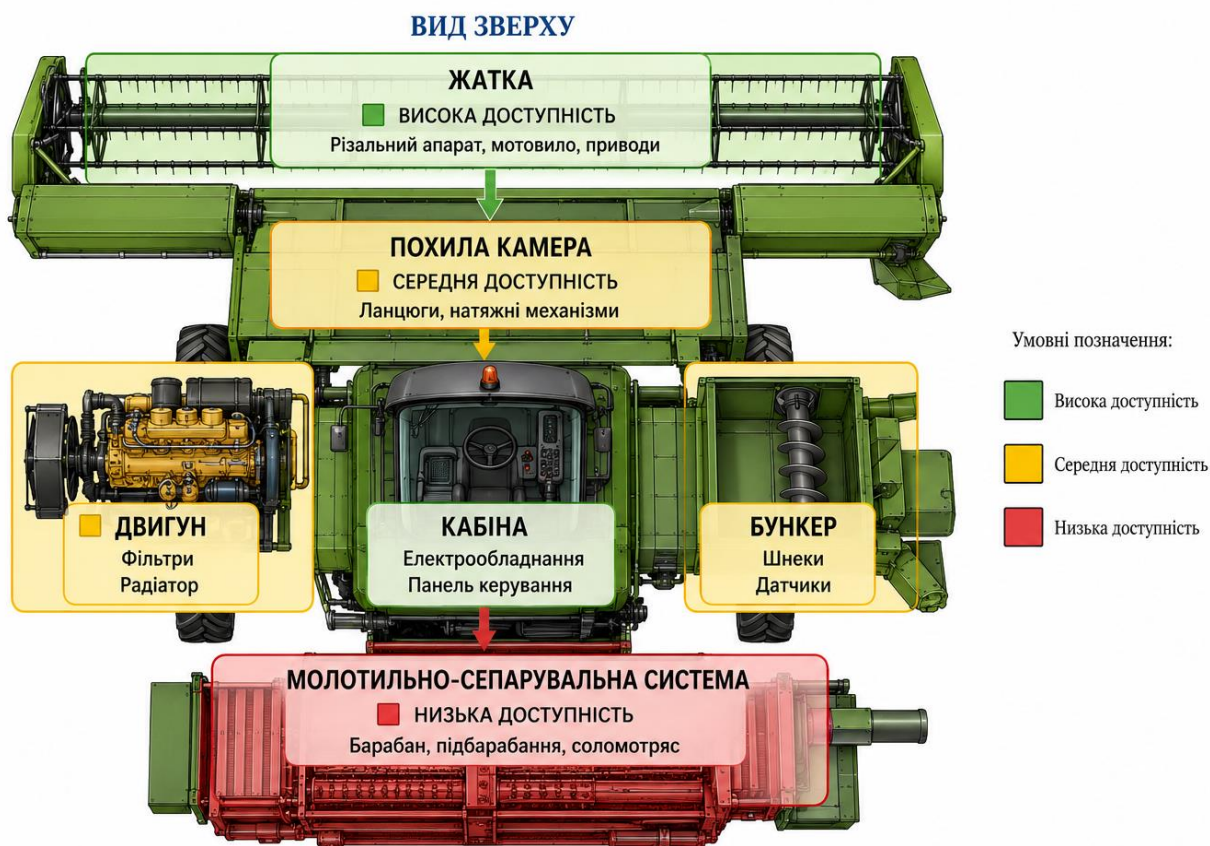


Рисунок 2.4 – Карта доступності вузлів комбайна

Проведений аналіз показує, що конструкція комбайна потребує вдосконалення сервісних зон для скорочення часу підготовчих операцій.

2.3 Визначення трудомісткості основних операцій технічного обслуговування

Трудомісткість технічного обслуговування характеризує витрати праці на виконання регламентних робіт та визначається в людино-годинах.

Основні операції технічного обслуговування наведені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Трудомісткість основних операцій ТО

Операція	Трудомісткість, люд.-год
Зовнішній огляд	0,30

Очищення машини	0,70
Контроль рівнів рідин	0,25
Мащення вузлів	0,80
Регулювання механізмів	0,50
Діагностування	0,35
Усунення дрібних несправностей	0,60

Найбільші витрати праці припадають на мащення вузлів та очищення машини.

2.4 Оцінка показників доступності та зручності обслуговування

Для оцінки зручності обслуговування враховуються:

- кількість сервісних люків;
- наявність відкидних кожухів;
- доступність точок мащення;
- можливість проведення ТО без демонтажу сусідніх вузлів.

Найменш зручними для обслуговування є молотильний барабан та підбарабання.

2.5 Розрахунок показників пристосованості до технічного обслуговування

Комплексний показник пристосованості визначається за формулою:

Для порівняння використовують шкалу:

ЗНАЧЕННЯ	РІВЕНЬ
до 0,15	низький
0,15–0,25	середній
понад 0,25	високий

Отримане значення відповідає середньому рівню пристосованості конструкції до технічного обслуговування.



Рисунок 2.5 – Структура показників пристосованості

2.6 Аналіз впливу конструктивних факторів на тривалість ТО

На тривалість технічного обслуговування безпосередньо впливають конструктивні особливості машини.

Основними факторами є:

- кількість захисних кожухів;
- число кріпильних елементів;
- розташування точок мащення;
- доступність сервісних люків;
- компоновка агрегатів.

Результати аналізу показують, що найбільший вплив мають:

Фактор	Частка впливу, %
Доступ до вузлів	35
Кількість кріплень	25
Розташування точок мащення	20
Необхідність демонтажу вузлів	12
Інші фактори	8

ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ ФАКТОРІВ НА ТРИВАЛІСТЬ ТО

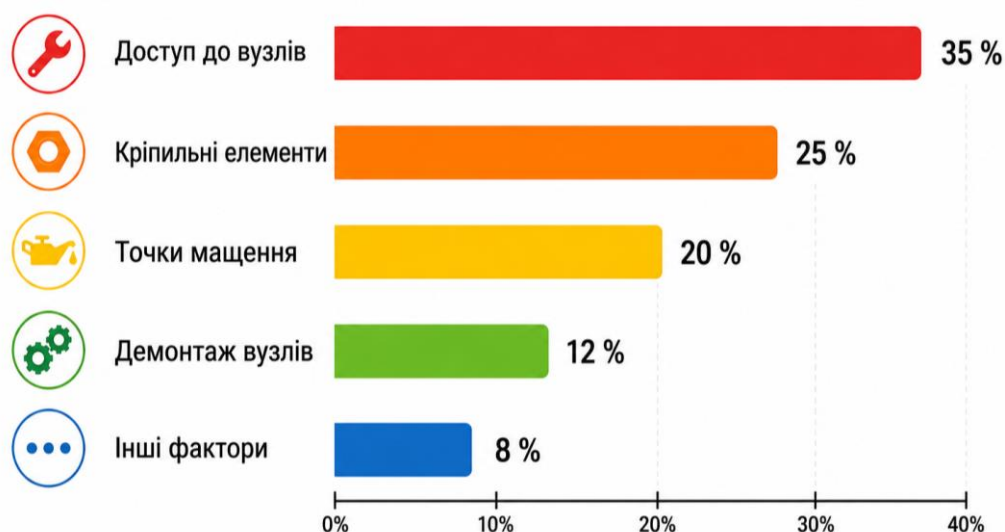


Рисунок 2.6 – Вплив конструктивних факторів на тривалість ТО

Аналіз показує, що скорочення часу доступу до вузлів дозволяє суттєво знизити загальну трудомісткість технічного обслуговування.

2.7 Висновки до розділу 2

У другому розділі проведено дослідження пристосованості конструкції зернозбирального комбайна «Славутич» до технічного обслуговування.

Встановлено, що найбільш доступними для виконання регламентних робіт є жатна частина та електрообладнання, тоді як молотильно-сепарувальна система характеризується недостатньою доступністю.

Визначено, що загальна трудомісткість одного циклу технічного обслуговування становить 3,5 люд.-год, а найбільші витрати часу пов'язані з мащенням вузлів та забезпеченням доступу до агрегатів.

Розрахований коефіцієнт доступності конструкції становить 0,73, що відповідає задовільному рівню обслуговуваності.

Комплексний показник пристосованості до технічного обслуговування склав 0,209, що характеризує середній рівень експлуатаційної технологічності комбайна.

Проведений аналіз підтвердив доцільність удосконалення конструкції сервісних зон, що дозволить скоротити тривалість технічного обслуговування та підвищити ефективність експлуатації комбайна «Славутич».

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ПРИСТОСОВАНOSTІ КОМБАЙНА ДО ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

3.1 Молотарка комбайна складається з корпусу, камнеуловителя, молотильного пристрою, відбійного битера, соломотряса, очищення пристроїв, що транспортують, бункера й механізмів привода робочих органів.

Корпус молотарки складається з рами, панелей і даху. Для обслуговування робочих органів у панелях молотарки є лючки. Крім цього, у лівій панелі передбачене вікно для монтажу й демонтажу барабана, у правій - вікно для монтажу й демонтажу відбійного битера.

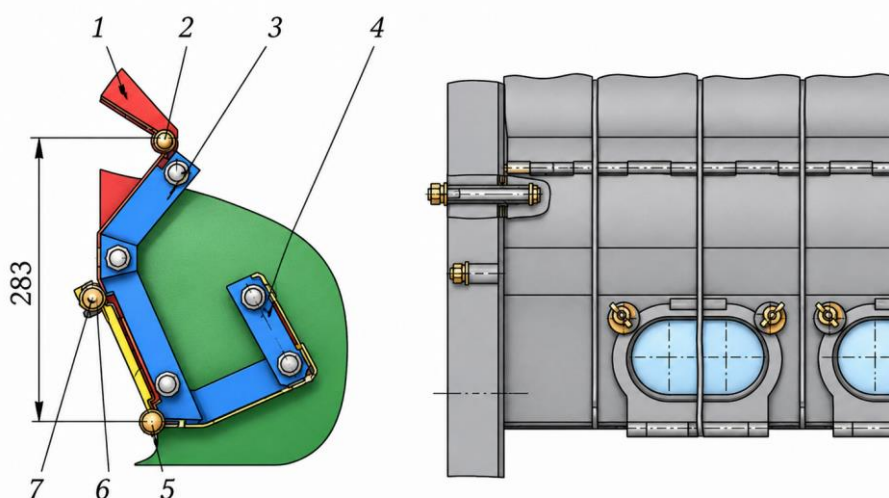


Рис. 3.1 - Секція молотарки передня (установка камнеуловлювача)

1-щит перехідної; 2, 5-осі петель; 3-щит передній; 4-щит задній;
6-кришка відкидна; 7-гайка.

