

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Механіко – технологічний факультет

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

**Завідувач кафедри
Тракторів і автомобілів**

(назва кафедри)

Калінін Є.І.

(підпис)

(ПІБ)

« _____ » _____ 2024 р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ БАКАЛАВРА

**на тему «Технологічне забезпечення післяремонтного ресурсу елементів
коробок передач транспортно-технологічних машин в АПК»**

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Гарант освітньої програми

К.Т.Н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Сівак І.М.

(ПІБ)

Керівник дипломного проєкту бакалавра

д.т.н., професор

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Калінін Є.І.

(ПІБ)

Виконав

(підпис)

Дзюба Сергій Сергійович

(ПІБ)

КИЇВ – 2025

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

тракторів і автомобілів та

д.т.н., проф. _____ **Калінін Є.І.**
(наук. ступ., вч. звання) (підпис) (ПІБ)
« _____ » _____ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я

на виконання дипломного проєкту бакалавра студенту

Дзюбі Сергію Сергійовичу

Спеціальність _____
(прізвище, ім'я, по батькові) 208 «Агроінженерія»
(код і назва)

Тема дипломного проєкту бакалавра на тему «Технологічне забезпечення післяремонтного ресурсу елементів коробок передач транспортно-технологічних машин в АПК»
затверджена наказом ректора НУБіП України від «26» листопада 2024р. №2098 «С»

Термін подання завершеної роботи (проєкту) на кафедру: _____ 01.05.2025
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до дипломного проєкту бакалавра: характеристики та конструктивні особливості трактора ХТЗ-17221

Перелік питань які потрібно розробити _____

Вступ

- 1 Особливості конструкції та обслуговування коробок передач тракторів ХТЗ-17221
- 2 Визначення параметрів організації сервісного супроводу коробок передач трактора ХТЗ-17221
- 3 Розробка конструкції стенду для забезпечення післяремонтного ресурсу коробок передач тракторів ХТЗ-17221
- 4 Охорона праці та захист населення при проведенні сервісного супроводу коробки передач трактора ХТЗ-17221
- 5 Економічне обґрунтування доцільності використання запропонованого стенду

Висновки

Перелік графічного матеріалу: Вступ. Стан питання та аналіз існуючих досліджень. Теоретичні дослідження. Запропоноване технічне рішення. Висновки

Дата видачі завдання «10» січня 2025 р.

Керівник дипломного проєкту бакалавра _____
(підпис)

Дзюба С.С.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____
(підпис)

Калінін Є.І.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Основна частина дипломного проекту викладена на 60 сторінках пояснювальної записки і 10 слайдів презентації, ілюстрована 7 рисунками.

Пояснювальна записка складається із вступу, 5 розділів, висновків, списку використаної літератури.

Тема дипломного проекту: «Технологічне забезпечення післяремонтного ресурсу елементів коробок передач транспортно-технологічних машин в АПК».

В роботі було здійснено всебічний розгляд конструктивних та технічних особливостей коробок передач тракторів ХТЗ-17221. Розглянуто складові механізму, їхнє функціональне призначення, типові відмови, способи усунення несправностей.

З урахуванням існуючих ресурсів матеріально-технічної бази пропонується розширити функціональне призначення виробничої дільниці, додавши до переліку послуг післяремонтну обкатку коробок передач тракторів ХТЗ-17221 за рахунок використання спеціально розроблено стенду.

Проведена техніко-економічна експертиза запропонованого технічного рішення дала змогу визначити обсяг витрат на його виготовлення і використання. Розрахунки показали, що інвестиції у виробництво стенду окупляться протягом 4,8 місяців експлуатації, що підтверджує доцільність його впровадження у виробничий процес.

Ключові слова: трактор ХТЗ-17221, коробка передач, стенд обкатний, післяремонтний ресурс.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ТА ОБСЛУГОВУВАННЯ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ ТРАКТОРІВ ХТЗ-17221	8
1.1 Можливі несправності та технічне обслуговування коробок передач тракторів ХТЗ-17221	13
1.2 Технологія ремонту коробок передач трактора ХТЗ-17221	16
РОЗДІЛ 2 ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ОРГАНІЗАЦІЇ СЕРВІСНОГО СУПРОВОДУ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ ТРАКТОРА ХТЗ-17221	23
2.1 Аналіз витрат праці на ремонтні операції	23
2.2 Визначення чисельності персоналу ділянки обкатки	25
2.3 Аналіз ритмічності виробничого процесу та визначення фронту обслуговуваних об'єктів	27
2.4 Визначення потреби в основному технологічному обладнанні	29
2.5 Планування параметрів ділянки обкатки та її компонування.....	30
2.5.1 Організація робочих місць та їх матеріально-технічне оснащення.....	30
2.5.2 Планувальна організація ділянки обкатки коробок передач.....	31
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ СТЕНДУ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІСЛЯРЕМОНТНОГО РЕСУРСУ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ ТРАКТОРІВ ХТЗ-17221	33
3.1 Загальні принципи випробування відремонтованих вузлів та агрегатів тракторів.....	33
3.2 Конструкція запропонованого стенду для обкатки коробок передач трактора ХТЗ-17221 під навантаженням	35
3.3 Розрахунок конструктивних елементів запропонованого стенду.....	36
3.3.1 Вибір електродвигуна	36
3.3.2 Перевірочний розрахунок муфти	37
3.3.3 Розрахунок швелера.....	39

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ ПРИ ПРОВЕДЕННІ СЕРВІСНОГО СУПРОВОДУ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ ТРАКТОРА ХТЗ-17221	40
4.1 Загальні положення.....	40
4.2 Оцінка стану безпеки праці в умовах ділянки обкатки коробок передач тракторів ХТЗ-17221	41
4.3 Розрахунок освітлення зони обкатки	44
4.4 Забезпечення безпечних умов праці на робочому місці з обкатки коробки передач.....	46
4.5 Пожежна безпека в умовах виробництва.....	47
РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗАПРОПОНОВАНОГО СТЕНДУ	49
5.1 Технологічний процес	49
5.2 Розрахунок потреб у інвестиціях.....	49
5.3 Визначення фонду заробітної плати	50
5.4 Визначення виробничих витрат.....	51
5.4.1 Витрати на споживання електроенергії обладнанням.....	51
5.4.2 Витрати на електроосвітлення	51
5.4.3 Поточне технічне обслуговування обладнання	51
5.4.4 Споживання води для господарсько-побутових потреб	52
5.4.5 Витрати на опалення виробничого приміщення.....	52
5.4.6 Інші передбачені витрати	52
5.4.7 Монтажні витрати	53
5.4.8 Річні витрати.....	53
5.5 Ключові економічні показники діяльності підприємства.....	53
5.6 Аналіз економічної доцільності проекту	54
ВИСНОВКИ.....	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	57
ДОДАТКИ.....	59

ВСТУП

Стан і розвиток агропромислового комплексу України тісно пов'язані з активним впровадженням інтенсивних методів господарювання, підвищенням ефективності інвестицій у сферу сільського господарства та суміжні галузі. Попри значні державні вливання в аграрний сектор, досягнення ключових стратегічних цілей залишається лише частиною ширшого процесу розвитку. На сьогоднішній день забезпечення господарств сучасною технікою випереджає реальні досягнення у сфері її ефективного використання. Наприклад, за останні десять років спостерігається понад 30-відсоткове зростання потужності тракторного парку, комбайнів стало більше на 20%, проте виробіток на умовний трактор залишився майже незмінним, а скорочення трудових витрат на виробництво тони зерна не перевищило 7%. При цьому витрати на утримання, ремонт і обслуговування техніки стабільно зростають, що особливо відчутно в умовах порушення коопераційних зв'язків між підприємствами.

Ключове завдання галузі – кардинально змінити напрям розвитку народного господарства у бік інтенсивності, зробивши його головною рушійною силою аграрної політики. Для успішного і оперативного досягнення цього стратегічного напрямку слід безперервно вдосконалювати як економічні механізми, так і систему управління в цілому.

Передусім це стосується сільського господарства, де одним із пріоритетних напрямів залишається максимально ефективно використання наявного машинно-тракторного парку. Проте реалізувати це без надійного технічного супроводу і підтримки працездатності техніки неможливо. Простої машин, технічні несправності, відсутність належного обслуговування – усе це прямо призводить до серйозних втрат у виробничому процесі. Основу системи ремонту і обслуговування складають профілактичні заходи, спрямовані на забезпечення стабільної роботи техніки у визначені агротехнічні терміни. Такий підхід дає змогу впливати на рівень технічного стану основних елементів машин, що у свою чергу дозволяє підвищити міжремонтний ресурс у 1,3...1,5 рази,

скоротити простої через несправності у 2...2,5 рази, а також знизити витрати палива на 5...8%, забезпечуючи при цьому вагомий річний економічний ефект.

У зв'язку з цим, суттєво зростає потреба в модернізації діяльності служб технічного обслуговування та ремонту. У межах агропромислового комплексу ремонтне виробництво відрізняється своєю складністю й багатофункціональністю, що суттєво відрізняє його від класичних машинобудівних підприємств. Специфіка розвитку ремонтної інфраструктури, характер взаємодії з фермерськими господарствами та аграрними кооперативами формує особливі підходи та методи організації ремонтних робіт.

У сучасних умовах головними векторами розвитку ремонтної бази є: створення гнучкої системи кооперації між ремонтними структурами для спільного виконання робіт із відновлення техніки та її агрегатів; впровадження агрегатного принципу ремонту, що передбачає розвиток мережі технічних обмінних пунктів та розширення переліку доступних агрегатів і вузлів; зростання рівня механізації процесів ремонту через застосування механізованого інструменту, організацію поточних ліній ремонту; поліпшення існуючих і впровадження інноваційних технологій ремонту, відновлення вузлів, агрегатів і деталей із використанням високопродуктивного обладнання та спеціального оснащення.

РОЗДІЛ 1 ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ТА ОБСЛУГОВУВАННЯ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ ТРАКТОРІВ ХТЗ-17221

Трактори ХТЗ-17221, що виготовляються Харківським тракторним заводом (рис. 1.1), створені спеціально для виконання найскладніших сільськогосподарських операцій, які потребують значної потужності. До таких робіт належать: глибока оранка, суцільна культивування, боронування полів, проведення посівних заходів, збирання врожаю зернових і технічних культур, а також транспортування вантажів з використанням причепів масою до 20 тон [2].



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд трактора ХТЗ-17221

Інженери ХТЗ розробили і впровадили вдосконалену конструкцію муфти зчеплення – сухого типу, однодискове, яке обладнане центральною діафрагмовою пружиною, що діє у зворотному напрямку. Важливою перевагою цієї муфти є підвищений коефіцієнт моментного запасу. Ще однією унікальною особливістю є те, що при зношуванні робочих поверхонь, які взаємодіють під час функціонування зчеплення, коефіцієнт запасу не знижується, а навпаки – зростає. Це дозволяє значно зменшити потребу у регулюванні вузла та фактично зводить технічне обслуговування муфти до періодичного змащення витискного підшипника [3, 4].

Коробка перемикання передач в цих тракторах (рис. 1.2) – гідромеханічного типу, яка дозволяє здійснювати перемикання прямо під навантаженням, не зупиняючи машину, в межах заданого діапазону. Усього передбачено чотири діапазони: три – для руху вперед і один – для заднього ходу. Загальна кількість передач становить 12 у напрямку вперед та 4 для реверсу [2, 5].



Рисунок 1.2 – Загальний вигляд коробки передач трактора ХТЗ-17221 разо з роздавальною коробкою

Швидкісний режим трактора варіюється в межах від 3,7 км/год до 29,6 км/год. Такий діапазон швидкостей забезпечує повне покриття всіх агротехнічних вимог при виконанні широкого спектра польових робіт [6].

У результаті модернізаційних процесів, нещодавно проведених на підприємстві, конструкція зазнала істотних удосконалень. Серед них – збільшення кількості фрикційних дисків у найбільш навантаженій гідропідтисній муфті першої передачі з п'яти до шести штук; використання підсилених підшипників; поліпшення процесу термічної обробки валів та зубчастих коліс; впровадження спеціальної форми зубців, що запобігають мимовільному вимкненню діапазонів; удосконалення системи приводу валу

відбору потужності (зокрема, з'єднання між валом муфти зчеплення, первинним валом коробки передач та шліцями приводу ВВП) [7].

