

НУБІП України

НУБІП України

НУ

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

01.11 - МР.189 "С" 2021.02.01.115 ПЗ

НУ

ТУР СЕРГІЙ СЕРГІЙОВИЧ

2021 р.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко – технологічний факультет

УДК 631.354/356

ПОГОДЖЕНО

Декан механіко-технологічного факультету

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

технічного сервісу та інженерного
(назва кафедри)

менеджменту ім. М.П.Момотенка

Братішко В.В.

(підпис)

(ПІБ)

Роговський І.Л.

(підпис)

(ПІБ)

« » 2021 р.

« » 2021 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему Удосконалення технологічного оснащення для передремонтного
діагностування агрегатів гідравлічних трансмісій зерно- та
кормозбиральних комбайнів

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

(код і назва)

Освітня програма «Агроінженерія»

(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна, або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

доктор технічних наук, ст.наук.с.

(науковий ступінь та вчене звання)

Братішко Вячеслав Вячеславович

(ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

к.т.н. доц.каф.

(науковий ступінь та вчене звання)

Дев'ятко Олена Сергіївна

(ПІБ)

Виконав

Тур Сергій Сергійович

(підпис)

(ПІБ)

КИЇВ – 2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко – технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

д.т.н., проф.
(науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

Роговський І.Л.
(І.П.Б.)

2021 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Тур Сергію Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

(код і назва)

Освітня програма Агроінженерія

(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна, або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи Удосконалення технологічного оснащення для
передремонтного діагностування агрегатів гідравлічних трансмісій зерно- та
кормозбиральних комбайнів

затверджена наказом ректора НУБіП України від «01» лютого 2021 р. № 189 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи Науково – технічна література; результати науково-
дослідних робіт по літературних джерелах по вивченню питання передремонтного діагностування агрегатів
гідравлічних трансмісій зерно- та кормозбиральних
комбайнів

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Стан питання та задачі досліджень
2. Теоретичні дослідження організаційно-технологічних процесів та розробка моделі ефективності використання технологічного оснащення при ремонті агрегатів об'ємних гідравлічних трансмісій
3. Методика експериментальних досліджень
4. Результати експериментальних досліджень та їх аналіз
5. Техніко-економічна оцінка результатів досліджень
6. Охорона праці

Перелік графічного матеріалу Електронна презентація на 15 слайдах

Дата видачі завдання «11» листопада 2020 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

(підпис)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Дев'ятко О.С.

(прізвище та ініціали)

Тур С.С.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до випускної кваліфікаційної роботи магістра: 84 с.,
18 рис., 4 табл., 53 джерел.

Об'єкт досліджень – технологічні процеси з ремонту агрегатів гідравлічних

т

Предмет досліджень – Основні операції технологічного процесу з ремонту
гідравлічних трансмісій та їх забезпеченість технологічною оснасткою

Метою роботи є - підвищення якості та зниження трудомісткості робіт при
ремонті агрегатів гідравлічних трансмісій, забезпеченням основних операцій
технологічною оснасткою.

Методика досліджень – методика визначення оптимального розміщення
об'єкту для виконання робіт, методика визначення об'єму інформації, методика

п

Для досягнення поставленої мети в роботі необхідно було провести
теоретичні та експериментальні дослідження по обґрунтуванню оптимальних
організаційно – технічних факторів (заходів), які формують трудомісткість
технологічного процесу ремонту агрегатів ГСТ - 90 по наступним напрямкам:

• провести аналіз технологічних процесів з ремонту агрегатів
гідравлічних

• трансмісій мобільних машин і визначити заходи з його
удосконалення;

• розглянути існуючі конструкції стендів для найбільш трудомістких
операцій технологічного процесу ремонту агрегатів ОГТ, та
обґрунтувати оптимальні організаційно – технічні напрямки для
зменшення їх тривалості;

• розробити та обґрунтувати параметри стенда для ремонту агрегатів
об'ємних гідравлічних трансмісій;

• провести удосконалення операцій з передремонтного діагностування
агрегатів гідравлічних трансмісій.