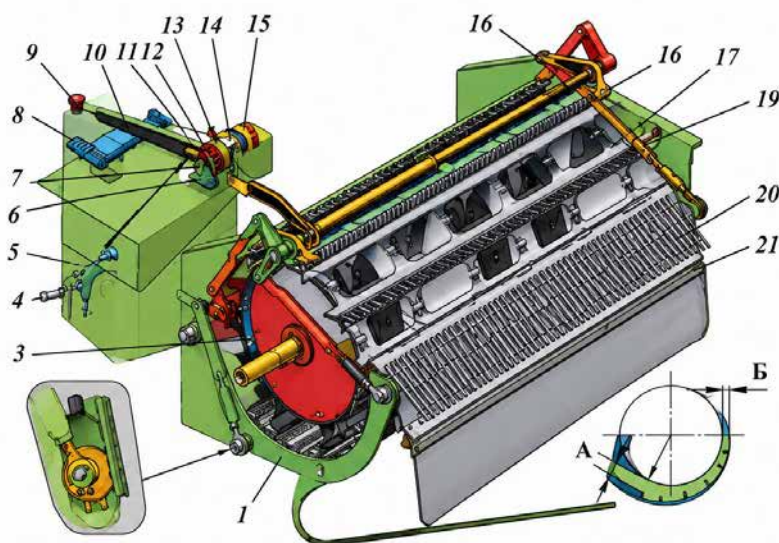


Рис. 3.2 - Молотильний пристрій і механізм керування підбарабанням
1-підбарабання; 2-барабан молотильний; 3-важіль вала торшону; 4-вісь; 5-

собачка; 6-опора; 7-вал важеля; 8- педаль; 9-кнопка; 10-важіль; 11-тяга; 12, 15- колеса храпові; 13-барабан зі шкалою; 14-вал квадратний; 16-бич правий; 17-бич лівий; 18-вал торсіона; 19-підвіска; 20-грати; 21-щиток; А, Б - зазори між бичами барабана й підбарабання.

Щити камнеуловлювача передній 3 і задній 4 (рис. 3.1) утворюють порожнина для вловлювання сторонніх предметів, що попадають у молотарку з масою. Очищення порожнини здійснюється через передню кришку, що відкидається, 6, яка фіксується гайками 7. Підтяжка кришки до площини щита регулюється гайкою 8, установленної на осі рукоятки.

Молотильний пристрій складається із сильного молотильного барабана 2 (рис. 3.2), підбарабання 1 і механізму регулювання підбарабання. Барабан монтується в корпус молотарки через люк лівої панелі й установлюється на двох самоустановлювальних шарикопідшипниках із фланцевими корпусами.

Бичі рифлені правого 16 і лівого 17 напрямків закріплені на підбичниках кістяка барабана по черзі.

Привод барабана здійснюється від відбійного битера через клиноремінний варіатор. На приводі барабана встановлений пристрій для автоматичного натягу ремня пропорційно переданої потужності.

Керування частотою обертання барабана здійснюється з кабіни водія.

Підбарабання односекційне, оборотне, зварений конструкції.

При зворотній перестановці підбарабання пальцеві грати 20 з відбивним щитком 21 міняються місцями.

Підбарабанье підвішено на валу 18 торсіона за допомогою підвісок 19.

Зміна зазорів А и Б (рис. 3.2) між бичами барабана й підбарабанням проводиться важелем 10, миттєве глибоке опускання підбарабання - одночасним натисканням кнопки 9 важеля 10 і педалі 8. розташованих у кабіні.

У випадку залипання підбарабання на збиранні вологих культур очищення його робити чистиком через бічні вікна молотарки або знизу, попередньо знявши надставку стрясной дошки 2.

Соломотряс комбайна складається з п'яти клавіш та із чотирьох.

Клавіші змонтовані на двох колінчатих валах на підшипниках одноразового змащення з розрізними конічними втулками. Робоча поверхня клавіш жалюзійна, нерегульована. За першим каскадом клавіш підвішений фартух.

У корпусах 6 (рис. 3.3) підшипників клавіш на веденому валу 4 уведені гумові амортизатори 5, що компенсують неточності виготовлення колінчатих

валів і складання соломотряса. Для усунення перекосу клавіш при складанні між корпусами підшипників 5, (рис. 3.4) і клавішею 1 установлюються прокладки 2.

Привод соломотряса здійснюється від заднього контрприводного вала (мал. 36, 37) за допомогою ремінної передачі.

Задній контрпривід установлюється в задній частині молотарки й має два виконання: для комбайна з подрібнювачем (рис. 3.5); для комбайна з копнувачем (рис. 3.6). Привод проміжного контрпривода, встановленого на осі задньої стійки лівої панелі, здійснюється від заднього контрпривода ланцюговою передачею. Від проміжного контрпривода пасовою передачею приводиться механізм соломонабивателя копичника.

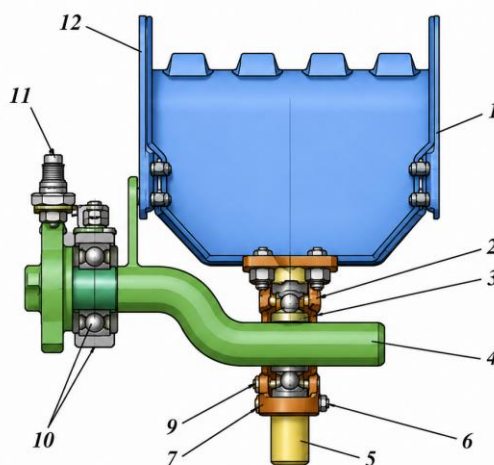


Рис. 3.3 - Ведений колінчатий вал соломотряса

1-клавіша; 2, 10-підшипники; 3-втулка конічна розрізна; 4-вал колінчатий ведений; 5-амортизатор; 6-корпус підшипника; 7-фланець; 8-болти кріплення підшипника в корпусі; 9-корпус підшипника; 11-датчик обертів; 12-панель молотарки.

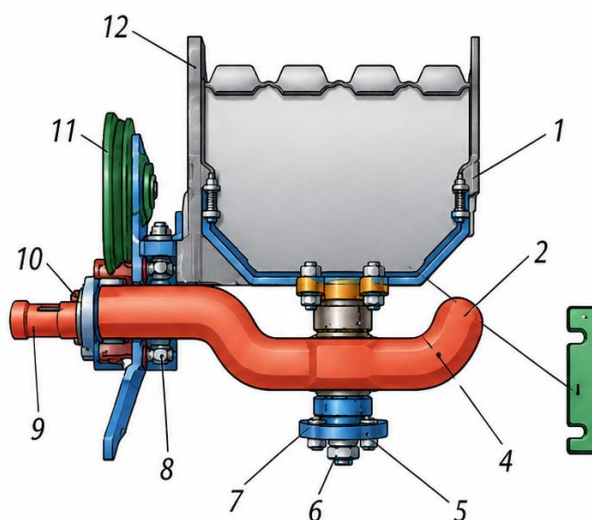


Рис. 3.4 - Провідний колінчатий вал соломотряса

1-клавіша; 2-прокладка регулювальна; 3-болти кріплення підшипника в корпусі; 4-підшипник; 5-корпус підшипника; 6-фланець; 7-втулка конічна розрізна; 8-корпус підшипника; 9-вал колінчатий ведучий; 10-шпонка; 11-шків; 12-панель молотарки

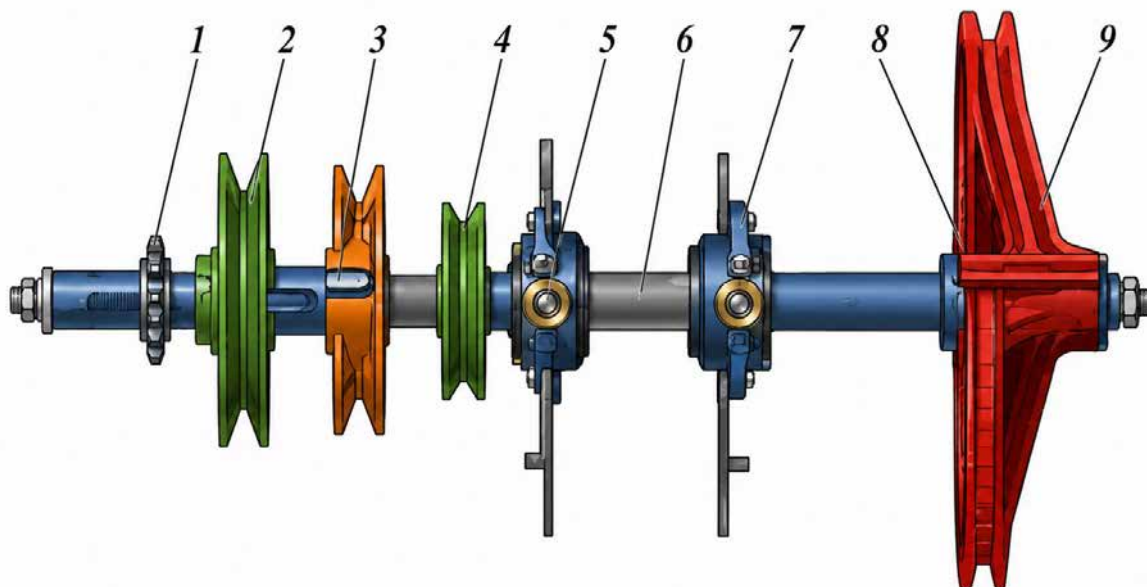


Рис. 3.6. - Контрпривод задній для комбайна з копнувачем

1-зірочка привода половонабивника; 2-шків привода колосового елеватора; 3-шпонка; 4-шків привода соломотряса; 5-підшипник; 6-корпус підшипника; 7-труба розпірна; 8-вал; 9-шків приводний

В очищення (рис. 3.7) входять стрясна дошка 6, надставка страсної дошки 7, вентилятор 11, привод очищення 8, контрпривод вентилятора й привода очищення 5, нижній решітний стан 13, решето верхнє 3, подовжувач верхнього решета 2, швидкоземний лоток половонабивника 1. На комбайнах, укомплектованих подрібнювачем-розкидачем або капотом, замість лотка половонабивника встановлюється дошка транспортуюча.