Корпус коробки передач трактора ХТЗ разом із корпусом роздавальної коробки та двигуном формують єдиний силовий блок. Ці елементи скріплено болтами та через проставку приєднано до корпусу зчеплення (рис. 1.3). Уся ця конструкція кріпиться до рами машини в чотирьох точках через еластичні демпфери, які забезпечують гасіння вібрацій [2, 7].

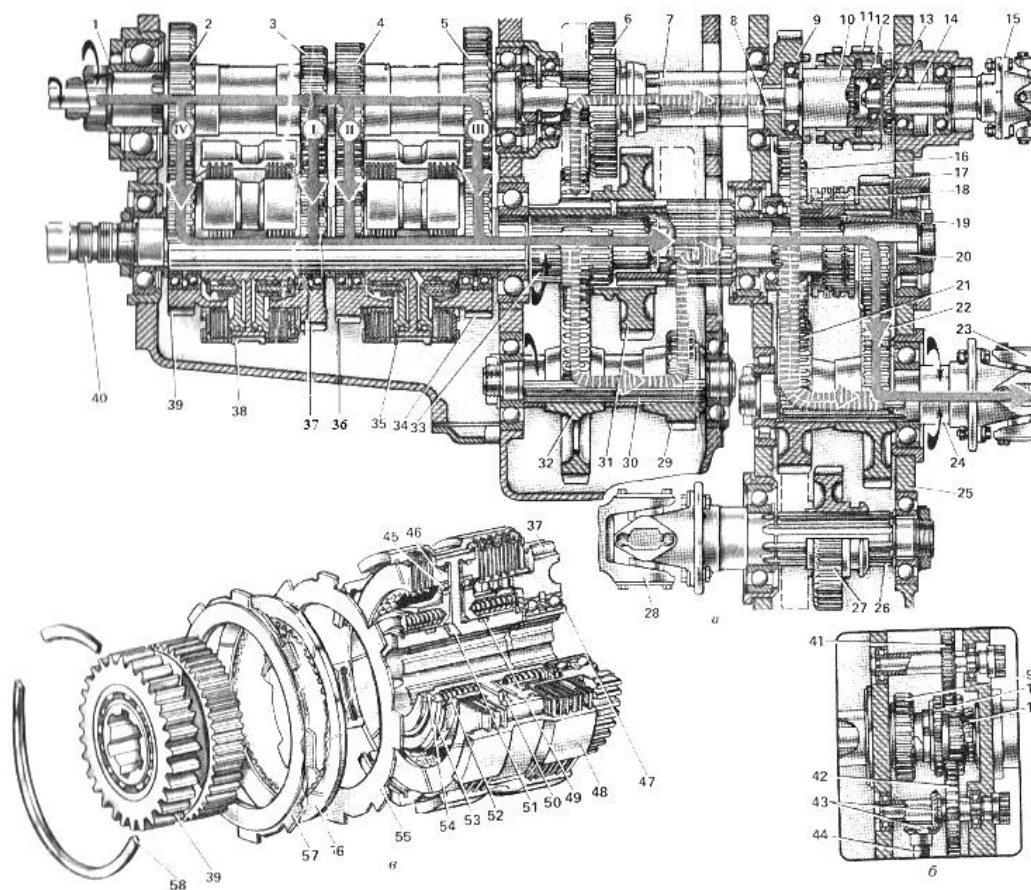


Рисунок 1.3 – Компонувальна схема коробки передач трактора ХТЗ-17221

Коробка передач поділена на дві частини: передній відсік містить первинний 1 і вторинний 40 вали, тоді як у задньому розміщено вали редуктора 30 та заднього ходу 7. На шліцьовому з'єднанні первинного валу жорстко закріплено шестерні 2, 3, 4, 5, які постійно перебувають у зачепленні з відповідними шестернями 39, 37, 36, 34, розташованими на вторинному валу, що обертаються в підшипниках [8].

У проміжках між шестернями розташовані двосторонні гідропідтискні фрикційні муфти 35, 38. Їхні барабани 48 жорстко сидять на вторинному валу, всередину вставлені поршні 46, ущільнені гумовими 49 та чавунними 50 кільцями. Всередині муфти чергуються ведучі 56 та ведені 55 диски, де ведучі мають фрикційні накладки й насаджені на вінці шестерень [9].

На задньому кінці вторинного валу встановлено шестерню редуктора 33 та втулку, що входить у розточення первинного валу роздавальної коробки 20. Ведена шестерня редуктора 31 переміщується по шліцах цього валу, а проміжні шестерні 29, 32 жорстко сидять на валу 30. Шестерня 32, що контактує з 33, також слугує приводом для валу 7 заднього ходу [10].

У роздавальній коробці передбачено дві пари шестерень постійного зачеплення. Ведучі шестерні 16 і 17 розміщені на первинному валу та підтримуються або підшипниками, або втулкою. Вони мають додаткові вінці, між якими знаходиться втулка з зубцями 19, на яку встановлюється муфта 18, призначена для з'єднання валу з обраною шестернею [10].

На валу приводу заднього моста 24 встановлені шестерні 21 і 22, а привід переднього моста 26 містить рухому шестерню 27 і обертається в підшипниках. Через карданні передачі з валами 24 і 26 з'єднані вилки 23 і 28.

Редуктор і роздавальна коробка дозволяють реалізовувати три діапазони передач. У першому – шестерня 31 взаємодіє з шестернею 29, а муфта 18 фіксує шестерню 17 на валу. При цьому обертання валу 24 передається трьома парами шестерень, де ведучі мають менший діаметр, забезпечуючи понижене передавальне число [2, 12].

Другий діапазон: шестерня 31 переміщується вперед і з'єднується з шестернею 33, забезпечуючи жорсткий контакт між валами 20 і 40, а редуктор вимикається. Тут передавання моменту відбувається лише через пару 17 – 22.

Для третього діапазону редуктор залишається вимкненим, а муфта 18 з'єднує вал з шестернею 16, яка більша за ведену 21. Таким чином, вал приводу заднього моста обертається швидше, що доцільно для транспортування [2, 5].

Коли активовано діапазон, одна з гідропідтискних муфт блокує відповідну шестерню 34, 36, 37 або 39 на вторинному валу, забезпечуючи I...IV передачі.

Режим заднього ходу реалізується включенням шестерні 6 у зачеплення з 32. Це змінює напрямок обертання валу 24, передаючи рух через шестерні 33, 32, 6. Гідропідтискні муфти дозволяють вибирати чотири задні передачі. Передній міст активується з'єднанням шестерень 27 і 21.

Трубчасті вали первинного 1, заднього ходу 7 та зчеплення містять всередині вал 8 приводу ВВП, який отримує обертання безпосередньо від колінчастого валу. На цьому валу змонтована муфта 10 із зубчастим вінцем 12, на яку встановлена рухома шестерня 11. Ця шестерня має внутрішні зубці, що передають обертання на шестерні насосів гідросистем 41 і 42, а також на пару конічних шестерень 43, які приводять в дію насос коробки передач [2, 15].

У робочому положенні шестерня 11 перебуває в зачепленні з вінцем 12 і обертається з муфтою 10, що забезпечує живлення гідросистем. Коли її зміщено назад, вона з'єднує вінці 12 і 13 й передає рух на вал 14 ВВП.

Для запуску трактора на буксирі або забезпечення роботи гідросистеми рульового керування від ведучих коліс, шестерню 11 переміщують у крайнє переднє положення, де вона обертається вільно, з'єднуючись кулачками з валом заднього ходу 7 [5].

Блокування перемикачів діапазонів синхронізується з приводом зчеплення, а конструкція системи подібна до аналогічних вузлів інших трансмісій. Увімкнення ВВП, переднього моста і гідронасосів здійснюється окремими важелями. Щоб підготувати трактор до буксирування, відкривають люк у підлозі кабіни й, натиснувши на фіксатор, зміщують важіль ВВП у крайнє переднє положення.

1.1 Можливі несправності та технічне обслуговування коробок передач тракторів ХТЗ-17221

Серед типових несправностей коробки передач трактора Т-150К варто виокремити наступні ситуації [2, 12, 15]:

– Трактор повністю втрачає здатність рухатися, відсутній тиск оливи на всіх діапазонах, а також паралельно порушується робота гідросистеми та кермового механізму.

Ймовірна причина – несвоєчасне змащування шліцевого з'єднання та підшипника. Інколи це може бути наслідком деформації елементів – таких як фланець, торсійний вал або самі шліци валів. Вирішенням є заміна пошкоджених деталей.

– При нормальному тиску оливи у всіх режимах рух відсутній.

Це часто зумовлено тим, що відбулося зрізування або зминання шліців на первинному та муфтовому валах. Причиною є порушення співвісності корпусу муфти через ослаблені кріплення. У таких випадках потрібна заміна зношених вузлів.

– Відмова вмикання першої та четвертої передач.

Часто спричинена або ослабленням фіксації важеля, або пошкодженням шпонки, у якій цей розподільний важіль закріплений. Для відновлення функціональності необхідно усунути дефект у вузлі важеля.

– Передачі перемикаються із суттєвим зусиллям, або ж одна з них «залипає» після нагріву масла.

Ймовірно, в розподільник потрапили забруднення. Рекомендується прочистити внутрішню порожнину золотника, не знімаючи сам розподільник із коробки передач [2, 5].

– Одна з передач не активується, попри належну роботу системи.

Причиною може бути заклинення ущільнювального кільця, відповідального за цю передачу. Для усунення несправності доведеться демонтувати коробку передач з трактора, розібрати її до рівня муфт із

гідропідтисканням, здійснити заміну дефектних елементів і промити всі внутрішні канали.

– У процесі перемикання передач виникають труднощі або важіль не фіксується у заданому положенні.

У такій ситуації доцільно провести регулювання фіксатора маслорозподільного золотника для відновлення чіткої роботи механізму.

– Виявлено витік мастильного матеріалу з коробки.

Швидше за все, причина полягає у пошкодженій прокладці, яку необхідно замінити. Для цього доведеться демонтувати розподільник.

– Задня передача, а також певні інші режими не включаються.

У таких випадках потрібне налаштування блоку системи блокування перемикання рядів передач – це дозволить усунути перешкоди у вмиканні режимів [5].

Попри наведені несправності, при обслуговуванні коробки передач трактора ХТЗ-17221, під час заміни конічної пари шестерень, що передають обертання до насоса гідросистеми коробки перемикання передач, необхідно ретельно виконати регулювання їхнього монтажу. Для забезпечення правильної посадки використовують прокладки, завдяки яким розмір між корпусами має становити 42,5 мм із допуском $\pm 0,15$ мм. Одночасно, через регулювання кількості прокладок при упорі валика з шестернями в корпус, потрібно досягти оптимального бокового зазору між зубцями конічного зачеплення – у межах 0,2 до 0,4 мм [7, 10].

Налагодження механізму блокування перемикання діапазонів і заднього ходу здійснюється шляхом коригування довжини з'єднувальної тяги, яка передає рух від важеля керування зчепленням до важеля, що керує блокуючим валиком. На рис. 1.4 показано елементи регулювання цього механізму: 1 – важіль блокування, 2 – палець з фіксацією, 3 – покажчик положення, 4 – регулювальна вилка, 5 – контргайка, 6 – тяга, 7 – педаль зчеплення [5, 20].

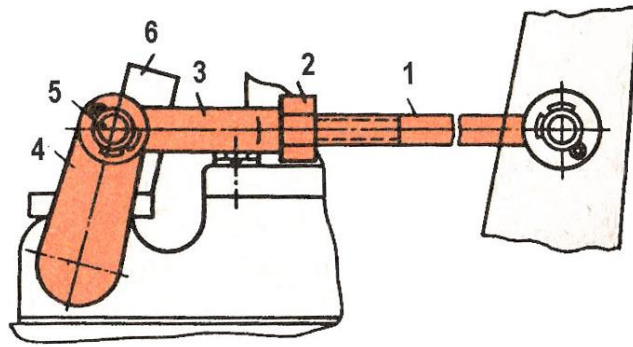


Рисунок 1.4 – Регулювання механізму блокування перемикання діапазонів коробки передач трактора ХТЗ-17221

Алгоритм регулювання довжини тяги наступний: від'єднати тягу 6 від важеля блокування 1; повністю натиснути на педаль зчеплення 7 для імітації робочого положення муфти; встановити валик блокування в таке положення, за якого вісь важеля співпадає з покажчиком 3 на корпусі діапазону №1; відрегулювати довжину тяги шляхом обертання вилки 4, поки не буде досягнуто необхідного збігу; повторно з'єднати тягу 6 із важелем 1, після чого виконати перевірку роботи механізму – послідовно вмикаючи I, II, III та реверсний діапазони при повністю витисненій педалі зчеплення; після успішної перевірки, зафіксувати палець 2 за допомогою шпінта й надійно затягнути контргайку 5 [2].