б

и

НУБІП України

ЗМІСТ

	Ст.
РЕФЕРАТ	3
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 СТАН ПИТАННЯ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ	8
1.1. Конструкція гідравлічної трансмісії та аналіз її експлуатаційної надійності.....	8
1.2. Аналіз технологічних процесів з ремонту агрегатів гідравлічних трансмісій.....	11
1.3. Класифікація стендів для ремонту агрегатів об'ємних гідравлічних трансмісій.....	17
1.3.1. Стенди для проведення розбирально-складальних робіт при ремонті агрегатів ГСТ-90.....	19
1.3.2. Конструкції стендів, які застосовуються для проведення випробувально-контрольних робіт агрегатів гідроприводу трансмісії.....	20
РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА РОЗРОБКА МОДЕЛІ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ ПРИ РЕМОНТІ АГРЕГАТІВ ОБ'ЄМНИХ ГІДРАВЛІЧНИХ ТРАНСМІСІЙ.	23
2.1. Стенди для діагностування, ремонту та обкатування агрегатів ГСТ-90.....	23
2.2. Система ергономічних показників стенда для ремонту ГСТ-90...	27
2.2.1. Теоретичне обґрунтування стійкості пересувного стенду для ремонту ГСТ-90.....	30
2.2.2. Вплив ергономічних факторів на часові і точнісні показники діяльності людини.....	34
2.2.3. Біомеханічні умови організації праці на робочому місці при ремонті ГСТ-90.....	39
РОЗДІЛ 3 МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.	43
3.1. Загальні положення.....	43
3.2. Методика визначення оптимального розміщення об'єкту для виконання робіт.....	44

3.2.1. Методика визначення об'єму інформації, яка сприймається виконавцем при проведенні розбирально-складальних робіт.....	45
3.2.2. Визначення витрат часу на розбирально-складальні роботи в оптимальній робочій зоні.....	46
3.3. Силова установка для обкатки та випробовування гідравлічних агрегатів.....	49
3.3.1. Обґрунтування параметрів силової установки.....	49
3.4. Методика проведення передремонтного діагностування гідромашин.....	53
РОЗДІЛ 4 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ	55
4.1. Результати структурного аналізу при розбирання аксіально-поршневих гідромашин.....	55
4.2. Результати впровадженням технології передремонтного діагностування	58
РОЗДІЛ 5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	61
РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	67
6.1. Порядок допуску персоналу до самостійної роботи з ремонту агрегатів гідравлічних трансмісій зерно-та кормозбиральних комбайнів.....	67
6.2. Охорона праці при роботі на комбайні.....	68
ВИСНОВКИ.....	75
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	79

ВСТУП

НУВБІП УКРАЇНИ

В умовах, що склалися, коли значно скоротилися поставки техніки селу

(тракторів в 1,4, зернозбиральних машин в 2 рази), машинно-тракторний парк старіє, актуальною стає проблема ефективного відновлення і якісного обслуговування сільськогосподарської техніки.

Найбільш трудомістким і відповідальним є процес ремонту агрегатів об'ємних гідравлічних трансмісій (ОГТ), до яких слід віднести гідравлічну трансмісію (ГСТ-90), несправність якої приводить до зниження продуктивності

мобільної машини, збільшенню витрат палива, втрати врожайності в результаті простоювання техніки і безпосередньо втрат пов'язаних з ремонтом гідромашин.

В процесі проведення ремонту гідравлічних агрегатів виникають складності пов'язані з тим, що ресурсолімітуючі деталі аксіально-поршневих

гідромашин виготовлені за високими класами чистоти поверхні, що висуває особливі вимоги до операцій з їх відновлення та послідовного механічного оброблення.

Відновлення деталей і ремонт в цілому гідромашин потребує наявності на спеціалізованих підприємствах необхідного обладнання, яке забезпечить виконання операцій технологічного процесу в відповідності до технічних вимог.