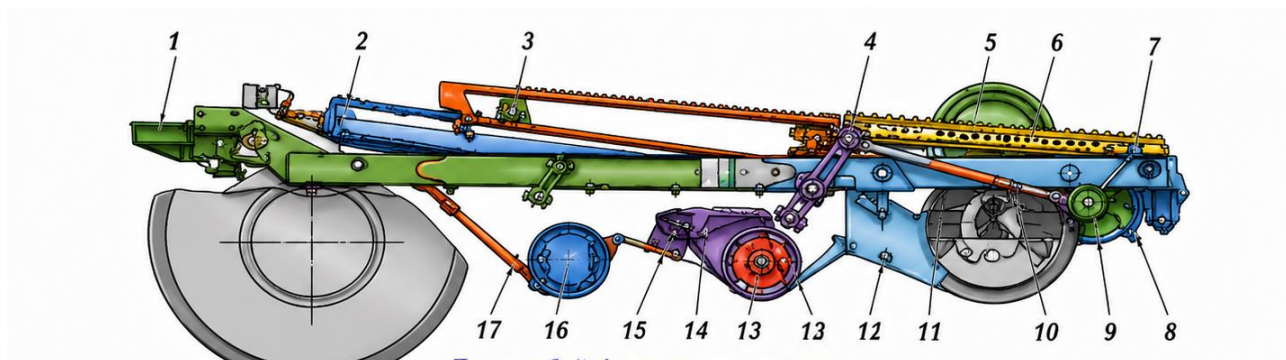
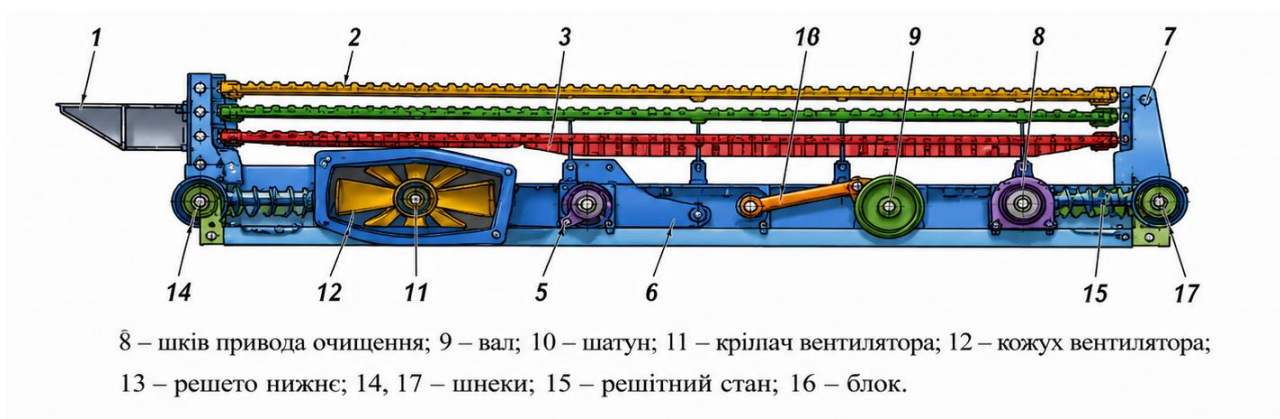


Рис. 3.7.- Очищення: 1- лоток половонабивника; 2-подовжувач верхнього решета; 3-решето верхнє; 5-контрпривод; 6-дошка стрясна; 7-надставка страсної дошки; 8-шків привода очищення; 9-вал; 10-шатун; 11-крилач вентилятора; 12-

кожух вентилятора; 13-решето нижнє; 14, 17-шнеки; 15-решітний стан; 16-блок.



Стрясна дошка (рис. 3.8) складається з каркаса 4, надставки 2, фартуха 11, осі 8, підвісок 5. Стрясна дошка в задній частині шарнірно з'єднано через вал 8 з бортами 10 верхнього решета, а в передній частині підвісками 5 через сайлент-блоки 15 кріпиться на кронштейні 16 рами комбайна. Знімна надставка замикається на каркасі дошки замками 1.

Верхній решітний стан (рис.3.9) включає два борти 7, жалюзійне решето з механізмом регулювання 1, подовжувач 9 із двома механізмами регулювання. У передній частині борту решета з'єднуються через сайлент-блоки з валом стрясної дошки, а в задній частині підвішені на важелях, закріплених на осях панелей молотарки. Решето в передній частині вводиться в паз кронштейна 2 бортів і затягається гайками, а в задній частині кріпиться до бортів болтами.

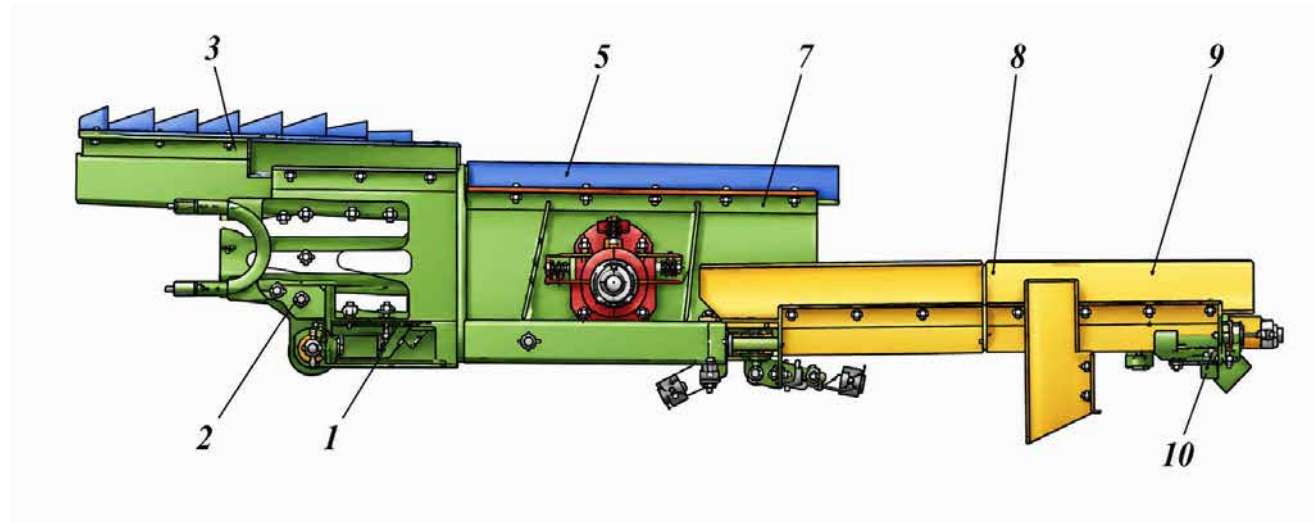


Рис. 3.9 - Стан решітний верхній: 1-решето верхнє; 2-кронштейн; 3-дошка стрясна; 5, 8-відлив; 7-борт решета; 9-подовжувач; 10-лоток

Подовжувач верхнього решета в передній частині з'єднується через сайлентблок з рамкою верхнього решета, у задній частині підвішений на важелях, закріплених на осях панелей молотарки. Подовжувач має дві регульовані секції жалюзійних гребінок. Лоток подовжувача встановлюється на осі рамки подовжувача й замикається засувками. Дошка транспортуюча кріпиться в передній частині до рамки подовжувача кронштейнами, а в задній частині опирається на ремені. Нижній решітний стан (рис. 3.10) являє собою металевий короб, на якому закріплено нижнє решето. Задня частина решітного стану підвішена до рами молотарки за допомогою важеля 15 через сайлент-блоки 14, 16. Передня частина через палець і сайлент-блоки опирається на двуплечий важіль 1. Решето в передній частині вставляється під притиски, у задній - болтами 5 кріпиться до рамки решітного стану.

Вентилятор очищення (рис. 3.11) складається з розбірного кожуха 6, 10, крилача 15, вала 7, на якому перебуває приводний варіаторний шків 11 і датчик електронного лічильника обертів 2. Вал 1 вентилятора встановлений на шарикопідшипниках одноразового змащення 13. Фланцеві корпуси підшипників закріплено в кронштейнах 3,5, якими вентилятор за допомогою болтів кріпиться до рами 4 молотарки. На кожусі вентилятора є розсікач повітряного потоку 7.

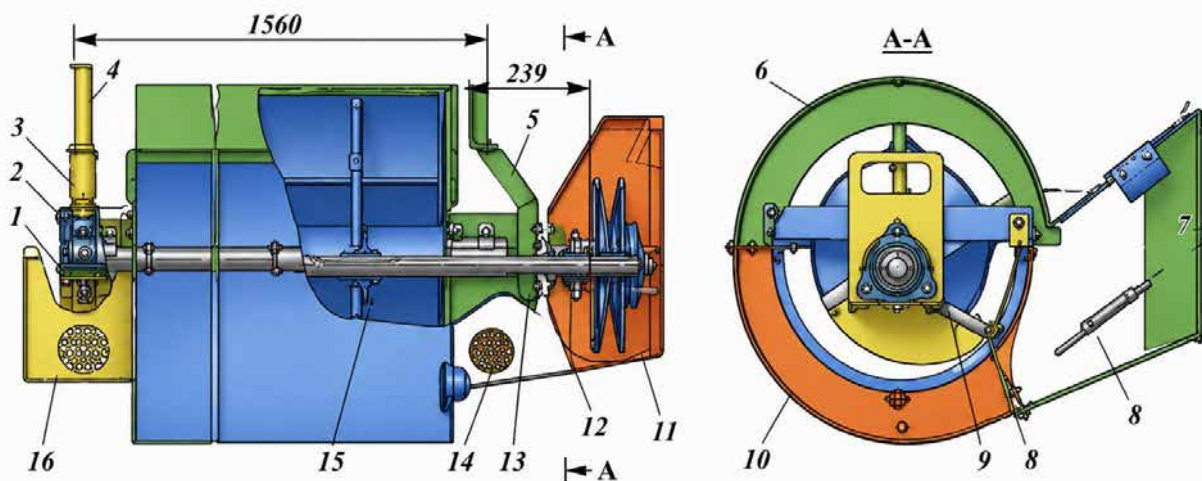


Рис. 3.11 - Вентилятор

1-вал вентилятора; 2-датчик частоти обертання; 3-лівий кронштейн вентилятора; 4-рама; 5-правий кронштейн вентилятора; 6-верхній кожух вентилятора; 7-розсікач повітряного потоку; 8-лопата крилача; 10-нижній кожух вентилятора; 11-шків варіатора вентилятора; 12-корпус підшипника; 13-підшипник; 14-лівий захисний кожух; 15-крилач вентилятора; 16-правий захисний кожух

Крилич вентилятора приводиться в рух клиновим ременем від контрпривода через варіатор. Пристрій контрпривода показано на рис. 3.12.

Механізм привода очищення (рис. 3.13) включає вал 3, установлений у підшипниках 4 корпуса 2, які закріплені на полках швелера рами 13. На торці вала з лівої сторони комбайна встановлений приводний шків. На валу на шпонках установлені ексцентрики 5 і 22, а на них, на підшипниках 6, шатуни 8 і 19, з'єднані за допомогою сайлент-блоків 16 з віссю стрясної дошки; із правої сторони на валу встановлений датчик 11 обертів коливального вала. Привод коливального вала очищення здійснюється двома клиновими ременями від контрпривода вентилятора. Контрпривод вентилятора (рис. 3.12) служить для привода вентилятора й очищення комбайна. Механізм контрпривода зібраний на валу 8 і встановлюється в кронштейні 12, привареному до рами 13 молотарки. Регулювання обертів вентилятора очищення проводиться з місця оператора натисканням клавіші на пульті електрогідравліки. Збільшення обертів вентилятора здійснюється відомістю дисків контрпривода вентилятора за допомогою гідроциліндра 2, а зменшення-розведенням дисків під дією ременя при відкритті запірного клапана в секції керування гідроциліндром "на злив".