Окремо регулюється й привід механізму перемикання передач коробки ХТЗ. Ця операція передбачає зміну довжини тяги, яка поєднує важіль перемикання з важелем валика розподільника. Взаємне положення елементів показано на рис. 1.5, де: 1 – важіль розподільника, 2 – тяга, 3 – вилка для регулювання, 4 – важіль вибору передач [2, 5].

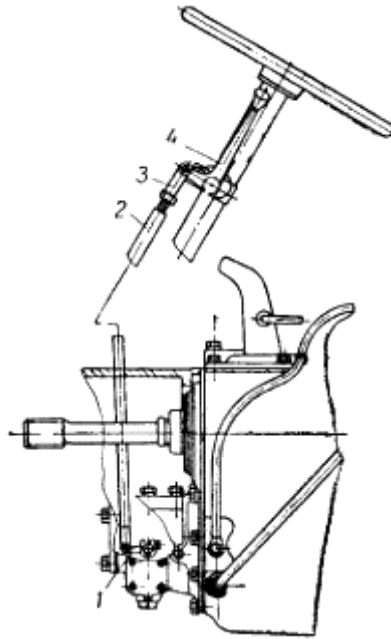


Рисунок 1.5 – Регулювання приводу перемикання передач коробки передач трактора ХТЗ-17221

Порядок дій під час цієї регулювальної процедури такий: від'єднати тягу 2 від важеля 4 перемикання передач; встановити важіль 4 у положення, де цифра «2» на покажчику збігається зі стрілкою; одночасно важіль розподільника 1 слід виставити горизонтально, зафіксувавши його так, щоб його вісь була паралельна поздовжній осі коробки передач; обертанням вилки 3 на тязі добитися точної відповідності за довжиною; після цього знову з'єднати вилку 3 із важелем 4 [2, 5].

Після виконання всіх дій може виникнути потреба у коригуванні зусилля, що необхідне для перемикання передач за допомогою важеля 4. Для цього використовується регулювальний гвинт із гайкою, яку слід затягувати або послаблювати, відповідно до бажаного рівня зусилля [5].

1.2 Технологія ремонту коробок передач трактора ХТЗ-17221

Під час виконання розбирання, складання або регулювання елементів гідравлічної системи коробки передач трактора ХТЗ необхідно суворо дотримуватись низки технічних вимог. Зокрема, регулювання слід проводити за показаннями контрольних приладів. У випадку демонтажу розподільника

категорично не допускається відокремлення золотника від корпусу, оскільки ця пара виконує функцію плунжерного вузла. При зворотному складанні важливо встановлювати золотник і сектор відповідно до міток на зубцях і западинах зубчастих вінців. Помилкове встановлення призводить до порушень у роботі всієї гідросистеми [5].

Щодо розбирання коробки передач трактора ХТЗ, то ці роботи проводяться із застосуванням спеціалізованого стенду. Після встановлення агрегату на стенд знімають верхню кришку коробки, кришку ходозменшувача та ущільнювальну прокладку. Далі, виконавши розконтрування вилок перемикання рядів, зубчастих коліс ходозменшувача, шестерні заднього ходу та подвійного повідця, і вивернувши стопорні гвинти, валики виймають з корпусу разом із вилками й повідцем. Розподільник з прокладкою демонтують після відгвинчування семи болтів, що його кріплять до корпусу коробки [10, 12].

На наступному етапі від'єднують перепускную трубку, яка з'єднує гідроаккумулятор із корпусом коробки передач, та демонтують гідроаккумулятор із прокладкою. Потім виймають штифт фіксації верхнього опорного стакана підшипника і встановлюють на неї замкову шайбу. Після відгинання її країв знімають шайбу з валу коробки. Застосовуючи спеціальні наставки та встановивши технологічну склянку у гніздо корпусу, випресовують первинний вал разом із верхньою склянкою та кульковим підшипником типу 313 [2, 5].

З корпусу послідовно вилучають ведучу шестерню третьої передачі, розпірну втулку, а також ведучі шестерні другої та першої передач. Розбирання первинного валу передбачає демонтаж стакану з підшипником, вилучення втулки сальника, стопорного кільця, ущільнювального кільця, кулькового підшипника та сальника. На вторинному валу відгинають краї замкової шайби, викручують фіксуючу гайку та торцевий болт, знімають замкові шайби, шестерню включення ходозменшувача, втулку та зубчасте колесо [2, 5].

Окремо демонтують десять ущільнювальних кілець із виточок вторинного валу. За допомогою спеціального пристрою, встановленого у спеціальну

оправку, знімають вторинний вал у зборі з підшипником типу 313. Після цього з корпусу коробки виймають гідропідтискні муфти і кільця ущільнювачів. Також демонтують штифт і нижній опорний стакан підшипника, з якого видаляється кульковий підшипник 311 і стопорне кільце. Підшипник типу 313 зі вторинного валу спресовують окремо [7].

Вал ходозменшувача розбирають, відгвинчуючи замкову гайку після відгинання шайби, знімаючи кільце фіксації, дистанційну шайбу та інші елементи. Далі, за допомогою стенду, спеціальної скоби й наставки, виконується демонтаж валу разом із кульковим підшипником 50408. Після цього окремо знімають підшипники 408 і 50408 із корпусу та валу відповідно. Усі внутрішні елементи, включаючи малу і ведену шестерні, а також три втулки, демонтуються з корпусу ходозменшувача.

Щодо розбирання кришки ходозменшувача коробки передач трактора ХТЗ-17221, виконують послідовно такі дії: вивертають пробку, знімають покажчик і валик блокування, з нього знімають ущільнювальне кільце, кулісу та малу колонку. Далі демонтуються обмежувач із пружиною, хомутик із чохлам, розклепується втулка, виймаються елементи важеля перемикачання рядів: втулка, пружина, ковпачок та сам важіль. Із колонки вибивається штифт і випресовується вставка [15].

Під час розбирання верхньої кришки коробки передач з неї знімають корпус фільтра, прокладки, перепускний розподільник. Вивертаються два штуцери з ущільнювальними кільцями. Фільтр розбирають, знявши кришку, прокладку та пробку. Далі виймають комплект фільтрувальних елементів із пружиною. Відгвинчують кріпильну гайку зі скобою, демонтують опорну шайбу, пружину, поршень, кільця та елементи фільтра. Завершується розбирання викручуванням корпусу клапана з труби та вилученням пружини, кульки й кільця із паза поршня.

Перед початком збирання коробки передач трактора ХТЗ-17221 усі її компоненти необхідно ретельно очистити. Деталі промивають, повністю

висушують, а внутрішні порожнини й масляні канали продувають стисненим повітрям. Поверхні тертя перед монтажем обов'язково змащуються моторною оливою. Збирання починається зі складальних вузлів найбільшого розміру.

Щодо кришки коробки передач, першочергово виконується складання фільтра. Для цього у трубку вставляють кульку разом із пружиною, після чого вкручують корпус клапана в зборі [23].

Далі на трубу по черзі надягають кільце, комплект із 38 фільтрувальних елементів, ще одне ущільнювальне кільце, поршень, пружина фільтра та упорна шайба. Всі деталі фіксуються спеціальною скобою з гайкою. Поршневе кільце монтують на пружину фільтра, після чого встановлюють весь фільтрувальний блок усередину корпусу. Завершальним етапом є монтаж прокладки, кришки фільтра та вгвинчування пробки у її верхню частину.

Після збирання фільтр перевіряють на герметичність, піднімаючи тиск моторної оливи до 2,5 МПа (25 кгс/см²). Протікання оливи під час випробування не допускається. Далі переходять до встановлення фільтра та перепускного розподільника на кришку коробки передач [22].

Прокладки при цьому попередньо змащують ущільнювальною пастою з обох сторін. В кришку вгвинчують два штуцери, на які надягають ущільнювальні кільця. Усі різьбові з'єднання надійно затягуються з урахуванням моменту обертання.

Процес збирання кришки ходозменшувача починається із запресовування вставки в малу колонку та її фіксації за допомогою штифта. Після цього у колонку монтується важіль перемикання рядів, а зверху на нього по черзі встановлюють ковпачок, пружину та упорну втулку, яку закріплюють на важелі методом заклепування. Далі на зібрану колонку надягають чохол і закріплюють його хомутиком [20].

У саму кришку ходозменшувача встановлюють пружину разом із обмежувачем. Конструкція передбачає, що обмежувач має надійно фіксуватись у виступах куліси, водночас зберігаючи свободу переміщення. Після

встановлення прокладки на кришку монтують кулісу та зібрану малу колонку, які фіксують болтовими з'єднаннями.

В останню чергу до збирання приступають на ділянці валика блокування: на нього встановлюється ущільнювальне кільце, після чого валик вставляється у відповідний отвір кришки [25].

Покажчик закріплюють болтом, а зверху вгвинчують пробку. У результаті складання валик повинен обертатися легко, без заклинювань, виключно зусиллям руки, без застосування додаткового інструменту.

Регулювання шліцьових з'єднань барабана фрикціону та втулок гідропідтискних муфт починають із виставлення шліців за допомогою спеціальних технологічних шліцьових валиків [23].

Після цього обидві муфти закріплюють у спеціальному пристосуванні, призначеному для їх демонтажу й монтажу. Шліци однієї з муфт центруються довгим технологічним валом. Комплект, що складається з муфт, валу та стопорних кілець, монтується в корпус коробки передач трактора ХТЗ-17221 з використанням відповідного інструменту.

Нижній стакан підшипника запресовують у гніздо корпусу і фіксують за допомогою штифта. Потім встановлюють шарикопідшипник типу 311 у стакан і закріплюють його стопорними кільцями [20].

Далі стакан з підшипником одночасно запресовують у корпус коробки передач і на вторинний вал, при цьому технологічний вал витісняється останнім із муфт гідропідтискного типу.

У разі потреби, вал додатково напресовується після встановлення підшипника 313.

На рис. 1.6 показано загальний порядок встановлення гідропідтискних муфт коробки передач трактора ХТЗ-17221.



Рисунок 1.6 – Порядок установки гідропідтискних муфт коробки передач трактора ХТЗ-17221

Муфти монтуються на вал так, щоб орієнтири у вигляді стрілок збігалися з напрямком руху трактора: стрілка на задній муфті й дві на передній мають бути спрямовані вперед і розміщені зверху, тоді як мітка на торці валу – вертикально вгору.

Під час запресовування нижнього стакану важливо, щоб його паз точно збігався з відповідною рисою на корпусі. Після цього на вторинний вал встановлюють ведучу шестерню редуктора ходозменшувача, шестерню для його увімкнення, спеціальну втулку, стопорну шайбу, замкову шайбу; затягують гайку та вгвинчують болт. У торцеве виточення вторинного валу монтують десять ущільнювальних кілець [21, 23].

Готовий вузол із муфтами повинен вільно обертатися в підшипнику без заїдань. Далі на вал редуктора напресовують підшипник 50408, встановлюють кільце на підшипник, дистанційну шайбу та стопорне кільце – на сам вал.

Обраний вал пропускають крізь корпус, послідовно встановлюючи на нього малу ведучу шестерню, дві втулки, ведену шестерню та ще одну втулку.

Із використанням гідроскоби стенда, технологічної скоби й спеціальних наставок запресовують вал разом з підшипником 50408 у корпус. Одночасно підшипник 408 напресовується на вал і в корпус. На кінець валу встановлюється замкова шайба, гайка завертається і фіксується загинанням шайби на її грані [23].

Первинний вал коробки передач трактора ХТЗ-17221 монтується у встановленій послідовності. Спочатку у верхній стакан запресовується шарикопідшипник 313. Далі встановлюють стопорне кільце, ущільнювальні кільця, каркасний сальник, втулку сальника та напресовують стакан на вал.