Водночас проведений аналіз експлуатаційної надійності гідравлічних трансмісій показав, що післяремонтна довговічність гідравлічних трансмісій не відповідає гарантійним вимогам [1]. Ресурс відновлених гідравлічних агрегатів

не перевищує 60% від ресурсу нових гідравлічних агрегатів. Детальний аналіз

надійності показав, що основні причини втрати роботоздатності це не тільки експлуатаційні причини, але і технологічні, які характеризуються відхиленням відновлених поверхонь як за геометричною формою, так і за фізико-

механічними властивостями. Є очевидним, що підвищення післяремонтної

довговічності в значній мірі буде обумовлюватися технологічними процесами, які застосовуються на сервісних підприємствах, а також забезпеченість робочих місць передовим технологічним обладнанням з метою підвищення якості

проведення ремонтних робіт
НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 1 СТАН ПИТАННЯ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Конструкція гідравлічної трансмісії та аналіз її експлуатаційної надійності

У зарубіжній практиці машинобудування гідрооб'ємна трансмісія широко використовується в сільськогосподарських комбайнах, тракторах, дорожніх машинах, та іншій техніці. Найбільше поширення з застосовуваних об'ємних гідромашин одержали аксіально-плунжерні гідронасоси перемінної продуктивності і аксіально-плунжерні гідромотори постійної витрати. Цей клас машин вигідно відрізняється від раніше використаних аксіально-поршневих, тим що всі деталі зв'язані і стандартизовані, машини цього класу випускаються фірмами «John Deere» (США), «Зауер» (ФРН), «Данфос» (Данія) і ін. [2,3,4].

Аналогами таких машин у країнах СНД є об'ємний гідропривід ГСТ-90, ГСТ-112, що випускаються Кропивницьким заводом «Гідросила», а також Парголовським заводом (Санкт-Петербург) [4].

Об'ємний гідропривід призначений для передачі потужності від двигуна самохідної машини до її ходової частини при безступеновому регулюванні швидкості руху та крутного моменту. Широке застосування об'ємного гідроприводу трансмісії обумовлено поруч його основних переваг у порівнянні його з іншими приводами: незалежність взаємного розташування вузлів гідроприводу; малі габарити і висока передана потужність на одиницю маси; можливість одержання великих передаточних відношень без механічних редукторів; простота розвитку потужності без кінематично складних і малонадійних приводів зі значною кількістю ланцюгів, ременів, карданних валів і інших елементів механічних передач; можливість безступінчастого регулювання швидкісних режимів і легкість керування; зниження витрат часу на регулювання і технічне обслуговування машини; можливість автоматизації процесу керування.

Принципова схема гідрооб'ємної трансмісії ГСТ-90 наведена на рис. 1.1.