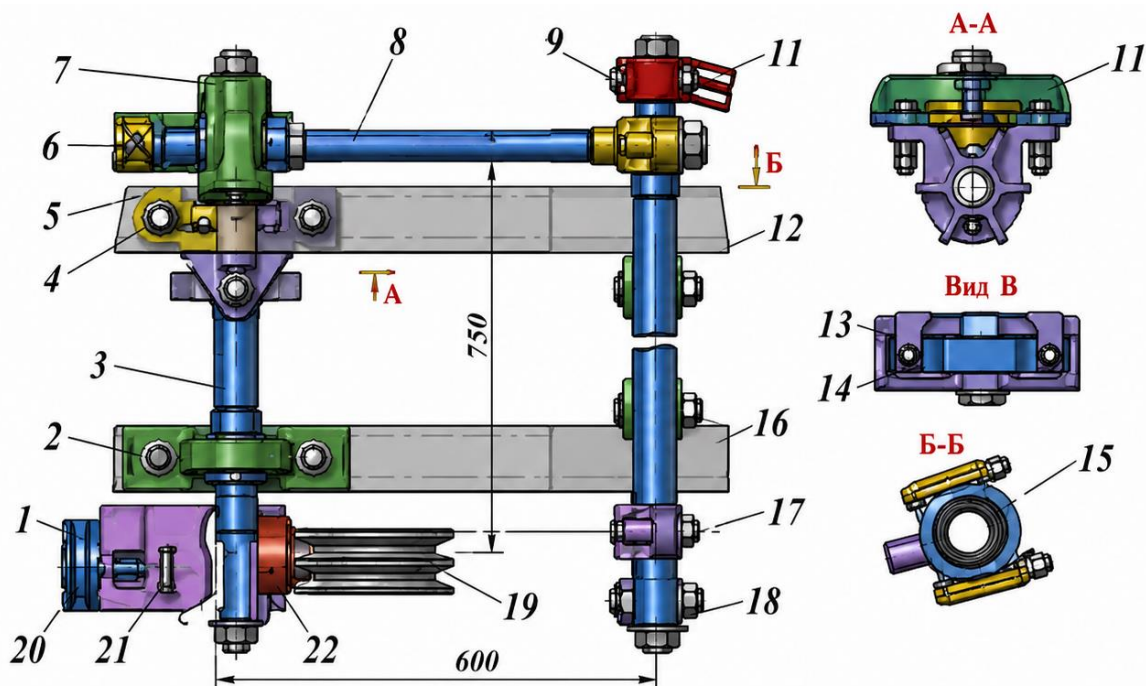


Рис. 3.13 - Привод очищення

1-шків привода очищення; 2-корпус підшипника; 3-вал; 4-підшипник; 5-ексцентрик правий; 6-підшипник; 7-гайка; 8-шатун правий; 9-хомут важеля; 11-датчик обертів вала очищення; 12-зірочка датчика; 13-рама; 14-планка рифлена; 15- хомут шатуна; сайлент-блок шатуна; сайлет-блок важеля; 18-вісь; 19-шатун лівий; 20-шпонка шківів; 21-шпонка ексцентрика; 22-ексцентрик лівий

Контрпривод складається із приводного нерухливого шківa 10, жорстко закріпленого на валу 8, рухливого шківa 9, з'єднаного через фланець 6 з гідроциліндром 2, і опорної тарілки 4, закріпленої на маточині нерухливого шківa 10 за допомогою пальців 5.

У конструкцію контрпривода вентилятора введені регульовальні елементи: два гвинти 1, закріплені на фланці 6, необхідні для установки зазору 2 мм між дисками приводного й рухливого шківів, чим охороняють ремінь від передчасної витяжки при роботі на максимальних обертах. У міру витяжки ремня за допомогою гвинтів убирається зазор між дисками, що дає додатковий запас максимальних обертів. Три зменшені шайби 3, установлені на пальці 5, необхідні для одержання додаткового запасу мінімальних обертів при новому реміні. Для цього необхідно встановити шайби між опорною тарілкою й упорами пальців. У міру витяжки ремня (більш 2%) шайби необхідно переставити у вихідне положення (між опорною тарілкою й гайками), пристрій, що домолочує (мал. 45) складається з ротора, установленного на валу в підшипниках із захисними шайбами, корпуса, обичайки з декою, приводного шківa й натяжної зірочки. Із пристрою, що домолочує, розподільним шнеком купа подається у молотарку й розподіляється по ширині стрясної дошки.

До транспортуючих пристроїв молотарки ставляться зерновий шнек, зерновий елеватор, похилий зерновий шнек, колосовий шнек, колосовий елеватор, розподільний шнек пристрою, що домолочує.

Керуючись цим, оцінку впливу сукупності факторів на трудомісткість й пристосованість тракторів до ТО пропонується здійснювати по узагальненому показнику (критерію).

$$E_i = \frac{\sum_{i=1}^I K_i \cdot \varphi(i)}{\sum_{i=1}^I \varphi(i)}, \quad (3.1)$$

де K_0 – узагальнений показник, що відображає в цілому вплив сукупності факторів на трудомісткість ТО;

K_i – відносні показники, значимість яких визначається місцем, займаним ними в ранжованій послідовності, тобто K_i залежить від i ;

$\varphi(i)$ – функція, що нормує значимість (вагомість) факторів, що обумовлюють трудомісткість ТО, загальне число яких дорівнює n .

Подібний підхід застосований у роботі [77] при комплексній оцінці експлуатаційної технологічності тракторів.

Відносні показники залежать від рівняння трудомісткості ТО тракторів і можуть обумовлюватися у двох силогізмах, коли:

а) Зниженню трудомісткості ТО сприяє підвищення чисельних значень факторів, наприклад, збільшення періодичності ТО, у цьому випадку

$$K_i = \frac{P_1}{P_2}, \quad (3.2)$$

де P_1 – фактор, що враховується в аналізі, для досліджуваної моделі трактора, прийнятої для порівняння;

P_2 – те ж для моделі трактора, прийнятої для порівняння.

б) Зниженню трудомісткості ТО сприяє зниження чисельних значень факторів, наприклад, зниження числа регламентних операцій у системі ТО, тоді

$$K_i = \frac{P_2}{P_1}, \quad (3.3)$$

До визначення функції $\varphi(i)$, що характеризує вагомості факторів, можна підійти, виходячи з умов достатньої спільності [78], а саме:

$$1. \text{ при } i=1, \quad \varphi(i)=1; \quad (3.4)$$

$$2. \text{ при } i \rightarrow \infty, \quad \varphi(i)=0; \quad (3.5)$$

$$3. \text{ при } i=\infty, \quad \lim \frac{\varphi(i+1)}{\varphi(i)} > p < 1; \quad (3.6)$$

$$4. \text{ при } 1 \leq i \leq \infty, \quad |\varphi(i)| > |\varphi(i+1)| \quad (3.7)$$

Перша умова (3.4) означає, що в ранжованій послідовності факторів вагомість першого з них дорівнює одиниці, тобто $\varphi(i)=1$.

При цьому не виключається можливість мати таку ж значимість одному, двом або навіть більше першим фактором у ранжованій послідовності.

Друга умова (3.5) свідчить про те, що при безмежному збільшенні числа факторів, вагомість останнього дорівнює нулю.

$$\varphi(i)=0$$

Третя умова (3.6) підтверджує справедливість операції підсумовування оцінок, представлених у вигляді значень залежних факторів.

Четвертою умовою (3.7) забезпечується вимога збіжності числового ряду, складеного зі значень $\varphi(i)$.

Перші три умови (3.4), (3.5) і (3.6) визначають $\varphi(i)$ у наступному виді

$$\varphi(i) = \frac{i}{a^{(i-1)}}, i \neq 0, \quad (3.8)$$

Прийняте вираження (8) задовольняє трьома умовам (3.4), (3.5) і (3.6), тому що при $i=1$, вагомість першого показника $\varphi(i)=1$, при i функція, що нормує $\varphi(i)=0$.

Умова (3.7) свідчить про те, що й в інтервалі функції $0 \leq \varphi(i) \leq 1$, відсутній екстремум. Ця умова може бути виконана підбором параметра "a" у вираженні (8). При виборі значення параметра "a" використані рекомендації, наявні в роботі [78]. Установлено, що тільки при $a = 2$ виходить функція, що наближається до значень $\varphi(i)$, що ще не має максимуму для $1 \leq i \leq \infty$. При будь-якому іншому значенні (у тому числі й при "a" = 3, 4, 5,) твердження при якому завгодно наближені не правомірно.

Тому графік функції, що нормує $\varphi(i)$ при "a" =2, можна розглядати як огинаючу криву (див. рис. 3.28.).

Виходячи із прийнятих умов (4), (5), (6), і (7) для визначення вагомості факторів у наших дослідженнях використана нормуюча функція вигляду.

$$\varphi(i) = \frac{i}{2^{(i-1)}} \quad (3.9)$$

Вагомість окремих факторів, виходячи з нормуючої функції, і умов ТО характеризується наступними її значеннями:

$\varphi(i_1) = 1,0;$	$\varphi(i_7) = 0,11;$
$\varphi(i_2) = 1,0;$	$\varphi(i_8) = 0,06;$
$\varphi(i_3) = 0,75;$	$\varphi(i_9) = 0,04;$
$\varphi(i_4) = 0,50;$	$\varphi(i_{10}) = 0,03;$
$\varphi(i_5) = 0,31;$	$\varphi(i_{11}) = 0,02;$
$\varphi(i_6) = 0,18;$	$\varphi(i_{12}) = 0,01$

Таким чином, виразивши показники K_i і нормуючу функцію $\varphi(i)$ аналітично, можна охарактеризувати оцінку впливу сукупності факторів на формування трудомісткості ТО тракторів по узагальненому показнику K_0 у такий спосіб:

1. $K_0 > 1$ – фактори, діючи в сукупності, сприяють скороченню трудомісткості ТО;
2. $K_0 = 1$ – фактори, діючи в сукупності, не роблять істотного впливу на формування трудомісткості ТО;

3. $K_0 <$ фактори в їхньому сполученні не сприяють зниженню трудомісткості ТО.

Таким чином, визначивши умови оцінки, представляється можливим установити порядок визначення узагальнених показників.

РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ПРИ РОБОТАХ ПІД ЧАС ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

4.1. роботи під час технічного обслуговування

Всі роботи під час технічного обслуговування, монтажу і ремонту повинні проводитись кваліфікованими спеціалістами. При пошкодженнях комбайна внаслідок неправильного виконання монтажних робіт припиняється право пред'явлення вимог щодо надання гарантії.

Використовуйте тільки оригінальні запчастини фірми-виробника, які розроблені спеціально для даного комбайна. Встановлення або використання іншої продукції при певних обставинах може негативно вплинути на конструктивно задані характеристики комбайна і, як наслідок, нанести збитки безпеці експлуатації.

Роботи з ремонту і технічного обслуговування двигуна та інших розташованих зовні вузлів проводити тільки на передбачених для цього опорних майданчиках або на окремій монтажній платформі.

Постійно утримуйте в чистоті двигун, підкапотний простір і паливний бак (щоденний контроль).

Негайно видаляйте забруднення від підтікання масла або пластичних мастил, а також розлитого палива.

Категорично забороняється палити під час заправки паливом.

Перед заправкою паливом завжди виключайте двигун і вимикач акумуляторної батареї. Негайно витирайте паливо, що розлилось.

Перед тим, як відкрити запірний пристрій бака, очищайте місце в районі заливної горловини.