У процесі вставлення валу в корпус одночасно монтують ведучу шестерню четвертої передачі, розпірну втулку, шестерню першої передачі, ще одну розпірну втулку і шестерню третьої передачі. За допомогою гідроскоби стенда з наставками напресовують на вал підшипник 311.

Наступним етапом є установка замкової шайби, після чого гайка загортається до упору, а краї шайби загинаються для фіксації. Верхню склянку підшипника напресовують одночасно на корпус та підшипник 311, у якому попередньо встановлюють підшипник 210 і стопорне кільце. У корпус коробки вмонтовують штифт, який фіксує стакан [20, 23].

Контрольним параметром при складанні є боковий зазор між зубцями циліндричних шестерень – він має бути в межах 0,2...0,5 мм. При цьому вал із встановленими шестернями повинен обертатися в підшипниках вільно, без сторонніх зусиль і заїдань. Завершальними етапами є встановлення кришки коробки передач, монтаж гідроаккумулятора та розподільника з прокладками.

У фінальній фазі складання монтують усі валики, подвійний повідець, важелі перемикання рядів, шестерні заднього ходу й деталі редуктора ходозменшувача.

РОЗДІЛ 2 ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ОРГАНІЗАЦІЇ СЕРВІСНОГО СУПРОВОДУ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ ТРАКТОРА ХТЗ-17221

2.1 Аналіз витрат праці на ремонтні операції

В процесі планування виробничої діяльності підприємств, що займаються ремонтом техніки, ключовим орієнтиром слугує об'єм необхідного робочого часу для виконання ремонтних заходів щодо машин, вузлів і агрегатів. Вимірювання цього часу здійснюється в людино-годинах – це кількість годин, які витрачає один працівник на виконання конкретної операції. Повна сукупність трудових витрат, що потрібні для відновлення одного об'єкта, визначається як одинична трудомісткість. Якщо ж ідеться про витрати на виконання всього об'єму ремонтів у межах запланованої програми, то мова вже йде про трудомісткість річної програми.

Варто зазначити, що витрати, пов'язані з використанням матеріалів, деталей, напівфабрикатів, а також роботи, що виконуються сторонніми організаціями за кооперацією, не враховуються в розрахунку трудомісткості по підприємству.

Загальна трудомісткість ремонтної програми складається з таких основних компонентів:

- Основна (технологічна) трудомісткість – це ті трудозатрати, які безпосередньо вкладають робітники у технологічний процес.
- Трудомісткість обслуговування – це витрати праці допоміжного персоналу, що забезпечує функціонування виробництва.

Згідно з типовими нормативами, на ремонт коробки передач трактора ХТЗ-17221 передбачається витратити 6,12 людино-годин. Відповідно до інформації Державної служби технічного нагляду, в експлуатації перебуває 963 тракторів ХТЗ-17221. Однак при формуванні річної програми необхідно орієнтуватися не лише на наявну кількість, а й на типові обсяги, визначені проектними рішеннями

та можливостями обладнання. Враховуючи це, річна програма встановлена на рівні 1000 коробок передач.

Усі розрахунки є базою для планування кадрових ресурсів, режимів роботи, а також оптимального використання виробничого устаткування на ремонтному підприємстві, що спеціалізується на відновленні коробок передач для тракторів ХТЗ-17221.

Розрахунок загальної трудомісткості виконується за формулою [25]:

$$T_{\text{заг}} = T_{\text{од}} \cdot n, \quad (2.1)$$

де:

$T_{\text{од}} = 6,12$ люд.-год. – норматив на один об'єкт; $n = 1000$ од. – річна програма.

Таким чином:

$$T_{\text{заг}} = 6,12 \times 500 = 6120 \text{ люд.-год.} \quad (2.2)$$

Організація роботи ремонтної дільниці передбачає врахування робочого календаря, тривалості зміни, режиму роботи, кількості змін і тривалості робочого тижня. Згідно з чинним законодавством, стандартна тривалість робочого тижня становить 41 годину. У разі п'ятиденного тижня з двома вихідними днями змінна тривалість зазвичай складає 8,2 год. Якщо зміна триває 8 год., то кожна восьма субота визначається як робоча. При шестиденному графіку звичайна тривалість зміни – 7 год., а передвихідні або святкові дні – 6 год.

Для забезпечення ефективності, ремонтні підприємства здебільшого організовують двозмінну або навіть тризмінну роботу, особливо це стосується випробувального відділень, де потрібна висока безперервність процесів.

Важливо обчислити річні фонди часу для робочих місць, цехів і обладнання. У цьому контексті розрізняють календарний, номінальний і фактичний фонд часу.

Календарний річний фонд (ΦK) обчислюється як добуток кількості днів у році на кількість годин у добі [25]:

$$\Phi K = 365 \times 24 = 8760 \text{ год.} \quad (2.3)$$

Номінальний річний фонд (ΦH) для умов п'ятиденного тижня та однозмінного графіка розраховується за формулою [25]:

$$\Phi H = (K_p \times T_{зм} - K_{nc} \times T_{ск}) \times n, \quad (2.4)$$

де $K_p = 265$ днів – робочі дні у році; $K_{nc} = 58$ днів – передвихідні та святкові дні; $T_{зм} = 8$ год. – тривалість зміни; $T_{ск} = 1$ год. – скорочення перед святами; $n = 3$ – кількість змін.

$$\Phi H = (265 \times 8 - 58 \times 1) \times 3 = 6186 \text{ год.} \quad (2.5)$$

Фактичний (дійсний) річний фонд часу працівника ($\Phi Д$) враховує втрати часу на відпустки та інші причини [25]:

$$\Phi Д = (\Phi H - K_e \times T_{зм}) \times \eta_p, \quad (2.6)$$

де $K_e = 24$ дні – щорічна відпустка; $\eta_p = 0,97$ – коефіцієнт коригування.

$$\Phi Д = (6186 - 24 \times 8) \times 0,97 = 5814 \text{ год.} \quad (2.7)$$

Фактичний фонд часу для обладнання ($\Phi_{Д.О}$) обчислюється аналогічно [25]:

$$\Phi_{Д.О} = \Phi Д \times \eta_o, \quad (2.8)$$

де $\eta_o = 0,98$ – коефіцієнт використання обладнання.

$$\Phi_{Д.О} = 6186 \times 0,98 = 6062 \text{ год.} \quad (2.9)$$

Фонд часу на одне робоче місце ($\Phi_{Р.М}$) визначається як [25]:

$$\Phi_{Р.М} = \Phi Д \times ПР \times С, \quad (2.10)$$

де $ПР = 1...2$ – кількість робітників на місці; $С = 3$ – число змін.

$$\Phi_{Р.М} = 6186 \times 2 \times 3 = 37116 \text{ год.} \quad (2.11)$$

Остаточо, річний номінальний фонд обладнання ($\Phi У$) становить [25]:

$$\Phi У = \Phi Д \times С = 6186 \times 3 = 18558 \text{ год.} \quad (2.12)$$

2.2 Визначення чисельності персоналу дільниці обкатки

Склад штату ремонтного підприємства формують кілька категорій працівників: до них належать основні виробничі робітники, допоміжний персонал, інженерно-технічні фахівці, молодший обслуговуючий персонал, а також службовці.

Кількісна потреба в основних працівниках визначається на основі трудомісткості передбаченої програми. Для цього застосовується наступна формула [25]:

$$R_{cn} = \frac{T_{заг}}{\Phi Д \times k}, \quad (2.13)$$

де R_{cn} – спискова чисельність основних працівників, осіб; $T_з$ – загальна трудомісткість, люд.-год.; $\Phi Д$ – дійсний фонд часу одного працівника за рік, год.; k – коефіцієнт змінності (як правило, $k = 1$).

Підставимо значення з попередніх розрахунків [25]:

$$R_{cn} = \frac{6120}{5814} \approx 1,05 \text{ особи.} \quad (2.14)$$

Приймаючи цілочисельне значення згідно з виробничою доцільністю, та враховуючи тризмінний режим роботи, встановлюємо спискову чисельність основних робітників: $R_{cn} = 2$ особи.

Для уточнення фактичної потреби в працівниках також визначається дійсна чисельність за аналогічною методикою, але із використанням номінального фонду часу [25]:

$$R_{oc} = \frac{T_{заг}}{\Phi Н}, \quad (2.15)$$

де R_{oc} – дійсна чисельність основних працівників, осіб; $\Phi Н$ – номінальний річний фонд часу одного робітника, год.

Розрахунок:

$$R_{oc} = \frac{6120}{6186} \approx 0,99 \text{ осіб.} \quad (2.16)$$

Після округлення до найближчого більшого цілого отримуємо (з урахуванням трьохзмінного робочого дня): $R_{oc} = 2$ особи.

2.3 Аналіз ритмічності виробничого процесу та визначення фронту обслуговуваних об'єктів

Одним із ключових параметрів організації ремонтного виробництва є такт ремонту, який визначає інтервал часу, необхідний для того, щоб на підприємство надходила або залишала його чергова коробка передач. Цей показник слугує індикатором регулярності та ритмічності роботи, а також дозволяє узгодити послідовність операцій і навантаження на виробничі ресурси.

Слід зазначити, що такт не є універсальним для всіх рівнів виробництва – він варіюється залежно від масштабу: окреме робоче місце, виробнича дільниця чи цілий цех можуть мати різні значення такту. Такий підхід є актуальним, передусім, для вузькоспеціалізованих підприємств, де виробничий потік організований чітко за функціональною ознакою.

Для цілей цього проєкту визначимо загальний такт ремонтного процесу, що дозволяє встановити середній часовий інтервал між обслуговуванням послідовних об'єктів за умов стабільної завантаженості.

Розрахунок здійснюється за формулою [25]:

$$\tau = \frac{\Phi H}{n}, \quad (2.17)$$

де τ – середній такт ремонту, годин; ΦH – номінальний річний фонд часу одного робочого місця, год.; n – кількість об'єктів, що підлягають ремонту протягом року, шт.

У нашому випадку фонд часу визначено раніше як $\Phi H = 6186$ год., а річна виробнича програма складає $n = 1000$ одиниць.

Підставляючи значення, маємо [25]:

$$\tau = \frac{6186}{1000} \approx 6,186 \text{ год.} \quad (2.18)$$

Отже, такт ремонту на підприємстві становить приблизно 6,2 години, що означає необхідність завершення обкатки однієї коробки передач (або прийому наступної в технологічний цикл) саме з таким інтервалом для підтримання рівномірного ритму виробництва.

Цей показник слугує основою для подальшого планування ресурсного навантаження, оптимізації черговості операцій і розрахунку пропускної здатності ділянки. Він також дозволяє оцінити, чи відповідає існуюча організація праці запланованому темпу та обсягу виконуваних робіт.

Окрема категорія персоналу – це допоміжні робітники, кількість яких розраховується у відсотковому співвідношенні до основних працівників. Прийнята норма – 15% від загальної чисельності основних виробничих робітників [25]:

$$R_{don} = \frac{R_{cn} \times 15}{100}, \quad (2.19)$$

де R_{don} – чисельність допоміжного персоналу, осіб.

Розрахунок [25]:

$$R_{don} = \frac{2 \times 15}{100} = 0,3 \text{ особи.} \quad (2.20)$$

Після округлення до цілого числа відповідно до норм проектування виробництва: $R_{don} = 1$ особа.

Таким чином, на основі проведених розрахунків штатна структура ділянки обкатки коробок передач виглядає наступним чином:

Основні виробничі робітники – 2 особи;

Допоміжний персонал – 1 особа.

Ці дані формують базу для подальшого планування організаційної структури ділянки, складання графіків змін, а також розподілу функціональних обов'язків між працівниками з урахуванням рівномірного навантаження та забезпечення технологічної безперервності процесу ремонту коробок передач.

2.4 Визначення потреби в основному технологічному обладнанні

Для забезпечення безперебійного функціонування ділянки обкатки необхідно попередньо встановити кількість основного технологічного обладнання, виходячи з об'ємів робіт та специфіки процесів.