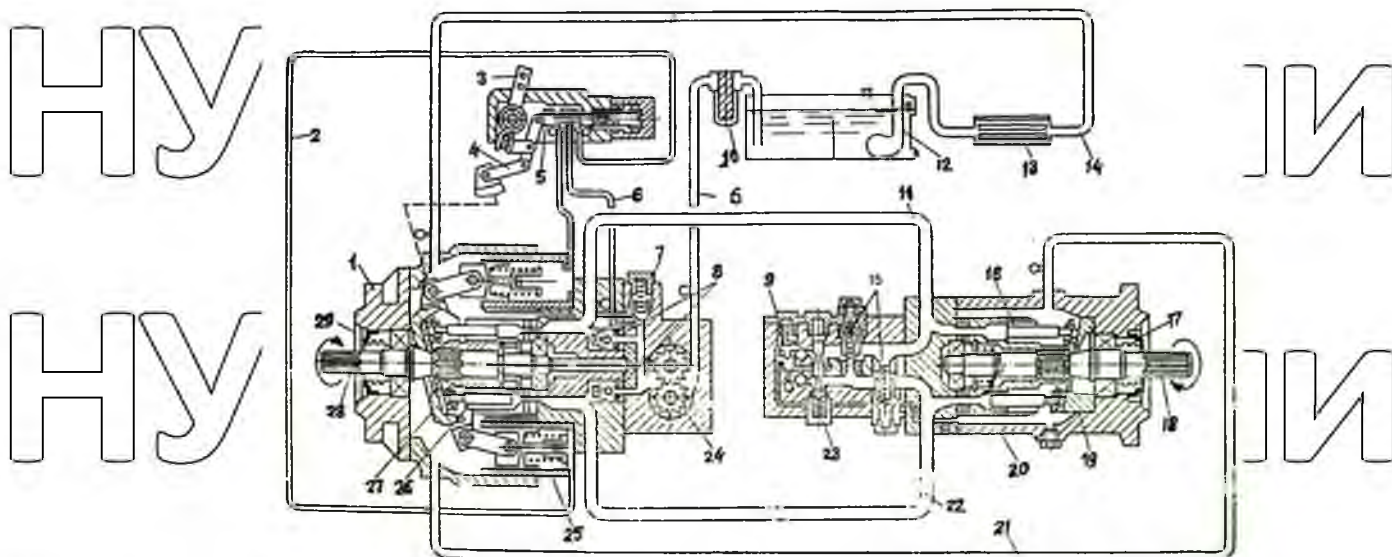


Рис. 1.1. Принципова схема трансмісії ГСТ-90 (Т12)

комбайна «ДТН-1500»;

1-реверсивний регульований насос, 2- магістраль керування, 3- важіль керування, 4- ланцюг зворотного зв'язку, 5- золотник керування, 6-6-магістралі низького тиску; 7- запобіжний клапан системи підживлення; 8- зворотні клапани; 9- переливний клапан; 10- фільтр з вакуумметром; 12- бак; 13- радіатор охолодження; 14- зливна магістраль; 15- запобіжні клапани високого тиску; 16,26- блок циліндрів з плунжерами; 17,29- ущільнення; 18- вихідний вал; 19- ложила шайба гідромотора; 20- нерегульований двигун; 21- дренажна магістраль; 11,22- рукава високого тиску; 23- шунтуючий клапан; 24- насос підживлення; 25- гідро підсилювач; 27- поворотна шайба; 28- вал насоса.

Об'ємний гідропривід ГСТ 90 включає в себе аксіально-плунжерний насос з регульованим робочим об'ємом, нерегульований гідромотор, резервуар для робочої рідини, теплообмінник, фільтр тонкої очистки з вакуумметром, трубопроводи та рукава.

На ряду з значними перевагами до одного із недоліків гідравлічної трансмісії слід віднести високі вимоги до дотримання умов експлуатації (застосування робочих рідин згідно технічних вимог, своєчасна заміна фільтруючих елементів та ін.), відхилення від яких приводить до зниження показників експлуатаційної надійності гідравлічних трансмісій.

В роботі [5], автор відмічає, що по результатам спостережень за роботою сільськогосподарської техніки, оснащеною гідравлічними трансмісіями, близько 30 % всіх відмов припадає на долю агрегатів гідравлічних трансмісій. При цьому

середній наробіток до відмови агрегатів гідравлічних трансмісій (ГТ), косилки-плющилки КПС-5Г 79,9 год., кормозбирального комбайна КСК-100 78,6 год. [6]. Такі показники вказують на те, що експлуатаційна надійність (ГТ) недостатньо висока.

Відмови, які виникають в (ГТ) обумовлюються порушенням технології виготовлення деталей качаючого вузла та їх складанням, низькою якістю закріплення рукавів високого тиску, слабкою затяжкою різьбових з'єднань в гідролініях, а також неправильною експлуатацією та порушенням технічного обслуговування.

Ряд авторів [7, 8] при дослідженні показників надійності агрегатів гідравлічних трансмісій вважає, що зміна технічного стану гідроприводу в умовах експлуатації виникає головним чином в результаті зношення деталей качаючих вузлів гідромашин.

При цьому наслідки зміну технічного стану агрегатів гідроприводу, а також втрата їх робото здатності не однакові.