При роботі з паливом урахуйте підвищену пожежонебезпечність. Тут вимагається особлива обережність. Ніколи не проводьте дозаправку паливом поблизу відкритого вогню або в місці утворення іскор.

У кабіні комбайнера знаходиться ручний вогнегасник з інструкцією щодо його використання. Використані ручні вогнегасники негайно замінюйте новими.

Ремонтні роботи під жаткою, між жаткою і комбайном, а також у зоні качановідокремлювача виконують тільки при наявності надійних опор похилої камери.

При роботах на жатці, які проводяться при піднятому мотовилі, запобігайте падінню (опусканню) його відповідними пристосуваннями.

Будьте обережними при роботах з підпружиненими дисками варіаторів! Пружина має силу попереднього натягу.

Перед проведенням зварювальних робіт необхідно ретельно очистити комбайн, жатку і качановідокремлювач від залишків сільськогосподарських культур.

Зварювальні роботи можна проводити тільки тоді, якщо вжити заходи, що виключають загоряння парів палива.

Під час електрозварювальних робіт виключіть вимикач акумуляторної батареї.

Зберігайте масло і паливо тільки в ємкостях і приміщеннях, що відповідають приписам.

Рідини, що виходять під високим тиском (паливо, робоча рідина гідросистеми тощо) можуть нанести тяжкі травми. У випадку травмування негайно звертайтеся до лікаря.

Будьте особливо обережні при зливанні гарячого масла. Небезпека обпечення! Видаляйте зливе масло і паливо, а також змінні фільтруючі елементи відповідно до приписів.

Різьбову кришку компенсаційного бачка системи охолодження знімайте дуже обережно. Охолоджувальна рідина при гарячому двигуні знаходиться під тиском. Небезпека обпалення.

При роботах, пов'язаних з колесами, слідкуйте за тим, щоб комбайн був надійно поставлений на стоянку і зафіксований противідкотними упорами.

При роботі під комбайном, піднятому домкратом, на ньому не повинно бути жодної людини.

Зверніть увагу на достатню вантажопідйомність підйомного пристрою (домкрата), яка повинна бути не менше 8 т.

Піднімальний пристрій встановлюйте на комбайні тільки в спеціально відмічених місцях.

Ремонтні роботи на шинах дозволяється проводити тільки персоналу з відповідним досвідом роботи і тільки при використанні відповідного монтажного інструмента.

Підтягніть всі кріпильні болти і гайки ведучих і напрямних коліс відповідно до інструкції. Таку підтяжку слід проводити після кожної заміни колеса або після 3 і 50 год роботи машини.

Після проведення робіт з технічного обслуговування знову встановіть всі загороджувальні пристрої і перевірте функціонування електричних ланцюгів із блокуваннями безпеки.

Контролюйте все електрообладнання і оберігайте його від пошкоджень. У разі їх виявлення негайно ліквідуйте пошкодження.

Перемикання електричних проводів і запобіжників забороняється. Використовуйте тільки фірмові запобіжники із вказаним значенням струму.

Забороняється виводити із робочого стану електричні схеми.

Підтягуйте затискачі, затискні гвинти і постійно перевіряйте міцність їх посадки.

Заборонено класти будь-які речі (предмети) на акумуляторні батареї!

Перед проведенням робіт з електрообладнанням виключайте головний вимикач батареї.

Слідкуйте за дотриманням послідовності при підключенні акумуляторної батареї: спочатку позитивний, а потім негативний полюс. Від'єднання проводів здійснюється у зворотній послідовності.

Обережно з батарейними газами. Небезпека вибуху!

Будьте обережні при роботі з електролітом, він їдкий.

Гідравлічна система знаходиться під високим тиском, тому при пошуку витікання використовуйте відповідні допоміжні засоби. Небезпека травмування!

Перед проведенням робіт на гідросистемі відключіть двигун, виключіть вимикач акумуляторної батареї, затягніть стоянкове гальмо, встановіть противідкатні упори.

Перед проведенням робіт з гідравлічною системою переведіть її в безнапірний стан. Для цього опустіть жатку (качановідокремлювач) і приведіть у дію вимикач для гідростатичного зрівноважування гідроциліндрів мотовила, що знаходиться під платформою комбайна, спереду праворуч.

При підключенні гідравлічних агрегатів слідкуйте за приєднанням гідравлічних рукавів відповідно до приписів. Якщо поміняти місцями з'єднувальні елементи, виникають протилежні функції (піднімання замість опускання).

Встановлюйте комбайн на стоянку поза дорогами загального користування у відповідних для стоянки місцях. Тільки у виключних випадках допускається короткочасне паркування комбайна на дорогах.

Для зупинки і паркування комбайна заїжджайте на крайню праву сторону дорожнього полотна. Переведіть важіль переключення передач у нейтральне положення (холостого ходу) і затягніть ручне гальмо.

У темноті або поганих умовах видимості включайте стоянкові ліхтарі.

Використовуйте запобіжні пристрої, передбачені правилами дорожнього руху. Встановлюйте комбайн по можливості на рівній площадці.

Якщо обставини вимагають встановлення комбайна на стоянку на місцевості зі схилом, встановлюйте комбайн по горизонталі.

Для безпеки, особливо на схилах, підкладайте під напрямні колеса противідкатні упори.

Поверніть вивантажувальний шнек усередину і застопоріть похилу камеру і мотовило.

Виключіть двигун, потім відключіть акумуляторні батареї («масу»).

Закрийте двері кабіни на ключ.

Виконувати операції технічного обслуговування (за винятком операцій, що передбачають запуск дизеля) при працюючому дизелі й включених робочих органах комбайна, проводити ремонт або регулювання складових частин комбайна під час його руху категорично забороняється.

При проведенні регулювальних або ремонтних робіт під жниваркою необхідно підняти жниварку у верхнє положення й вилучити запобіжний упор на шток лівого гідроциліндра підйому, а також установити гвинтові домкрати в робоче положення.

При регулюваннях або ремонті ріжучого апарата й мотовила його необхідно підняти нагору й установити запобіжні упори, наявні на гідроциліндрах.

При від'єднанні жниварки із проставленням від похилої камери (демонтажі або монтажі платформи-підбирача й навісного підбирача), а також при від'єднанні жнивної частини від молотарки слід зафіксувати механізм зрівноважування на жниварці.

Регулювати гідропривід ходової частини в польових умовах, а також робити затягування з'єднань у мастилопроводах і гідроагрегатах, якщо гідросистема перебуває під тиском, забороняється.

Працювати на комбайні при несправних рульовім керуванні, гальмовій системі, електроосвітленні й сигналізації, а також перебувати поблизу необгороджених обертових шківів, що працюють ланцюгових і пасових передач категорично забороняється.

Перед запуском дизеля, включенням робочих органів, початком руху необхідно переконатися у відсутності сторонніх осіб на комбайні або близько нього й дати попереджувальний звуковий сигнал.

Інструмент, устаткування, пристосування, підйомно-транспортне встаткування, застосовуване при проведенні погрузочно-розвантажувальних робіт, а також захоплюючі, затискні й піднімальні пристрою або їх приводи повинні бути справними.

Якщо поблизу заднього клапана й усередині копичника перебувають люди, перевіряти роботу механізмів копичника забороняється.

Запускати дизель із буксира й буксирувати комбайн із включеною передачею, починати рух комбайна із включеним стояночним гальмом, а також включати й виключати молотарку й похилу камеру при частоті обертання вала дизеля більш ніж 25 з-1 (1500 про/хв) категорично забороняється.

Щоб уникнути розрядки акумуляторної батареї через прилади й обмотку генератора при зупинці дизеля необхідно обов'язково відключати її вимикачем «маса». Категорично забороняється навіть короточасне з'єднання ізольованих клем генератора й реле-регулятора з «масою».

При проведенні технічного обслуговування комбайна необхідно виконувати правила пожежної безпеки.

Клеми генератора, батареї акумуляторів, стартера повинні мати захисні ковпачки; ізоляція проводів не повинна мати ушкоджень. Комбайн повинен бути укомплектований справним вогнегасником, лопатою й мітлою. Щоб уникнути опіків особи й рук при долівці води в радіатор перегрітого дизеля кришку горловини радіатора слід відкривати обережно; при цьому необхідно користуватися рукавицею й розташовуватися з навітряної сторони.

При роботі в полі або транспортуванні комбайна максимально припустимий ухил на підйомах і спусках повинен бути 10°. При поворотах і розворотах швидкість руху комбайна не повинна перевищувати 3-4 км/ч.

Комбайн необхідно вчасно очищати від пилу й рослинних залишків. Паливо не повинне підтікати й попадати на деталі комбайна.

Курити й застосовувати для висвітлення або в інших цілях відкритий вогонь при заправленні комбайна легкозаймистими рідинами категорично забороняється. Текти палива й масла із системи живлення, змащення й гідросистеми не допускається.

Комбайн повинен мати надійно закріплену на балці моста ведучих коліс заземлюючий ланцюг.

Для проведення технічного обслуговування або заправлення паливом комбайн необхідно вивести із хлібного масиву на відстань не менш 30 м і зупинити дизель. У процесі роботи слід вести систематичне спостереження за комбайном і особливо за його слідом, щоб вчасно запобігти загорянню на хлібному масиві. Місця стоянки й зберігання комбайна необхідно забезпечити протипожежними засобами за узгодженням з пожежною інспекцією.

4.2. Ієрархічна структура системи підтримання прийняття рішень при управлінні періодичністю технічного обслуговування

Автоматизована система прийняття рішень (АСПР) при управлінні періодичністю технічного обслуговування (ТО) – багаторівнева, призначена для організації й управління технічним обслуговуванням технологічних комплексів (ТК). Її використовують, щоб оцінити технічний стан об'єкта управління на стадії експлуатації. Крім того, АСПР враховує виробничі ситуації відмови обладнання, а також матеріальні й фінансові витрати.

Аналіз вимог до АСПР при управлінні періодичністю технічного обслуговування технологічних комплексів дозволяє сформулювати основні принципи її побудови: функціональний, модульний та ієрархічний [79, 80].

Функціональний принцип відображає збір інформації, її зберігання, опрацювання даних, прогнозування і прийняття рішень. Перечисленні функції охоплюють усі сфери функціонування технологічних комплексів.

«Прийняття рішень» є специфічною функцією АСПР, яка відрізняє її від автоматизованих комп'ютерних систем, оскільки призначена для вибору оптимального рішення проблемної ситуації, пов'язаної із порушенням нормальної роботи устаткування. Для здійснення цієї функції АСПР оснащено комплексом моделей розрахунку і прийняття рішень, а також системою даних, яка забезпечує їх інформацією.

Модульний принцип полягає у тому, що кожна з використаних у системі моделей є окремим модулем, а інформація зберігається в окремих файлах даних. Використання модульного принципу забезпечує можливість редагування і доповнення складу даних у процесі експлуатації АСПР при управлінні періодичністю технічного обслуговування технологічних комплексів – без значних витрат засобів, сил і часу обслуговуючого персоналу.

Ієрархічний принцип відображає прийняті в системі способи організації збору, зберігання, опрацювання і аналізу інформації, порядок пошуку рішень проблемних ситуацій, а також рівні використання АСПР.