Враховуючи специфіку обкатки коробок передач, першим етапом є розрахунок кількості робочих місць або стендів для проведення підготовки коробок передач до обкатки (збирання, налаштування, обладнання додатковим обладнанням). Це обладнання також потребує точного визначення за допомогою розрахункової моделі [25]:

$$n_{pm} = \frac{n \times (t_1 + t_2) \times \alpha}{\Phi Y \times \eta}, \quad (2.21)$$

де n – кількість КПП, що підлягають ремонту протягом року; t_1 – середній час на підготовку однієї КПП, год.; t_2 – тривалість демонтажу та встановлення КПП на стенд, год. (приймається в межах 0,1...0,2 год.); α – коефіцієнт повторюваності операцій (з урахуванням ускладнень), приймається в межах 1,05...1,10; ΦY – дійсний фонд часу обладнання, год.; η – коефіцієнт часу використання стенду (в межах 0,85...0,9).

Виконуємо підстановку чисел [25]:

$$n_{pm} = \frac{1000 \times (0,32 + 0,15) \times 1,05}{18558 \times 0,85} \approx 0,031 \text{ шт.} \quad (2.22)$$

Після округлення приймаємо для оснащення ділянки один стенд – $n_{pm} = 1$ шт.

Таким чином, загальна кількість одиниць основного обладнання встановлюється з урахуванням навантаження на кожний тип машини та ефективності її використання, що дозволяє уникнути простоїв і забезпечити необхідну продуктивність ділянки обкатки.

2.5 Планування параметрів дільниці обкатки та її компонування

2.5.1 Організація робочих місць та їх матеріально-технічне оснащення

Підвищення ефективності виробничого процесу значною мірою залежить від того, наскільки раціонально організовано та обладнано робочі місця. Вдосконалення організації праці дозволяє не лише підвищити продуктивність, а й зменшити витрати ресурсів та поліпшити умови роботи персоналу. Одним з ключових напрямів у цьому є впровадження засобів автоматизації та механізації складних і трудомістких операцій, а також активне застосування сучасного виробничого обладнання.

Поняття робочого місця охоплює виділену зону виробничого простору, яка призначена для виконання конкретних технологічних завдань одним або декількома працівниками. Це місце повинно бути забезпечене всіма необхідними інструментами, устаткуванням та допоміжними засобами для ефективного виконання виробничих функцій.

Стандартне матеріально-технічне забезпечення робочого місця включає:

- основні технологічні машини та верстати;
- оснастку, як технологічного, так і організаційного призначення;
- допоміжне обладнання, зокрема нестандартне;
- підйомно-транспортні механізми.

Досягнення високого рівня організації трудових процесів можливе лише за умов, коли трудові рухи є продуктивними та водночас мінімально стомлюючими для виконавців. Цього можна досягти шляхом скорочення кількості операцій, оптимізації рухів, зменшення фізичного навантаження, особливо під час монтажних і важких робіт.

Ефективність виконання завдань значно зростає за наявності ергономічно організованого простору: зручне розташування інструментів, чітке планування зони досяжності, правильне компонування обладнання та вузлів, що полегшує

керування і контроль. Важливе значення має також наявність у працівника достатніх трудових навичок.

Планування місць, де встановлено декілька одиниць техніки, повинно передбачати добру візуалізацію всіх процесів, зручність у доступі до обладнання, простоту контролю за його роботою та безперешкодне переміщення необхідних компонентів, деталей та інструменту.

2.5.2 Планувальна організація дільниці обкатки коробок передач

Під терміном «планування дільниці» мається на увазі розміщення основного і допоміжного устаткування, транспортних засобів, інженерних мереж (включаючи енергетику та вентиляцію), а також організація внутрішньоцехових проїздів. Створення планувального рішення – складний етап проектування, оскільки потребує врахування як внутрішньої логіки виробничого процесу, так і фізичного взаєморозташування всіх елементів системи.

Схеми планування виконуються відповідно до умовного позначення об'єкта, із зазначенням несучих та внутрішніх стін, колон, прорізів для воріт і дверей, вікон, тунелів, сходів, люків та інших архітектурних елементів, які можуть впливати на розташування обладнання. У плані відображаються всі типи техніки – від верстатів до стелажів і транспортних механізмів.

Розміщення обладнання повинно забезпечити раціональне використання площі, дотримання технологічної послідовності виконання робіт, відповідність нормативам відстаней між машинами, стінами та проходами. Робочі місця персоналу біля верстатів умовно позначаються колом із заштрихованою частиною.

Організація робіт у межах дільниці базується на послідовному розміщенні операцій відповідно до логіки технологічного процесу. Це забезпечує рівномірне завантаження робочих місць та ефективне використання часу. При проектуванні дільниці для ремонту коробок передач тракторів марки ХТЗ-17221, послідовність технологічних етапів повинна бути чітко дотримана.

Площа, що необхідна для функціонування ділянки, обчислюється за формулою [25]:

$$F_n = \sum F_{об} \times K, \quad (2.23)$$

де $\sum F_{об}$ – сума площ, зайнятих підлоговими контурами всього технологічного обладнання (у нашому випадку – це контурна площа стенду для обкатки коробки передач – 6 м²); K – коефіцієнт, що враховує робочі проходи, обхідні шляхи, зони обслуговування, приймається $K = 5,0$.

Підставивши значення, отримаємо [25]:

$$F_n = 6 \times 5,0 = 30,0 \text{ м}^2. \quad (2.24)$$

Остаточню округлюємо площу до 30 м².

Згідно з чинними нормами проектування виробничих приміщень, ширина прольотів може становити 3, 6, 9 або 12 метрів, а міжколонний крок – 3 або 6 метрів. Для нашої ділянки приймаємо ширину $Ш = 6$ м.

Знаючи загальну площу, визначаємо довжину приміщення за формулою [25]:

$$L = \frac{F_n}{Ш}, \quad (2.25)$$

$$L = \frac{30}{6} = 5 \text{ м}. \quad (2.26)$$

Таким чином, геометричні розміри ділянки визначено як 5×6 м.

РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ СТЕНДУ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІСЛЯРЕМОНТНОГО РЕСУРСУ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ ТРАКТОРІВ ХТЗ-17221

3.1 Загальні принципи випробування відремонтованих вузлів та агрегатів тракторів

Відмови, що порушують працездатність трактора, за причинами виникнення можна розділити на ті, що виникли в результаті конструктивних прорахунків (недостатня міцність деталей, перевантаження через неправильний вибір конструктивної схеми, резонансні явища в конструкції тощо); технологічні, зумовлені порушенням виробничої технології в процесі виготовлення трактора (дефекти металу, обробки, складання); виниклі в результаті зносу, що викликав поломку деталі при роботі з вібраційним і знакозмінним навантаженням; виниклі в результаті граничного матеріального зносу під впливом сил тертя; експлуатаційні, виниклі в результаті порушення режиму експлуатації.

Експлуатаційні відмови в процесі випробувань трактора повинні бути виключені шляхом суворого дотримання правил технічної експлуатації. Конструктивні та технологічні дефекти, що викликають відмови в результаті недостатньої міцності та зносостійкості деталей і вузлів трактора, в більшості своїй виявляються в процесі обкатки і на початку експлуатаційних ресурсних випробувань.

За фізичною суттю відмов розрізняють такі їх причини: недостатня навантажувальна міцність деталей і з'єднань; недостатній опір втомі деталей, недостатня вібростійкість конструкції; зношуваність деталей (деформації і матеріальний знос).

У практиці випробувань сільськогосподарських тракторів на надійність використовують експлуатаційні та прискорені випробування, які в свою чергу включають полігонні та стендові випробування.

Одним з основних видів експлуатаційних випробувань сільськогосподарських тракторів та їх вузлів і агрегатів є підконтрольна експлуатація, що представляє собою природну експлуатацію, хід і результати якої спостерігає персонал, спеціально підготовлений для цієї мети.

Експлуатаційні випробування мають універсальний характер, вони дозволяють найбільш об'єктивно в експлуатаційних умовах оцінити всі складові елементи надійності. Навіть при обмеженому часі цих випробувань їх тривалість входить в суперечність з термінами доведення і введення в експлуатацію нових зразків трактора. Тому виникла необхідність скорочення тривалості ресурсних випробувань. Це забезпечується використанням різних методів прискорених випробувань, в тому числі і при посиленні їх умов (так звані прискорені міцнісні випробування).

Коли випробуванню підлягає не весь трактор, а його окремі агрегати і системи, полігонні і стендові випробування виявляються часто недоцільнішими. Повна заміна експлуатаційних випробувань прискореними випробуваннями виявляється неможливою, залишаються обов'язковими період обкатки (200 год) і перший період експлуатації (не менше 500 год), протягом якого виявляються основні конструктивні та технологічні дефекти і оцінюються ремонтпридатність та експлуатаційні якості дослідного зразка.

Вузли і системи трактора працюють в різних умовах і при впливі різних навантажень. Наприклад, шийки колінчастого валу працюють під впливом сил тертя при змінних тисках з боку шатуна, вони не сприймають поздовжніх навантажень і практично не схильні до дії динамічних навантажень від нерівностей рельєфу поля при русі трактора; несуча система трактора, навпаки, в основному сприймає вертикальні поштовхи і вібрації від нерівностей рельєфу шляху, а також поздовжні навантаження.

Звідси, розглядаючи можливі способи моделювання умов випробувань з метою скорочення їх тривалості, слід пов'язувати це питання з фізичною суттю

можливих відмов і з умовами роботи окремих агрегатів і систем, в яких ці відмови виникають.

3.2 Конструкція запропонованого стенду для обкатки коробок передач трактора ХТЗ-17221 під навантаженням

Стенд, зображений на рис. 3.1, розроблено для навантажувального тестування коробок передач, що встановлюються на трактори моделі ХТЗ-17221. Його конструкція забезпечує перевірку функціональності агрегату в умовах, наближених до реальних експлуатаційних навантажень.

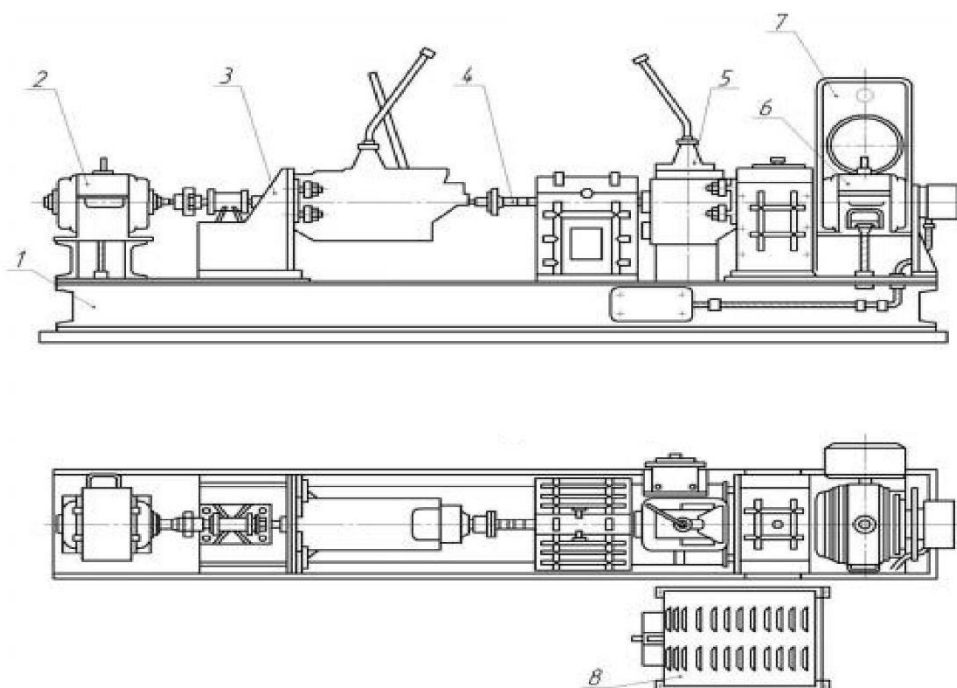


Рисунок 3.1 – Схема запропонованого стенду для обкатки коробок передач під навантаженням

На основній рамі 1 змонтовано низку функціональних вузлів: електродвигун 2, який виконує роль приводу, кронштейн 3 для фіксації коробки передач, випробовуваний агрегат – стендова коробка передач 5, електрогальмо 6, а також механізм для зважування 7. Поруч із установкою, у зручному для доступу місці, розташовується рідинний реостат 8, який забезпечує регулювання навантаження.