Відновлення робото здатності гідроприводу при раптовій відмові, як правило, качаючих вузлів (КВ) гідронасоса і гідромотора пов'язані з значними витратами, обумовленими необхідністю демонтажу гідромашин і відправленням їх в ремонт на спеціалізоване підприємство. Зняття агрегатів (ГТ) з машини та поставлення їх в ремонт приводить до збільшення витрат від простоювання машини і порушення агротехнічних строків проведення зоваральних робіт.

При цьому слід врахувати, що спеціалізовані підприємства з ремонту гідравлічних агрегатів в середньому обслуговують 2-3 області і господарства можуть розміщуватися від нього на значній відстані (до 5000 км.). Крім того демонтаж і монтаж гідромашин приводить до забруднення і втрачати робочої рідини [9].

Такі значні витрати в умовах експлуатації, викликані зміною технічного стану агрегатів гідроприводу, потребують підвищеного уваги до технологічних процесів, які реалізуються на спеціалізованих ремонтних підприємствах для проведення якісного і одночасно швидкого ремонту гідроагрегатів.

1.2. Аналіз технологічних процесів з ремонту агрегатів гідравлічних трансмісій

Технологічні процеси проектують відповідно до вимог стандартів ЄСКД і ЄСТД, а також з урахуванням доповнень, роз'яснень і обмежень, які викладаються в керівних документах і галузевих стандартах.

По ступеню деталізації розрізняють маршрутний, операційний і маршрутно-операційний опис технологічних процесів.

На ремонтних підприємствах для проектування технологічних процесів відновлення деталей залежно від програми і виду ремонтних робіт застосовуються наступні організаційні форми відновлення: подефектна, маршрутна і маршрутно-групова [10].

Подефектна технологія використовується в тих випадках, коли програма відновлення деталей невелика, і полягає в тому, що технологічний процес відновлення деталей розробляється на кожний дефект окремо. При подефектній технології деталі для відновлення комплектуються тільки по найменуванням, без обліку наявних у них комбінацій дефектів. Незважаючи на ряд недоліків, дана технологія застосовується на невеликих ремонтних підприємствах.

Маршрутна технологія передбачає складання технології на комплекс дефектів, які усуваються в певній послідовності, названої маршрутом. Принцип організації за маршрутною технологією розроблено в роботі [11].

Комбінація дефектів по маршрутах повинна формуватися на основі даних дефектів, з яким деталі надходять на відновлення, тобто необхідно мати дані, на підставі яких устанавлюються ймовірні комбінації дефектів в однойменних деталях, що надходять на ремонт.

Маршрутно-групова технологія передбачає розбивку дефектних деталей на класи, групи і розробку єдиного (типового) маршрутного технологічного процесу відновлення груп деталей на одному обладнанні із застосуванням єдиного оснащення і інструмента.

Технологічний процес ремонту агрегатів гідравлічних трансмісій

(гідронасос НП-90, гідромотор ГМ-90) (ГСТ-90) включає операції з зовнішнього очищення, розбирання, дефектування деталей і вузлів, усунення дефектів і відновлення роботоздатного стану, складання гідравлічних агрегатів, обкатку та випробовування відремонтованих гідромашин, та фарбування. Типова схема технологічного процесу ремонту гідравлічних трансмісій наводиться на рис. 1.2 [9, 10].