Для вирішення проблемної ситуації «Оптимізація періодичності профілактичної заміни інструменту» робота АСПР організована за другим варіантом – як статистичні використовували дані пасивного виробничого експерименту: напрацювання на відмову 4 годин 13 хвилин, відновлення працездатності 30 хвилин, технічне обслуговування триває 10 хвилин з періодичністю кожні 4 години.

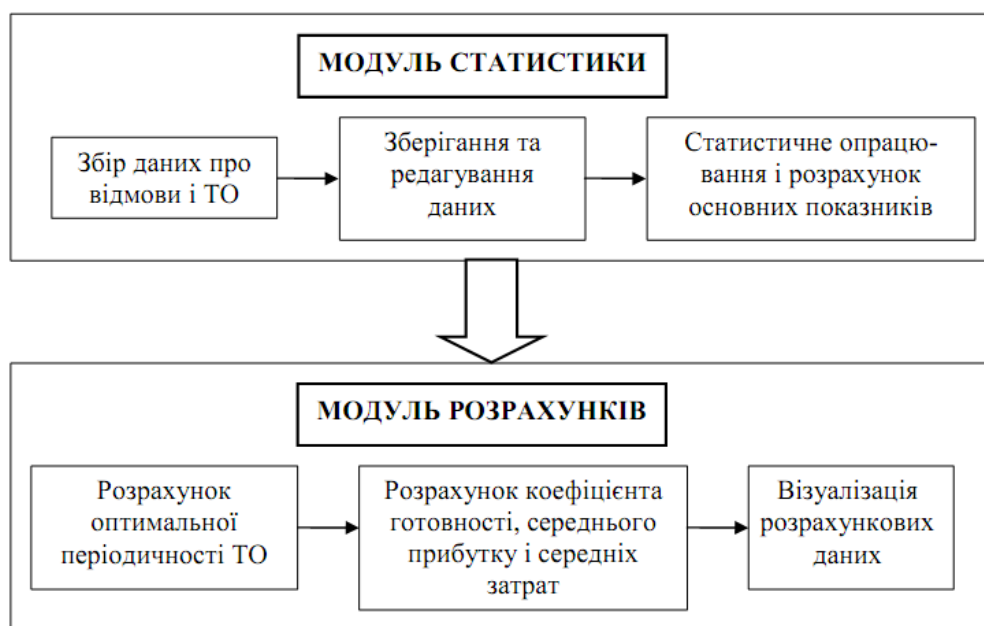


Рисунок 4.2. – Структурна схема АСПР при управлінні періодичністю технічного обслуговування технологічних комплексів

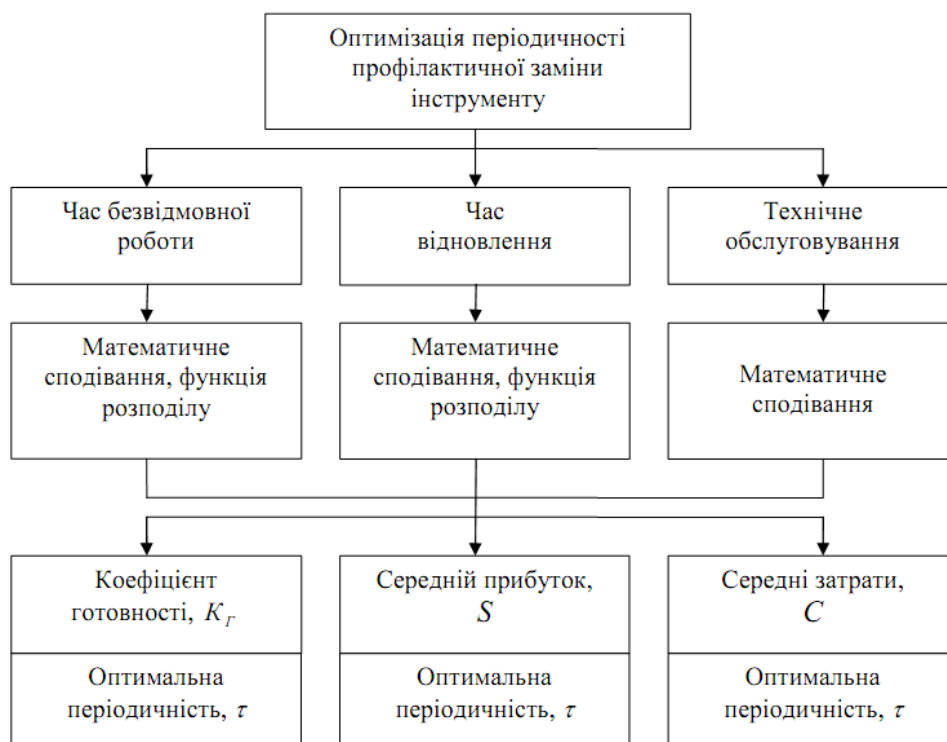


Рисунок 4.3. – Послідовність роботи АСПР у проблемній ситуації

«Оптимізація періодичності профілактичної заміни інструменту»

У розділі проведено аналіз умов праці механізатора під час технічного обслуговування зернозбирального комбайна «Славутич».

Встановлено, що основними небезпечними факторами є рухомі частини механізмів, електричний струм, робота на висоті та підвищена температура окремих вузлів. До шкідливих факторів належать шум, вібрація, запиленість повітря та вплив паливно-мастильних матеріалів.

Розроблено комплекс заходів щодо підвищення безпеки праці, пожежної безпеки та покращення умов виконання технічного обслуговування.

Запропоновані рішення забезпечують зниження трудомісткості робіт, підвищення рівня безпеки механізатора та покращення показників експлуатаційної технологічності комбайна.

РОЗДІЛ 5 ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

5.1. При правильних регулюваннях робочих органів і правильних умовах збирання, регламентованих вимогами ГОСТ 22611-80, забезпечуються наступні якісні показники технологічного процесу:

продуктивність по зерну за 1 год основного часу, т	11,5
втрати зерна, %, не більш:	
за жнивваркою	
при полеглості хлібів до 20%	0,5
при збиранні полеглих хлібів	1,5
за підбирачем	0,5
за молотаркою (недомолот зерна)	1,5
дроблення зерна, %, не більш:	
колосових культур	2,0
кукурудзи	3,0
соняшника	3,0
зміст бур'янистої домішки в зерновій масі бункера, %, не більш	3,0

Основні заправні ємності комбайна наведені в табл. 5.1

Таблиця 5.1

Ємність	Обсяг, л	Марка масла й робочої рідини
Бак паливний	300	Паливо дизельне ГОСТ 305-82
Картер дизеля	22	Масло моторне М-10Г ₂ ГОСТ 8581-78 (улітку вище 50С) або М-8Г ₂ ГОСТ 8581-78 (узимку нижче 50С)
Гідробак і гідросистема, усього	45	Масло моторне М-10Г ₂ ГОСТ 8581-78 або М-10В ₂ ГОСТ 8581-78 (улітку вище 50С),
У тому числі гідробак	25	масло моторне М-8Г ₂ ГОСТ 8581-78 або М-8В ₂ ГОСТ 8581-78 (узимку нижче 50С)
Гідробак і гідростатична	40	Масло МГЕ-46В (МГ-30В) ТУ 38.001347-83

трансмсія, усього		або масло А ТУ 38.101178-71
у тому числі гідробак	25	
Коробка діапазонів	10	Масло трансмісійне Тап-15В ГОСТ 23652-79
Редуктори бортові	4x2	Те ж
Редуктор конічний похилого шнека	0,4	»
Привод реверсивний шнека жнивarki	0,6	»
Механізм «хитної шайби»	1,0	»
Гідросистема привода гальм і муфти зчеплення	0,6	Рідина гальмова БСК ТУ 6-10-1533-75

5.2. Правила технічного обслуговування

Відповідно до вимог ГОСТ 20793-86 для зернозбирального комбайна «Славутич-9-2» установлені наступні види технічного обслуговування: технічне обслуговування при підготовці до експлуатаційного обкатування; технічне обслуговування при експлуатаційнім обкатуванні; технічне обслуговування по закінченню експлуатаційного обкатування; технічне обслуговування при використанні по призначенню технічне обслуговування, що включає щозмінне (ЩТО), перше технічне обслуговування (ТО-1), друге технічне обслуговування (ТО-2). Друге технічне обслуговування слід проводити в тому випадку, якщо комбайн після наробітку 280-300 мото-год буде продовжувати збирання. А якщо ні, то операції ТО-2 сполучають із технічним обслуговуванням при підготовці машини до тривалого зберігання;

технічне обслуговування при підготовці до зберігання зернозбиральних комбайнів виконують відповідно до вимог ГОСТ 7751-85.

5.3. Щозмінне технічне обслуговування

Щозмінне технічне обслуговування (проводиться через 10 мото-год роботи).

Очистите від пилу й рослинних залишків капот двигуна й конденсатор кондиціонера.

Перевірте рівень і при необхідності долийте масло в картер дизеля й воду в радіатор.

Очистите від пилу й рослинних залишків кабінку, сітку повітроочисника кабінки, майданчик між дизелем і бункером.

Перевірте рівень масла в баках гідроприводу й гідросистеми й при необхідності дозаправьте їх.

Очистите від пилу й рослинних залишків дах молотарки й захисні кожухи (зверху), панелі комбайна, дах похилої камери, механізм «хитної шайби» (МКШ). При очищенні усунете текти масла, палива й води.

Перевірте й при необхідності підтягніть ланцюгу й ремені.

Запустите двигун, підніміть жниварку, установите упор, заглушите двигун і очистите камнеуловитель.

Змажте щічки сполучної ланки ножа.

Перевірте роботу двигуна, механізмів керування, виконавчих вузлів гідросистеми комбайна, показання приладів на холостому ходу. При необхідності усунете виявлені відхилення.

5.4. Перше технічне обслуговування (проводиться через 60 мото-год роботи).

Очистите від пилу й рослинних залишків капот дизеля, конденсатор кондиціонера, блок дизеля, кабіну, сітку повітроочисника кабіни, сітку обертового воздухозаборника, майданчик між дизелем і бункером, акумулятори, дах молотарки й захисні кожухи (зверху), панелі молотарки, дах похилої камери.

Перевірте рівень і при необхідності долийте масло в картер дизеля, бак гідроприводу й гідросистеми, воду в радіатор, гальмову рідину в бачки гідросистеми гальм.

Перевірте ступінь затягування кріплень провідного й веденого коліс до маточин деки пристрою, що домолочує.

Обдуйте стисненим повітрям основні фільтри-патрони повітроочисника.

Очистите й промийте сапуни баків гідроприводу й гідросистеми.

Змажте підшипник привода насоса НШ-32-3 (через одне ТЕ-1).

Перевірте й при необхідності відрегулюйте натяг ланцюгових і пасових передач.

Злийте відстій з паливного бака й фільтра грубого очищення.

Перевірте рівень електроліту й при необхідності долийте дистильовану воду.

Перевірте кріплення акумуляторних батарей у ящику, щільність контакту наконечників проводів з виводами батарей і при необхідності підтягніть їх.