Обертальний момент від приводного електродвигуна передається через муфту, проміжний вал і спеціальну наладку на ведучий вал досліджуваної коробки передач. Цей вал, у свою чергу, з'єднаний із веденим валом стендової коробки за допомогою додаткового проміжного валу 4 і подвійного карданного шарніра, укритого захисним кожухом.

Вихідний шліцьовий кінець ведучого валу стендової коробки з'єднується з валом гальмівного електродвигуна 6 через муфту з наладними елементами, які також розташовані під кожухом. Електродвигун встановлений у системі з балансиrom і механізмом зважування 7, що дозволяє вимірювати гальмівний момент, створюваний під час випробувань.

Для визначення частоти обертання валу гальмівного двигуна передбачено електронний дистанційний тахометр, який зчитує дані за допомогою зубчастої передачі, що забезпечує необхідне передавальне число. Це дозволяє точно контролювати роботу під час тестування.

Система також обладнана реле, яке виконує функцію захисту: при досягненні критичної межі обертання валу гальмівного двигуна – в діапазоні 2000...2500 об/хв – подача струму на стенд припиняється автоматично, що унеможливорює аварійну ситуацію.

Регулювання навантаження відбувається за допомогою рідинного реостата 8, який дозволяє змінювати гальмівний момент у межах від 0 до 89 Н·м. Така конфігурація стенду забезпечує повну імітацію робочих умов для коробки передач та дозволяє оперативно виявити відхилення у її роботі ще до встановлення на трактор.

3.3 Розрахунок конструктивних елементів запропонованого стенду

3.3.1 Вибір електродвигуна

Розрахунок моменту M_e здійснюється за формулою:

$$M_e = M_n - M_k = M_n (1 - \eta_1 \eta_2 \eta_3 \eta_4), \quad (3.1)$$

де M_n – навантажувальний крутний момент; M_k – момент, що передається через карданний вал з урахуванням втрат на тертя в передачах стенда та коробки передач; η_1 – коефіцієнт корисної дії (ККД) муфти, приймаємо $\eta_1 = 0,96$; η_2 – ККД карданної передачі, $\eta_2 = 0,95$; η_3 – ККД коробки передач, $\eta_3 = 0,92$; η_4 – ККД роздавальної коробки, $\eta_4 = 0,96$.

Загальний ККД системи визначається як добуток усіх часткових коефіцієнтів:

$$\eta_{заг} = \eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3 \times \eta_4, \quad (3.2)$$

$$\eta_{заг} = 0,96 \times 0,95 \times 0,92 \times 0,96 = 0,76. \quad (3.3)$$

Як правило, значення навантажувального моменту M_n обирають у межах 60...75% від максимально допустимого крутного моменту двигуна. Для двигуна ЯМЗ-236Д-3 граничне значення моменту становить 68 кгс·м (що еквівалентно 667 Н·м). Тоді розрахунковий момент, що прикладається до стенду, дорівнює:

$$M_n = 68 \times (1 - 0,76) = 16,32 \text{ кгс} \cdot \text{м}. \quad (3.4)$$

Потужність електродвигуна для приводу визначається за формулою:

$$N_e = \frac{M_e \times n}{716,2}, \quad (3.5)$$

де n – оберти двигуна в об/хв.

Підставляючи значення:

$$N_e = \frac{16,32 \times 2500}{716,2} \approx 56,97 \text{ кВт}. \quad (3.6)$$

Вибираємо електродвигун типу А250S2 потужністю 60 кВт і частотою обертання 2965 об/хв.

3.3.2 Перевірочний розрахунок муфти

Розглянемо перевірку пружних елементів муфти на стиск. Розрахунок здійснюємо за формулою:

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot 10^3 T}{z_c D_0 d_n l_{em}} < [\sigma_{зм}], \quad (3.7)$$

де z_c – кількість пальців ($z_c = 6$); D_0 – діаметр кола розташування пальців, м; d_n – діаметр пальця, мм; l_{em} – довжина еластичного елемента, м; T – обчислений крутний момент, Н·м; $[\sigma_{зм}]$ – допустиме напруження на зминання, приймаємо $[\sigma_{зм}] = 2$ МПа.

Розрахуємо крутний момент на валу двигуна за формулою:

$$T = \frac{97400 \times N_e}{n}, \quad (3.8)$$

де $N_e = 60$ кВт; $n = 2965$ об/хв.

Отримаємо:

$$T = \frac{97400 \times 60}{2965} = 1970,99 \text{ кг}\cdot\text{см} = 197,1 \text{ Н}\cdot\text{м}. \quad (3.9)$$

Тепер обчислимо фактичне напруження:

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot 10^3 \times 197,1}{6 \times 130 \times 16 \times 20} = 1,28 \text{ МПа}. \quad (3.10)$$

Оскільки $1,28 < 2$, умова міцності дотримана.

Пальці також перевіряють на вигин за наступною залежністю:

$$\sigma_{виг} = \frac{2 \times 10^3 \times T(0,5l_{em} + C)}{0,1z_c D_0 d_n^3} < [\sigma_{виг}], \quad (3.11)$$

де C – зазор між півмуфтами, мм; $[\sigma_{виг}]$ – допустиме напруження на вигин, обчислюється як $0,4 \dots 0,5$ від межі текучості матеріалу; σ_t – межа текучості матеріалу пальців (сталь 45), $\sigma_t = 36$ МПа; тоді $[\sigma_{виг}] = 0,4 \times 36 = 14$ МПа.

Виконуємо обчислення:

$$\sigma_{виг} = \frac{2 \times 10^3 \times 197,1 \times (0,5 \times 20 + 6)}{0,1 \times 6 \times 130 \times 16^3} = 19,74 > 14 \text{ МПа}. \quad (3.12)$$

Оскільки умова не витримується, то знайдемо кількість пальців з умови міцності:

$$z_c = \frac{2 \times 10^3 \times T(0,5l_{em} + C)}{0,1 D_0 d_n^3 [\sigma_{виг}]}. \quad (3.13)$$

Отримуємо:

$$n_z = \frac{2 \times 10^3 \times 197,1 \times (0,5 \times 20 + 6)}{0,1 \times 130 \times 16^3 \times 14} = 8,46 \text{ шт.} \quad (3.14)$$

Округлюємо до цілого значення $n_z = 9$ шт.

3.3.3 Розрахунок швелера

Швелер обирається відповідно до стандарту ДСТУ 8240–89. Загальна довжина визначається як:

$$L_{ш} = 3560 \times 2 = 7120 \text{ см.} \quad (3.15)$$

Або, в іншому варіанті компоновання:

$$L_{ш} = 550 \times 4 = 2200 \text{ см.} \quad (3.16)$$

Усі розрахунки підтверджують працездатність та міцність вибраних елементів системи при заданих навантаженнях і обертах.

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ ПРИ ПРОВЕДЕННІ СЕРВІСНОГО СУПРОВОДУ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ ТРАКТОРА ХТЗ-17221

4.1 Загальні положення

Сучасне виробництво, що стрімко модернізується завдяки впровадженню автоматизованих систем, новітніх технічних засобів механізації й індустріальних технологій, особливо у сфері сільського господарства, актуалізує питання безпеки праці та збереження здоров'я працівників. У контексті постійного ускладнення технологічних процесів охорона праці набуває фундаментального значення в забезпеченні стабільного розвитку всіх секторів економіки.

Формування безпечного і комфортного робочого середовища нерозривно пов'язане з впорядкуванням умов праці: наявністю належного санітарного обслуговування, медичного супроводу, організованого харчування та належного відпочинку працівників. Усі ці елементи сприяють швидшому фізичному й психоемоційному відновленню, знижують втому та підтримують продуктивність персоналу на належному рівні.

Негативний вплив виробничих травм і професійних захворювань несе значні економічні та соціальні втрати. Запобігти таким наслідкам можливо лише шляхом системного підходу: дотримання трудового законодавства, впровадження інноваційних рішень у сфері безпеки, використання сучасного досвіду й наукових розробок у галузі охорони праці. Особливу роль при цьому відіграють практичні профілактичні заходи.

Запобігання травматизму повинно ґрунтуватися на ретельному аналізі умов праці, що передбачає виявлення на робочих місцях потенційно небезпечних чинників, оцінку рівня ризику та розробку ефективних засобів нейтралізації загроз. Увага має бути приділена як об'єктивним характеристикам виробничого середовища, так і людському фактору – ймовірності виникнення небезпечних дій з боку працівників в конкретних виробничих ситуаціях.

Завдяки комплексному підходу, що враховує як технічні, так і організаційні аспекти, можна забезпечити реальне зниження рівня травматизму, попередити нещасні випадки та створити умови для безпечної трудової діяльності. Своєчасна реалізація профілактичних заходів дозволяє уникнути тяжких наслідків, підвищити загальний рівень виробничої культури та соціальної відповідальності підприємств.

4.2 Оцінка стану безпеки праці в умовах дільниці обкатки коробок передач тракторів ХТЗ-17221

Ретельне планування заходів з безпечної організації трудового процесу є ключовим фактором підвищення ефективності виробництва, запобігання нещасним випадкам, зменшення рівня травматизму та зниження ризику виникнення професійних хвороб.

На підприємстві основна відповідальність за дотримання стандартів охорони праці покладена на керівника та головного інженера. Саме ці посадові особи зобов'язані забезпечити відповідність виробництва чинному законодавству, нормативним документам, інструктивним матеріалам та стандартам безпеки. Вони повинні організовувати забезпечення працівників усіма необхідними засобами індивідуального захисту – зокрема спецодягом, взуттям, захисними пристроями, – а також проводити підготовку персоналу з питань безпеки й санітарії на виробництві. Разом із профспілковими представниками вони готують інструкції з техніки безпеки та забезпечують їх доведення до кожного члена трудового колективу.

У разі значного об'єму обов'язків у сфері охорони праці та великої кількості персоналу на підприємстві передбачається введення окремої посади інженера з техніки безпеки або заступника головного інженера, що спеціалізується на питаннях охорони праці. Такий фахівець організовує комплекс заходів щодо створення належного виробничого середовища, контролює реалізацію запланованих дій, відповідає за дотримання правових

норм у сфері охорони праці, а також бере участь у розробленні й упровадженні сучасних рішень з безпеки життєдіяльності. Він також здійснює контроль за технічним станом обладнання, перевіряючи його відповідність вимогам безпечної експлуатації.

Серед функціональних обов'язків інженера з охорони праці – контроль за своєчасним випробуванням техніки, правильністю її експлуатації, проведення інструктажів як вступного, так і періодичного та повторного типів, а також організація інструктажів безпосередньо на робочих місцях. До його завдань належить також формування заявок на засоби індивідуального захисту, участь у розслідуванні виробничих інцидентів та ведення відповідної документації.

Безпека праці в кожному цеху, дільниці чи майстерні забезпечується керівниками відповідних підрозділів і бригадами. Вони несуть відповідальність за належну організацію робочого простору, підтримку технічного стану обладнання, забезпечення робітників справним інструментом та захисними засобами, а також за своєчасне проведення інструктажів з техніки безпеки – первинних, повторних і позапланових. Їхнім обов'язком також є технічний нагляд за ходом робіт, оперативне усунення потенційних загроз і контроль за дотриманням правил безпеки.

Важливу роль у профілактиці виробничих захворювань і травматизму відіграють превентивні дії. Порушення встановлених регламентів, санітарних і протипожежних правил, а також недотримання інструкцій з техніки безпеки можуть створити ризики для працівників. Ігнорування фізіологічних особливостей працівників або використання несправного обладнання призводить до формування небезпечних зон у виробничому просторі.

Серед основних причин травматизму слід зазначити: неякісний або відсутній інструмент, нехтування правилами безпеки, відсутність спецодягу, несправності підйомно-транспортного обладнання, відсутність захисних елементів.

Крім того, ризики можуть бути зумовлені забрудненням повітря, недостатнім освітленням, несправністю пускових чи гальмівних пристроїв, небезпечними характеристиками машин або ймовірністю виникнення пожежі чи вибуху.

Небезпеку для здоров'я працівників можуть становити як умови довкілля, так і використовувані механізми, хімічні речовини, конструктивні особливості приміщень, відсутність належних побутових приміщень, а також недосконалість санітарного обслуговування.