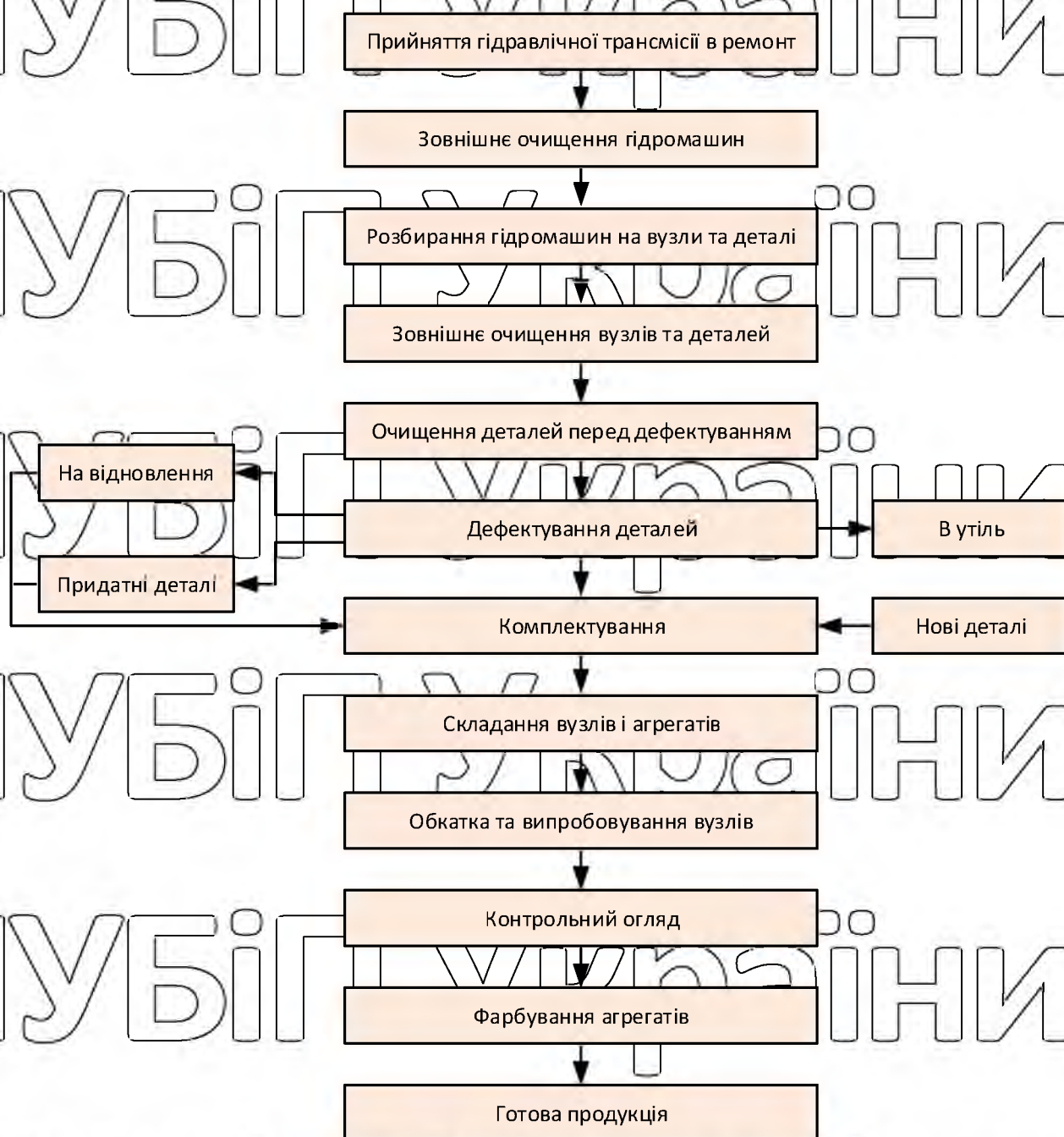


Рис. 1.2. Типова схема технологічного процесу ремонту гідравлічних трансмісій

Технологічний процес ремонту гідравлічних агрегатів розпочинається з

зовнішнього очищення гідромашин. Після чого проводиться органолептичний контроль агрегатів, на якісному рівні визначаються причини несправності, і по їх визначенню відправляють гідравлічні агрегати на розбирання.

Для розбирання гідроагрегатів використовують спеціальні стенди-кантувачі різних моделей.

Після розбирання гідромашин на вузли і деталі перші відправляються на розбирання на деталі і в цілому разом з деталями гідромашин проходять зовнішнє очищення перед дефектуванням.

Контроль деталей виконується в певній послідовності. В першу чергу перевіряють зношення і несправності, за якими найчастіше вибраковують деталі. Якщо деталь має зношення і несправності, за якими її вибраковують, інші дефекти цієї деталі не перевіряють.