Перевірте рівень і при необхідності долийте масло в конічний редуктор похилого шнека.

Перевірте роботу двигуна, механізмів керування виконавчих вузлів гідросистеми й показання приладів на холостому ході.

Перевірте герметичність впускного повітряного тракту й системи проміжного охолодження повітря.

Підніміть жниварку, установите її на упори, підтягніть кріплення ножа до жниварки, очистите камнеуловитель.

Змажте підшипники в наступній послідовності: лівий підшипник вала барабана, маточину шківів варіатора барабана, маточину провідного шківів варіатора барабана, лівий підшипник вала відбійного битера, маточину рухливого диска контрпривода вентилятора, маточину рухливого диска варіатора вентилятора., маточину шківів запобіжного механізму колосового елеватора, маточину запобіжної муфти, лівий підшипник заднього контрпривода, опорні підшипники моста керованих коліс, шарнір захвата автозчеплення, маточину шківів запобіжного механізму шнека измельчителя, правий підшипник заднього контрпривода, маточину шківів запобіжного механізму зернового елеватора, маточину шнека бункера, підшипник конічного редуктора похилого шнека бункера, вісь важеля натяжного пристрою привода гідронасоса ходової частини, правий підшипник вала відбійного битера, правий підшипник вала барабана, втулку шківів верхнього вала похилої камери, втулку диска муфти запобіжного пристрою, вісь важеля правого механізму зрівноважування жниварки, правий підшипник мотовила, центральний шарнір з'єднання похилої камери із жниваркою, шарнірні з'єднання важеля МКШ із рухливим ножом, лівий підшипник мотовила, втулку запобіжного пристрою мотовила, втулку запобіжного пристрою шнека, маточину рухливого диска верхнього шківів варіатора, маточину рухливого диска нижнього шківів варіатора, вісь лівого важеля механізму зрівноважування жниварки, що труться поверхні поворотного пристрою вивантажувального шнека.

Перевірте й при необхідності відрегулюйте механізм зрівноважування.

Перевірте тиск повітря в шинах.

Огляньте кріплення зовнішніх складальних одиниць і при необхідності підтягніть їх.

Перевірте й при необхідності усунете щілини в з'єднанні жниварки (платформи-підбирача) із проставленням.

Запустите двигун. Перевірте роботу гальм на місці й при русі на рівній ділянці.

5.5. Друге технічне обслуговування (проводиться, якщо після наробітку 280—300 мото-год комбайн буде продовжувати збирання).

Очистите від пилу й рослинних залишків капот дизеля, конденсатор кондиціонера, блок дизеля, кабіну, сітку повітроочисника кабіни, сітку обертового воздухозаборника, майданчик між дизелем і бункером, акумулятори, дах молотарки й захисні кожухи (зверху), панелі молотарки, дах похилої камери.

Перевірте рівень і при необхідності долийте масло в баки гідроприводу й гідросистеми, воду в радіатор, гальмову рідину в бачки гідросистеми гальм.

Перевірте ступінь затягування кріплень провідного й веденого коліс до маточин, деки пристрою, що домолочує, ножа жниварки, зовнішніх складальних одиниць.

Очистите й промийте сапуни баків гідроприводу й гідросистеми.

Перевірте ступінь засміченості повітроочисника дизеля й при необхідності очистите складові частини фільтра.

Злийте відстій з паливного бака, фільтрів грубого й тонкого очищення палива.

Очистите від забруднень і промийте елементи масляної центрифуги.

Замініте масло в картері дизеля, у механізмі «хитної шайби», у бортових редукторах і коробці діапазонів (через 700 мото-год), кінчному редукторі похилого шнека бункера, привода реверсивного шнека жниварки (для комбайнів Нечорноземної зони).

Змажте підшипник привода насоса НШ-32-3.

Перевірте й при необхідності відрегулюйте натяг ланцюгових і пасових передач.

Перевірте рівень електроліту й при необхідності долийте дистильовану воду.

Перевірте кріплення акумуляторних батарей у ящику, щільність контакту наконечників проводів з виводами батарей і при необхідності підтягніть їх.

Перевірте й при необхідності відрегулюйте механізм зрівноважування жниварки й натяг ланцюгів транспортера похилої камери.

Перевірте тиск повітря в шинах і при необхідності доведіть його до нормального.

Змажте порожнину охопту механізму включення й вимикання молотарки, підшипники шківів відбору потужності з носка колінчатого вала, підшипник задньої опори вала знімання потужності з маховика (через 480 мото-ч), підшипник привода насоса НШ-32-3, підшипники електростартера, шліци вала

електростартера, підшипники обертового воздухозаборника, лівий підшипник вала барабана, маточину шківа варіатора барабана, маточину провідного шківа варіатора барабана, лівий підшипник вала відбійного битера, маточину рухливого диска контрпривода вентилятора, маточину рухливого диска варіатора вентилятора, що труться поверхні поворотного пристрою вивантажувального шнека, шарніри карданної передачі вивантажувального шнека, вал карданної передачі вивантажувального шнека, маточину шківа запобіжного механізму колосового елеватора, лівий підшипник заднього контрпривода, маточину запобіжної муфти, ліву маточину моста керованих коліс, лівий шворінь поворотного кулака моста керованих коліс, шарніри гідроциліндрів повороту кермової тяги моста керованих коліс, підшипники блоку измельчителя, шарнір захвата автозчеплення, маточину шківа запобіжного механізму шнека измельчителя, підшипник вала молоткового барабана измельчителя, опорні підшипники моста керованих коліс, правий шворінь поворотного кулака моста керованих коліс, праву маточину моста керованих коліс, дерев'яні підшипники половонабивателя, дерев'яні підшипники лівої граблини соломонабивателя, втулку капота копичника, дерев'яні підшипники правої граблини соломонабивателя, правий підшипник заднього контрпривода, маточину шківа запобіжного механізму зернового елеватора, маточину шнека бункера, підшипник конічного редуктора похилого шнека бункера, вісь важеля натяжного пристрою привода гідронасоса ходової частини, підшипник вала відбійного битера, правий підшипник вала барабана, втулку сполучну правої півосі моста ведучих коліс, втулку шківа верхнього вала похилої камери, правий підшипник верхнього вала похилої камери, втулку диска муфти запобіжного пристрою, праву вісь хитання полозов транспортера, правий ролик обмеження повороту корпусу жниварки, вісь важеля правого механізму зрівноважування жниварки, вісь правого блоку зрівноважування й серги, правий важіль регулювання положення мотовила, правий підшипник мотовила, трубу пальчикового механізму шнека жниварки, трубу пальчикового механізму прийомного битера, лівий підшипник мотовила, втулку запобіжного пристрою мотовила, лівий важіль регулювання положення мотовила, шарнірні з'єднання важеля МКШ із рухливим ножем, втулку запобіжного пристрою шнека, маточину рухливого диска верхнього шківа варіатора, маточину рухливого диска нижнього шківа варіатора, вісь лівого блоку зрівноважування й серги, шарніри карданної передачі привода жниварки, вал карданної передачі, лівий ролик обмеження повороту корпусу жниварки, центральний шарнір з'єднання корпусу похилої камери із жниваркою, вісь важеля

лівого механізму зрівноважування жниварки, ліву вісь хитання полозов транспортера, лівий підшипник верхнього вала похилої камери, шарнір кардана кермової колонки, сполучну втулку лівої півосі моста ведучих коліс, шарнір штока керування коробкою діапазонів, скобу важеля блоку перемикання коробкою діапазонів.

Перевірте роботу дизеля на холостому ході, механізмів керування, виконавчих вузлів гідросистеми, приладів і електронної системи контролю. Усунете виявлені несправності.

Установите жниварку на опори й очистите камнеуловитель.

Перевірте роботу гальм на місці й при русі на рівній ділянці.

5.6. Періодичність, трудомісткість і тривалість технічного обслуговування

Періодичність, зразкова оперативна трудомісткість і тривалість технічного обслуговування комбайна «Славутич-9-2» у польових умовах з використанням пересувних засобів технічного обслуговування наведені в табл. 5.2.

Таблиця 5.2

Вид технічного обслуговування	Періодичність			Оперативна трудомісткість, год	Тривалість, год
	мото-год	физ. га	л дизельного палива		
ЩТО	10 (перед початком роботи)	15	260	0,38	0,38
ТО-1	60	90	15500	1,32	0,94
ТО-2	240	360	6200	2,85	1,52

5.7. Загальні вимоги до технічного обслуговування

Експлуатація комбайна, що не пройшов технічне обслуговування, не допускається. Роботи з технічного обслуговування необхідно проводити відповідно до правил технічного обслуговування, у яких наведені зміст операцій і періодичність їх виконання в мотогодинах. Залежно від умов експлуатації допускається відхилення періодичності від установленної не більш $\pm 10\%$.

Обслуговування комбайна слід проводити в польових умовах з використанням пересувних агрегатів технічного обслуговування АТО-9994-

ГОСНИТИ або інших відповідно до вимог ОСТ 70.0001.112-83. При використанні для технічного обслуговування комбайнів «Славутич-9-2» агрегату АТО-4822-ГОСНИТИ його в умовах господарства рекомендується доукомплектувати. Так, шланги для очищення й мийки необхідно подовжити до 12-15 м, щоб виключити переїзди агрегату біля комбайна.

Для забезпечення рівномірної подачі повітря при очищенні комбайна рекомендується додатково включити в схему повітряної магістралі ресивер ємністю 20 л, а на кінці шланга встановити запірний клапан із соплом діаметром 4—5 мм. В агрегату АТО- 4822-ГОСНИТИ баки для промивної рідини й відпрацьованого масла необхідно використовувати відповідно під масла М-10В₂ або М-8В₂ і МГЕ-46 (МГ-30В) або марки А. Крім цього, агрегат АТО-4822-ГОСНИТИ необхідно укомплектувати пристроєм КИ-11403.01 для визначення ступеня натягу ланцюгів, пристосуванням для перевірки крутного моменту запобіжних муфт і другим важільно-плунжерним солідолонагнітачем для змащення Літол-24, а також ємностями обсягом по 2-3 л для зберігання змащення, гальмової рідини БСК і дистильованої води.

Технічне обслуговування доцільне проводити в неробочий час, а також при несприятливих для збирання погодних умовах. Роботи із планового технічного обслуговування повинні виконуватися спеціалізованою ланкою технічного обслуговування, що полягають із майстра-наладчика й слюсарі й вхідним до складу збирально-транспортного комплексу. Залежно від обсягу виконуваних робіт з технічного обслуговування до роботи можна залучати комбайнера.

Майстер-наладчик керує ланкою, організує виконання операцій першого й другого технічного обслуговування комбайнів відповідно до чинних правил і технологією, а також вимогами техніки безпеки; забезпечує рівномірну зайнятість виконавців і прийняту послідовність проведення робіт; виконує найбільш складні регульовальні операції й веде звітно-облікову документацію. Залежно від форми організації робіт збирально-транспортного комплексу майстри-наладчика можна залучати до виконання операцій щозмінного технічного обслуговування комбайна.