До типових факторів, що провокують нещасні випадки, належать несправність інструментів, нехтування технікою безпеки, неналежне оснащення робочого місця, відсутність огорожувальних конструкцій і несправне транспортне чи вантажопідіймальне обладнання. Однак високий рівень механізації трудомістких операцій дозволяє значно знизити кількість травм.

Трудові умови формуються під впливом двох головних чинників: технології та організації виробництва з одного боку, і санітарно-гігієнічного стану середовища – з іншого. На підприємстві питання охорони праці мають розглядатися як стратегічний пріоритет. Необхідно налагодити ефективне управління виробничими процесами, підвищити рівень механізації, впровадити прогресивні методи організації праці.

У цехах, де технології супроводжуються надмірним шумом, необхідно забезпечити ізоляцію за допомогою щільних вогнестійких перегородок і дверей. Агрегати й вузли, що тестуються, мають розміщуватись за стандартизованою схемою, що виключає хаотичне їх накопичення, яке часто стає причиною травм. У майстерні слід облаштувати санітарно-побутові приміщення: роздягальні, умивальні, душові кімнати й санітарні вузли.

Контроль за протипожежним станом майстерні обкатки коробок передач покладається на завідувача, який персонально відповідає за дотримання всіх норм пожежної безпеки. Приміщення повинно бути оснащене первинними

засобами гасіння пожеж, розміщеними на спеціальних постах у потенційно небезпечних зонах.

У доступних для працівників місцях необхідно розмістити інструкції з пожежної безпеки, схеми евакуації та правила виклику пожежної служби. Усе обладнання – верстати, стенди – має бути належним чином заземлене. Для мінімізації ймовірності виникнення пожеж внаслідок статичних або атмосферних розрядів, необхідно встановити ефективні системи блискавкозахисту.

4.3 Розрахунок освітлення зони обкатки

Забезпечення ефективного освітлення на виробництві, як за рахунок денного, так і штучного світла, є ключовим чинником, що впливає на зростання ефективності роботи, зниження ймовірності виникнення травм та покращення якості виконуваних ремонтних операцій.

Природне й електричне освітлення повинно відповідати нормативним вимогам, які регламентують рівень освітленості виробничих та допоміжних приміщень.

У межах цього підрозділу здійснюється світлотехнічний розрахунок освітлення зони обкатки, де проводиться забезпечення післяремонтного ресурсу коробок передач.

Перевірка природного освітлення відбувається за наступним алгоритмом: для правильного визначення необхідного рівня освітленості слід проаналізувати характер візуальної роботи, що виконується в приміщенні; вимірювання рівня освітлення виконується за допомогою таксиметра, в різних точках простору, розташованих на поперечному перерізі кімнати, який проходить по центру і перпендикулярний віконним прорізам.

Щоб обрахувати необхідну площу світлопрозорих конструкцій (вікон), використовується така формула:

$$\Sigma F_{\text{с}} = \frac{F_n l_{\text{min}} \eta_o K}{100 \tau_o n_1}, \quad (4.1)$$

де F_n – площа підлоги цеху обкатки; $l_{\min} = 1,5$ – норматив природної освітленості; $\eta_o = 8,5$ – світлотехнічна характеристика вікон; $K = 1,3$ – коефіцієнт впливу затінення сусідніми об'єктами; $\tau_o = 0,4$ – загальний коефіцієнт світлопроникності; $n_1 = 2$ – коефіцієнт, що враховує відбивання світла від внутрішніх поверхонь.

Після підстановки значень отримаємо:

$$\Sigma F_{\epsilon} = \frac{30 \times 1,5 \times 8,5 \times 1,3}{100 \times 0,4 \times 2} = 6,2 \text{ м}^2. \quad (4.2)$$

Таким чином, щоб гарантувати належне природне освітлення приміщення обкатки коробок передач трактора ХТЗ-17221, площа вікон повинна бути не меншою ніж $6,22 \text{ м}^2$.

Враховуючи трьохзмінний режим роботи, розглянемо наступний етап – розрахунок електричного освітлення. Щоб визначити потрібну кількість світильників, використовується формула:

$$n = \frac{E_{\min} k S z}{\eta \Phi}, \quad (4.3)$$

де $\Phi = 1000$ лм – світловий потік; $E_{\min} = 300$ Пк – мінімально допустимий рівень освітленості; $z = 1$ – коефіцієнт мінімальної освітленості; $k = 1,6$ – коефіцієнт запасу для урахування зменшення яскравості через забруднення та старіння ламп; $S = 30 \text{ м}^2$ – площа, яку потрібно освітити; $\eta = 7,8\%$ – коефіцієнт корисного використання світлового потоку,

Підставляючи дані, отримаємо:

$$n = \frac{E_{\min} k S z}{\eta \Phi} = \frac{300 \times 1,6 \times 30 \times 1}{7,8 \times 1000} = 1,84 \text{ шт.} \quad (4.4)$$

Отже, для забезпечення відповідного рівня штучного освітлення в обкатному приміщенні потрібно встановити 2 люмінесцентні лампи типу ЛД 2×40. Це дозволить компенсувати недоліки природного освітлення і підтримати необхідну освітленість для виконання технічних операцій.

4.4 Забезпечення безпечних умов праці на робочому місці з обкатки коробки передач

Працівники, що постійно виконують обкатку коробок передач у майстерні, мають бути належним чином підготовлені: пройти навчання з охорони праці, екологічної безпеки, а також спеціалізований інструктаж з техніки безпеки, який враховує специфіку виконуваних технологічних операцій та тип використовуваного обладнання.

Для здійснення операцій з обкатки коробки передач застосовується спеціалізоване обладнання. До роботи з таким устаткуванням допускаються лише особи, які досягли 18-річного віку. Перед початком роботи працівник зобов'язаний одягти відповідний робочий одяг та захисні окуляри.

Однією з основних вимог до забезпечення безпеки є підтримання чистоти та впорядкованості на робочому місці, а також утримання вільними проходів між елементами обладнання. Перш ніж приступити до виконання робіт, працівник повинен усунути зі свого робочого простору всі сторонні предмети, провести холостий запуск установки для перевірки її справності, проконтролювати надійність кріплень, а також пересвідчитися у наявності захисних кожухів та справності заземлення.

Суворо заборонено залишати працюючі пристрої без нагляду. У випадках, коли в процесі роботи виникають сумніви щодо безпечності подальших дій, необхідно ознайомитися з інструкцією з експлуатації або негайно звернутися до відповідального фахівця.

Категорично забороняється знімати захисні елементи або кожухи електрообладнання. Поверхні пристрою необхідно регулярно очищати від забруднень, використовуючи для цього спеціальні інструменти.

Робота на обладнанні без захисних рукавиць недопустима, оскільки в процесі виконання операцій існує ризик контакту з гострими елементами. Торкатися обертових деталей під час їх обертання забороняється. У разі виходу

з ладу стенду роботу необхідно негайно зупинити, відключити обладнання та викликати наладчика для усунення несправностей.

4.5 Пожежна безпека в умовах виробництва

Законодавче регулювання питань, пов'язаних із забезпеченням пожежної безпеки, базується на Конституції України, профільному Законі «Про пожежну безпеку», а також на положеннях інших нормативно-правових актів, зокрема постановах Верховної Ради, указах Президента, рішеннях урядових органів і місцевої влади в межах їх компетенції.

У практиці запобігання пожежам необхідно керуватися чинними Правилами пожежної безпеки, нормативами проектування об'єктів, стандартами та іншими регламентуючими документами, з урахуванням їх дії на відповідному рівні.

Пожежа – це процес неконтрольованого горіння, який відбувається поза межами спеціально відведених зон, розповсюджується в просторі й часі, створюючи небезпеку для життя людей, екосистем і викликаючи значні матеріальні втрати.

Пожежонебезпека – це наявність факторів, які можуть спровокувати виникнення та подальше поширення пожежі, незалежно від фізичного стану речовини чи процесу. Потрібно пам'ятати: абсолютно безпечних з точки зору пожежі об'єктів не існує.

Для того щоб ефективно запобігати виникненню загорянь на підприємствах, необхідно чітко розуміти типові джерела пожеж. Статистичні дані свідчать, що основними причинами є:

- халатне поводження з відкритим вогнем;
- незадовільний стан електрообладнання, помилки при монтажі або експлуатації;
- порушення регламентів технологічних процесів;
- несправні системи опалення та неправильне їх використання;

– недотримання приписів чинної нормативної документації з питань пожежної безпеки.

Особливо часто пожежі спричиняються легковажним поведінням з вогнем, зокрема курінням у заборонених місцях або проведенням вогневих робіт без дотримання правил. До вогневих робіт належать операції, під час яких використовується відкрите полум'я, утворюються іскри, а також відбувається нагрівання елементів обладнання, конструкцій чи матеріалів до температур, що можуть спричинити займання легкозаймистих речовин.

Залежно від характеру виконуваних завдань, місця проведення таких робіт можуть бути постійними або тимчасовими. Постійні зони визначаються наказом керівника підприємства, а тимчасові – оформляються письмовим дозволом керівника відповідного підрозділу.

Суттєвим фактором, що впливає на розвиток пожежі у будівлях, є ступінь вогнестійкості будівельних конструкцій, тобто їх здатність чинити опір дії високих температур і зберігати свою функціональність під час пожежі.

Вогнестійкість – це властивість конструкцій протягом певного часу витримувати тепловий вплив без втрати несучої здатності, без руйнувань та поширення полум'я. Цей параметр визначається через межу вогнестійкості.

При проектуванні промислових об'єктів застосовують комплекс заходів, спрямованих на стримування поширення полум'я, зокрема:

- поділ споруд на пожежні відсіки за допомогою вогнетривких перекриттів;
- поділ внутрішнього простору на секції за рахунок протипожежних перегородок;
- створення інженерних бар'єрів (козирки, пояси, бортики), які перешкоджають розповсюдженню полум'я по поверхнях;
- встановлення спеціалізованих протипожежних дверей і воріт;
- передбачення відповідних розривів між будівлями з метою запобігання поширенню вогню з одного об'єкта на інший.

РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗАПРОПОНОВАНОГО СТЕНДУ

В даній частині розраховуються витрати і терміни окупності обкатного стенду для забезпечення післяремонтного ресурсу коробок передач трактора ХТЗ-17221.

5.1 Технологічний процес

Визначимо річний технологічний процес сервісного супроводу коробок передач трактора ХТЗ-17221 з урахуванням його завантаженості на різних видах робіт сільськогосподарського призначення – табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Технологічний процес обкатки, люд-год.

Вид робіт	Загальна трудомісткість	I квартал	II квартал	III квартал	IV квартал
Обкатка КПП	6120	1224	1468,8	1897,2	1530

5.2 Розрахунок потреб у інвестиціях

З урахуванням складальних одиниць стенду та середньої вартості обладнання отримуємо, що ціна нового стенду становить 207 053,17 грн.

Розрахунок інвестиційних витрат наведено в табл. 5.2

Таблиця 5.2 – Витрати на закупівлю нового обладнання

Вид обладнання	Марка	Ціна, грн	Кількість	Строк амортизації, років	Амортизаційні відрахування, грн/рік
Стенд для обкатки КПП	–	207 053,17	1	20	10352,65

5.3 Визначення фонду заробітної плати

До обов'язків керівника підрозділу належить забезпечення реалізації як оперативних, так і довгострокових планів розвитку. Він відповідає за організацію процесів, спрямованих на вдосконалення і розвиток матеріально-технічної бази підрозділу, ініціює та затверджує локальні нормативні акти, що регулюють різні аспекти виробничої та адміністративної діяльності. У компетенції керівника перебуває формування організаційної структури підрозділу, встановлення чисельності штату, визначення схем оплати праці працівників. Крім того, він здійснює управління кадровими питаннями, зокрема прийняттям нових працівників на посади та розірванням трудових відносин із персоналом [25].

Підсумкова інформація щодо розрахунку обсягу фонду робочого часу, що є базою для формування фонду оплати праці, представлена у табличному вигляді (табл. 5.3), де вказано всі необхідні параметри, що використовуються для обчислень.

Таблиця 5.3 – Фонд оплати праці

Посада	Кількість	Посадовий оклад, грн	Відрахування в позабюджетні фонди	Місячний фонд оплати праці	Річний фонд оплати праці
Керівник підрозділу	1	25000	7500	32500	390000
Виробничі робітники	2	40000	12000	52000	624000
Допоміжний персонал	1	15000	4500	19500	234000
Всього	4	80000	24000	104000	1248000

З табл. 5.3 видно, що загальна чисельність працівників на ділянці обкатки становить 4 людини, відрахування до позабюджетних фондів становить 30%, річний фонд оплати праці дорівнює 1248000 грн.

5.4 Визначення виробничих витрат

5.4.1 Витрати на споживання електроенергії обладнанням

Щорічні витрати, пов'язані із забезпеченням електроенергією технологічного устаткування, визначаються за допомогою наступного рівняння [25]:

$$B_{el} = \frac{T_p \times 12 \times C_{el} \times N \times \eta \times N_e}{100}, \quad (5.1)$$

де T_p – кількість годин роботи обладнання на місяць, год; C_{el} – тариф на електроенергію (4,32 грн/кВт·год); N – податок на додану вартість, $N = 20\%$; η – коефіцієнт ефективності обладнання $\eta = 0,65$; N_e – середня встановлена потужність обладнання $N_e = 60$ кВт.

Розрахунок:

$$B_{el} = \frac{100 \times 12 \times 4,32 \times 0,2 \times 0,65 \times 60}{100} = 404,35 \text{ грн/рік.} \quad (5.2)$$

5.4.2 Витрати на електроосвітлення

Потреба у витратах на штучне освітлення цеху визначається за формулою:

$$B_{осв} = T_{осв} \times 12 \times S \times q \times C_{el}, \quad (5.3)$$

де $T_{осв} = 100$ годин – середня кількість годин освітлення за місяць; S – площа виробничої дільниці (30 м²); q – питомі витрати електроенергії на освітлення ($q = 0,015$ кВт/м²) [25].

Обчислення:

$$B_{осв} = 100 \times 12 \times 30 \times 0,015 \times 4,32 = 2332,8 \text{ грн/рік.} \quad (5.4)$$

5.4.3 Поточне технічне обслуговування обладнання

Для забезпечення працездатності виробничих засобів передбачаються витрати на технічне обслуговування, які приймаються на рівні 5% від суми амортизаційної вартості всього обладнання [25]:

$$B_{рем} = 0,05 \times 10352,65 = 517,63 \text{ грн.} \quad (5.5)$$

5.4.4 Споживання води для господарсько-побутових потреб

Витрати на водопостачання розраховуються виходячи з середнього добового споживання на одного працівника та кількості робочих днів на рік [25]:

$$B_в = \frac{n \times V \times D_{рз} \times 70\% \times C_в}{1000}, \quad (5.6)$$

де $n = 4$ – кількість працівників; V – споживання води на одну зміну – 20 л; $D_{рз} = 248$ – робочі дні на рік; $C_в$ – ціна 1 м³ води (30,38 грн).

Обчислення:

$$B_в = \frac{4 \times 20 \times 248 \times 0,7 \times 30,38}{1000} = 421,9 \text{ грн/рік.} \quad (5.7)$$

5.4.5 Витрати на опалення виробничого приміщення

Обігрів агрегатної зони враховує теплові втрати та тривалість опалювального періоду. Формула для розрахунку наступна [25]:

$$B_{он} = \frac{V \times q \times (T_в - T_н) \times Z \times 24 \times K_n \times C_{он}}{1000000}, \quad (5.8)$$

де $V = 90 \text{ м}^2$ – об'єм приміщення; q – теплова характеристика, $q = 0,45 \text{ ккал/м}^3$; $T_в$ — температура всередині, 20°C; $T_н$ – зовнішня температура, -30°C; Z – тривалість опалювального періоду, 150 днів; K_n – коефіцієнт тепловтрат, $K_n = 1,09$; $C_{он}$ – тариф на 1 Гкал тепла, 1654,41 грн [25].

Розрахунок:

$$B_{он} = \frac{90 \times 0,45 \times (20 + 30) \times 150 \times 24 \times 1,09 \times 1654,41}{1000000} = 13146,11 \text{ грн.} \quad (5.9)$$

5.4.6 Інші передбачені витрати

До категорії додаткових поточних витрат включаються непрямі витрати, які оцінюються у розмірі 5% від загальної суми попередньо визначених витрат [25]:

$$B_{\text{ини}} = 0,05 \times (404,35 + 2332,8 + 517,63 + 421,92 + 13146,11) = 841,14 \text{ грн. (5.10)}$$

5.4.7 Монтажні витрати

Для монтажних робіт враховується ціна за квадратний метр, яка помножується на площу приміщення [25]:

$$B_{\text{м}} = 30 \times 200 = 6000 \text{ грн. (5.11)}$$

5.4.8 Річні витрати

Таким чином загальні річні витрати визначаються як сума усіх попередніх – табл. 5.4

Таблиця 5.4 – Річні витрати

Річний фонд оплати праці, грн	1248000
Витрати на споживання електроенергії обладнанням, грн	404,35
Витрати на електроосвітлення, грн	2332,8
Поточне технічне обслуговування обладнання, грн	517,63
Споживання води для господарсько-побутових потреб, грн	421,92
Витрати на опалення виробничого приміщення, грн	13146,11
Інші передбачені витрати, грн	841,14
Монтажні витрати, грн	6000
Всього	1271663,95

5.5 Ключові економічні показники діяльності підприємства

Річний обсяг доходу, отриманого внаслідок надання послуг, враховуючи вартість загального ремонту коробки передач трактора ХТЗ-17221, становить 8000000 грн (при середній вартості ремонту в 8000 грн). Для аналізу

прибутковості виробничої діяльності використовується коефіцієнт рентабельності, який обчислюється за такою формулою [25]:

$$R = \frac{Ц - C}{C} 100\%, \quad (5.12)$$

де $Ц$ — виручка від ремонту (8000000 грн.); C – повна собівартість річного обсягу послуг (1271663,95 грн).

Застосувавши наведені значення, отримаємо:

$$R = \frac{8000000 - 1271663,95}{1271663,95} = 52,9\%. \quad (5.13)$$

Розмір валового прибутку за календарний рік визначається як різниця між загальним доходом і понесеними витратами на виробництво [25]:

$$П_{вал} = Ц - C = 8000000 - 1271663,95 = 6728336,05 \text{ грн.} \quad (5.14)$$

Наступним кроком є визначення чистого прибутку, який обчислюється шляхом вирахування з валового прибутку податку на прибуток в 24%:

$$П_{чист} = П_{вал} - П_{вал} \times 0,24 = 6728336,05 - 1614800,65 = 5113535,39 \text{ грн.} \quad (5.15)$$

5.6 Аналіз економічної доцільності проекту

Оцінювання ефективності реалізованого заходу здійснюється через показник терміну окупності, який демонструє, скільки часу потрібно для повернення інвестицій. Формула має вигляд [25]:

$$T = \frac{K}{П_{чист}}, \quad (5.16)$$

де K – сума вкладених інвестицій у модернізацію (207053,17 грн); $П_{чист}$ – чистий прибуток за рік (5113535,39 грн).

Розрахунок:

$$T = \frac{207053,17}{5113535,39} = 0,4 \text{ роки.} \quad (5.17)$$

Таким чином, використання обкатного стенду окупиться за період 4,8 місяців.

Всі розраховані техніко-економічні показники наведені у зведеній формі в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Основні техніко-економічні показники

Найменування	Сума, грн
Виручка від реалізації послуг	8000000
Фонд оплати праці річний	1248000
Сумарні інвестиції в проєкт	207053,17
Амортизаційні відрахування	10352,65
Прибуток валовий	6728336,05
Прибуток чистий	5113535,39
Рентабельність	52,9%
Строк окупності	4,8 місяців

ВИСНОВКИ

В роботі було здійснено всебічний розгляд конструктивних та технічних особливостей коробок передач тракторів ХТЗ-17221. Розглянуто складові механізму, їхнє функціональне призначення, типові відмови, способи усунення несправностей.

З урахуванням існуючих ресурсів матеріально-технічної бази пропонується розширити функціональне призначення виробничої ділянки, додавши до переліку послуг післяремонтну обкатку коробок передач тракторів ХТЗ-17221 за рахунок використання спеціально розроблено стенду.

Розроблений комплекс організаційних і технічних заходів, спрямованих на забезпечення охорони праці та захист навколишнього середовища, дає змогу створити безпечні умови для працівників і мінімізувати шкідливий вплив ремонтних процесів на екологію.

Проведена техніко-економічна експертиза запропонованого технічного рішення дала змогу визначити обсяг витрат на його виготовлення і використання. Розрахунки показали, що інвестиції у виробництво стенду окупляться протягом 4,8 місяців експлуатації, що підтверджує доцільність його впровадження у виробничий процес.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Іваненко О., Петренко С. Конструкція та ремонт коробки передач трактора ХТЗ-17221: монографія. 2018. Харків. 256 с.
2. Шевченко М., Лагода В. Експлуатація трансмісії трактора ХТЗ-17221. 2019. Київ. 198 с.
3. Kuzmenko P., Sydorenko I. Gearbox Maintenance in HTZ-17221 Tractor. 2020. Lviv. 142 p.
4. Bondarenko O., Melnyk T. Технології ремонту КПП тракторів серії ХТЗ-170/172. 2021. Вінниця. 224 с.
5. Novak J., Horak S. Structural Analysis of HTZ-17221 Transmission Housing. 2020. Prague. 130 p.
6. Kuzio V. Diagnostic Methods for HTZ-17221 Gearbox Failures. 2019. Khmelnytskyi. 118 p.
7. Holub A., Kovalchuk M. Матеріально-технічне забезпечення ремонтних майстерень. 2022. Одеса. 176 с.
8. Smith J., Petrov I. Overhaul Procedures for HTZ-17221 Transmission. 2021. Warsaw. 210 p.
9. Borys L., Tykhuu V. Паспорт на експлуатацію КПП ХТЗ-17221. 2017. Київ. 88 с.
10. Taylor R., Sidorova N. Retrofit Kit for HTZ-17221 Gearbox Improvements. 2022. Berlin. 154 p.
11. Яременко П., Кравець Л. Технічне обслуговування коробки передач тракторів ХТЗ. 2020. Львів. 204 с.
12. Andersen M., Kovtun V. Gear Design and Load Analysis for HTZ-17221. 2021. Copenhagen. 188 p.
13. Гордієнко Р., Петрик С. Матеріали до ремонту гідروпідпору КПП ХТЗ-17221. 2019. Харків. 136 с.

- 14.White A., Melnik O. Modern Lubrication Strategies for HTZ-17221 Transmissions. 2022. London. 160 p.
- 15.Черненко І., Савельєва Т. Розбір-конструювання КПП ХТЗ-17221: практика. 2021. Запоріжжя. 192 с.
- 16.Li H., Ivanova K. Heat Treatment Effects on HTZ-17221 Gearbox Components. 2020. Beijing. 124 p.
- 17.Мельник Ю., Степаненко І. Регламент технічного обслуговування КПП ХТЗ. 2018. Вінниця. 150 с.
- 18.Davies P., Kuzma O. Reliability Assessment of HTZ-17221 Transmission System. 2021. Manchester. 168 p.
- 19.Антоненко В., Орлик В. Навчальний посібник з ремонту трансмісії трактора ХТЗ. 2022. Київ. 240 с.
- 20.Johnson L., Kravchenko S. Failure Mechanism in HTZ-17221 Gearbox: Case Studies. 2023. Dublin. 200 p.
- 21.Лисенко Д., Руденко П. Спеціалізовані пристрої для демонтажу КПП ХТЗ-17221. 2020. Полтава. 112 с.
- 22.Brown C., Fedorenko M. Retrofitting Safety Measures in HTZ-17221 Repair Lines. 2022. Zurich. 144 p.
- 23.Соколюк Ю., Паламарчук О. Комплектність технологічної оснастки для КПП ХТЗ-17221. 2019. Львів. 162 с.
- 24.Evans T., Dmytrenko I. Environmental Considerations in HTZ-17221 Transmission Workshops. 2021. Edinburgh. 156 p.
- 25.Жукова Н., Бондаренко А. Економічна ефективність ремонту КПП ХТЗ-17221. 2022. Харків. 180 с.

ДОДАТКИ