Слюсар виконує очисні, мийні, кріпильні, мастильні операції, бере участь в усуненні несправностей комбайна.

Тракторист-машиніст комбайна проводить щозмінне технічне обслуговування. Він виконує технологічні регулювання комбайна залежно від умов експлуатації, проводить очисні, мийні, кріпильні, мастильні, нескладні регульовальні роботи, бере участь в усуненні несправностей комбайна.

При проведенні будь-яких робіт з технічного обслуговування гідросистеми й гідростатичної трансмісії виконавці особливо строго повинні стежити за тим, щоб у робочу рідину не потрапили забруднення й заливалося масло відповідної марки.

5.8. Регульовальні показники

При виконанні операцій технічного обслуговування регулювання складових частин слід проводити відповідно до даних табл. 5.3.

Таблиця 5.3

Показник	Значення показника
Дизель	
Тиск початку підйому голки форсунки, МПа (кгс/см ²)	17,5-18,0 (175-180)
Настановний кут випередження упорскування палива до в.м.т., гради.	27-30
Зазор між торцями стрижнів клапанів і бойками коромисел (на холодному дизелі), мм	0,40-0,45
Міст ведучих коліс	
Робочий тиск у шинах, МПа (кгс/см ²):	
при роботі підбирачем, обкатуванню й перегоні комбайна	0,147±0,015 (1,47±0,15)
при роботі із жниварками:	
захватом 6 і 7 м	0,171±0,015 (1,71±0,15)
захватом 8,6 м	0,194±0,015 (1,94±0,15)
Момент затягування гайок коліс, Н·м (кгс·м)	450-500 (45-50)
Міст керованих коліс	
Робочий тиск у шинах, МПа (кгс/см ²)	0,147±0,015 (1,47±0,15)
Момент затягування гайок коліс, Н·м (кгс·м)	450-500 (45-50)
Жниварка	
Висота зрізу з копіюванням рельєфу, мм	50, 100, 145, 185
Тиск жниварки на ґрунт на кінцях переднього бруса	300-400 Н
Зазори в ріжучому апараті, мм:	
між сегментами й площиною пальців у передній частині, не більш	0,8
Показник	Значення показника
у задній частині, не більш	1,5
Крутний момент запобіжної муфти привода мотовила, Н·м (кгс·м)	600 (60)

Зазори між витками шнека й днищем жниварки, мм	10-15
Зазор між пальцями шнека й днищем жниварки, мм	12-20
Крутний момент запобіжної муфти привода шнека, Н·м (кгс·м)	600 (60)
Платформа-підбирач	
Зазор між кінцями пальців, що підбирають, і рівнем ґрунту, мм	20-30
Зазор між роликом на поперечці рами й тяговим ланцюгом, мм	5-10
Проставлення похилої камери	
Зазор між пальцями бітера й днищем, мм	28-35
Крутний момент сили запобіжної муфти привода проміжного бітера, Н·м (кгс·м)	600 (60)
Похила камера	
Зазор між гребінками ланцюгово-планчатого транспортера й днищем, мм	5-10
Зазор між поверхнею притискних полозів і ланцюгами транспортера, мм	5-12
Крутний момент запобіжної муфти верхнього вала привода транспортера, Н·м (кгс·м)	600 (60)
Крутний момент запобіжної муфти трансмісійного вала, Н·м (кгс·м)	600 (60)
Показник	Значення показника
Транспортуючі пристрої	
Крутний момент запобіжних муфт привода зернового й колосового елеваторів, Н·м (кгс·м)	100 (10)
Кут нахилу шкребків елеваторів при відведенні шкребків в одну зі сторін (натяг транспортера елеваторів), гради.	30
Копнувач	
Зазор між крайкою днища й лотком, мм	10-40
Зазор між щитком скидання соломи й клавішами соломотряса в крапці максимального зближення, мм	10-15
Зазор між щитком скидання соломи й граблинами соломонабивача в точці максимального зближення, мм	5-10
Крутний момент запобіжної муфти автомата вивантаження копиці, Н·м (кгс·м)	100±15 (10±1,5)
Гідросистема	
Тиск спрацьовування напірного клапана основної гідросистеми, МПа (кгс/см ²)	12,5 (125)

Техніко-економічні показники проєкту

№	Показник	Од. вим.	Базова конструкція	Удосконалена конструкція	Відхилення
1	Кількість обслуговуваних вузлів	шт.	52	52	0
2	Вузли зі зручним доступом	шт.	38	45	+7
3	Коефіцієнт доступності	-	0,73	0,87	+19,2 %
4	Кількість точок мащення	шт.	48	40	-16,7 %
5	Трудомісткість одного циклу ТО	люд.- год	3,80	3,05	-19,7 %
6	Час доступу до вузлів	хв	68	42	-38,2 %
7	Час виконання ТО	хв	228	183	-19,7 %
8	Коефіцієнт зручності обслуговування	-	0,60	0,78	+30,0 %
9	Комплексний показник приспосованості	-	0,115	0,222	+93,0 %
10	Річні витрати на ТО	грн	45600	37800	-17,1 %
11	Річний економічний ефект	грн	—	7800	+7800
12	Термін окупності удосконалення	роки	—	1,6	—

Проведені розрахунки показали, що запропоновані заходи щодо підвищення пристосованості конструкції комбайна до технічного обслуговування забезпечують:

- збільшення коефіцієнта доступності вузлів на 19,2 %;

- зменшення трудомісткості технічного обслуговування на 19,7 %;
- скорочення часу доступу до агрегатів на 38,2 %;
- підвищення комплексного показника пристосованості майже у 1,9 раза;
- зниження експлуатаційних витрат на технічне обслуговування на 17,1 %.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У бакалаврській роботі на тему «Розробка показників пристосованості до технічного обслуговування конструкції зернозбирального комбайна «Славутич» виконано аналіз конструкції комбайна, досліджено особливості його технічного обслуговування та проведено оцінювання показників обслуговуваності.

У результаті виконаних досліджень отримано такі основні результати:

1. Проведено аналіз конструкції зернозбирального комбайна «Славутич», розглянуто будову його основних систем та агрегатів, визначено особливості їх експлуатації та технічного обслуговування.

2. Досліджено характерні відмови та несправності, що виникають під час експлуатації комбайна. Встановлено, що найбільшу кількість відмов спричиняють підшипникові вузли, приводні паси, ланцюгові передачі та елементи молотильно-сепарувальної системи.

3. Виконано аналіз існуючої системи технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів. Визначено, що значна частина витрат часу припадає на підготовчі операції, пов'язані із забезпеченням доступу до вузлів та агрегатів.

4. Проведено оцінювання доступності основних вузлів комбайна для виконання операцій технічного обслуговування. Встановлено, що найбільш доступними є вузли жатної частини та електрообладнання, тоді як молотильно-сепарувальна система характеризується недостатньою доступністю.

5. Визначено трудомісткість основних операцій технічного обслуговування. Загальна трудомісткість одного циклу ТО становить 3,8 люд.-год, при цьому найбільші витрати праці припадають на мащення вузлів та забезпечення доступу до обслуговуваних агрегатів.

6. Розраховано коефіцієнт доступності конструкції: що відповідає задовільному рівню доступності вузлів для проведення технічного обслуговування.

7. Розраховано комплексний показник пристосованості конструкції до технічного обслуговування. Отримане значення свідчить про середній рівень пристосованості комбайна до виконання сервісних робіт.

8. Встановлено, що найбільший вплив на тривалість технічного обслуговування мають:

- доступ до вузлів – 35 %;

- кількість кріпильних елементів – 25 %;
- розташування точок мащення – 20 %;
- необхідність демонтажу вузлів – 12 %.

9. Запропоновано напрями вдосконалення конструкції комбайна, які передбачають:

- використання швидкознімних захисних кожухів;
- збільшення кількості сервісних люків;
- оптимізацію розташування точок мащення;
- покращення доступу до двигуна та молотильно-сепарувальної системи.

10. Проведений аналіз умов праці механізатора показав необхідність удосконалення організації технічного обслуговування, підвищення рівня безпеки праці та впровадження додаткових заходів пожежної безпеки.

Таким чином, поставлені в роботі завдання виконані повністю. Результати досліджень можуть бути використані під час модернізації конструкції зернозбиральних комбайнів та вдосконалення системи їх технічного обслуговування з метою зниження трудомісткості робіт, скорочення простоїв техніки та підвищення ефективності її експлуатації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Войтюк Д. Г., Дубровін В. О. Сільськогосподарські машини. – Київ : ЦП «Компринт», 2021. – 780 с.
2. Ловейкін В. С., Роговський І. Л. Надійність і ремонт машин. – Київ : ЦП «Компринт», 2020. – 355 с.
3. Роговський І. Л. Технічний сервіс машин в агропромисловому комплексі. – Київ : НУБіП України, 2022. – 410 с.
4. Булгаков В. М., Адамчук В. В., Калетнік Г. М. Механізація технологічних процесів у рослинництві. – Вінниця : Нова Книга, 2019. – 520 с.
5. Сало В. М., Кропивний В. М. Експлуатація та обслуговування машинно-тракторного парку. – Кропивницький : ЦНТУ, 2021. – 286 с.
6. ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення. – Київ : Держстандарт України.
7. ДСТУ 3008:2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення.
8. ДСТУ EN ISO 12100:2016. Безпечність машин. Загальні принципи конструювання. Оцінювання ризику та зниження ризику.
9. ДСТУ ISO 14224:2020. Збирання та обмін даними щодо надійності та технічного обслуговування обладнання.
10. ДСТУ ISO 9001:2015. Системи управління якістю. Вимоги.
11. Роговський І. Л., Тітова Л. Л. Сучасні методи технічного діагностування сільськогосподарської техніки // Вісник аграрної науки. – 2022. – № 7. – С. 48–56.
12. Rogovskii I., Titova L., Bulgakov V. Reliability and Maintenance of Agricultural Machinery under Modern Operating Conditions // Engineering for Rural Development. – 2023. – Vol. 22. – P. 415–422.
13. Bulgakov V., Adamchuk V., Rogovskii I. Improving Serviceability Indicators of Agricultural Machines // Agricultural Engineering. – 2021. – Vol. 25(4). – P. 37–45.
14. John Deere. Combine Maintenance Guide. – Moline, USA, 2023. – 112 p.
15. CLAAS. Service and Maintenance Manual for Grain Harvesters. – Harsewinkel, Germany, 2022. – 184 p.

16. New Holland Agriculture. Maintenance Recommendations for Combines. – Turin, Italy, 2023. – 96 p.
17. Massey Ferguson. Combine Service Handbook. – Beauvais, France, 2021. – 138 p.
18. Engineering Maintenance Management: Principles and Practice / Ed. B. Dhillon. – London : CRC Press, 2020. – 624 p.
19. Agricultural Machinery Management: Systems and Practices / Ed. A. Grisso. – ASABE, 2021. – 540 p.
20. ISO 14224:2016. Petroleum, Petrochemical and Natural Gas Industries – Collection and Exchange of Reliability and Maintenance Data for Equipment. – Geneva : ISO, 2016.