Зношення і несправності, за якими деталь вибраковують, в залежності від їх характеру, визначають наступними способами:

- зовнішнім оглядом, простукуванням і прослукуванням; таким способом виявляють обломи, тріщини, посадки валів і т.д.;

- промірювання універсальним і спеціальним вимірювальним інструментом скобами-шаблонами, калібрами, пробками і т.п. в цьому випадку визначають овальність, конусність, допустимі розміри і т.д.;

- спеціальними пристосуваннями, дефектоскопією (люмінесцентною, магнітною і ультразвуковою); цими методами знаходять пружність пружин, дрібні невидимі тріщини і раковини і т.п.;

- гідравлічним випробуванням на спеціальних стендах; цей прийом використовують для перевірки герметичності торцевих ущільнень.

Зовнішній огляд дозволяє встановити зношеність доступних для огляду з'єднань шляхом випробування на дотик величини зазорів між поверхнями спряжених деталей. Так, наприклад, зазор в 0,05-0,1 мм і вище можна визначити

покачуванням деталей відносно одна одної. Зазори менше 0,05 мм покачуванням неможна виявити, але при таких зазорах можливе вільне переміщення однієї змащеної деталі відносно іншої. Зовнішнім оглядом можна також виявити

дефекти різьбових і шліщових з'єднань, підтікань мастила, зігнутість деталей, визначити міцність і надійність кріплення вузлів.

Найбільшого розповсюдження набув спосіб безпосереднього вимірювання деталей (спосіб мікрометражу) як найбільш простий і доступний спосіб в умовах ремонту машин. Сутність способу полягає у порівнянні розмірів деталі, які опержані при її вимірюванні до і після зношування. Визначення зношення деталей цим методом потребує значних затрат часу і пов'язане з деяким неточностями [12].

Перелік дефектів гідронасоса НП-90 і гідромотора ГМ-90 включає дефекти внаслідок зношення і не пов'язані із зношуванням. Технологія усунення дефектів, пов'язаних зі зношенням включає операції по відновленню зношеного поверхневого шару, відновлення розмірно-точносних характеристик поверхонь та зміцнення поверхневого шару. Для усунення дефектів не пов'язаних із зношуванням необхідні відновлення цільності матеріалу, усунення деформацій, відновлення функціональних властивостей матеріалу або очищення від смолистих забруднень, корозії тощо.

У процесі ремонту агрегатів гідроприводу особлива увага звертається на параметри технічного стану (ПТС) качаючого вузла [13]. Зокрема на технічний стан деталей у сполученнях: «розподільник-приставне дно», «втулка блоку-плунжер», «п'ята-опора люльки», «п'ята-похила шайба».

Параметри технічного стану (ПТС) – різні фізичні величини, що характеризують працездатність або справність об'єкта [14, 15]. Розрізняють структурні й діагностичні параметри стану машин.

Структурні параметри безпосередньо обумовлюють технічний стан машини і впливають на функціональні параметри.

Функціональні параметри – це звичайно вихідні технічні й робочі характеристики машини і її складових частин, що інтегрально відбивають певну сукупність структурних параметрів сполучень [16].

У процесі ремонту агрегатів гідроприводу основна трудомісткість робіт припадає на відновлення технічного стану деталей качаючого вузла гідронасоса

і гідромотора у сполученнях: «розподільник-приставне дно», «втулка блоку-плунжер», «п'ята-опора люльки», «п'ята-похила шайба». При цьому автори вважають, що зношування цих деталей приводить до різкого зниження об'ємного коефіцієнта корисної дії, а також ресурсу гідроагрегатів [17].

Відновлення даних деталей качаючого вузла проходить з застосуванням способу вільних ремонтних розмірів, у деталей видаляються сліди спрацювання за допомогою притирочних операцій, які розділяються на чорнові з застосуванням притирочних паст з абразивом розміру 35-50 мкм і чистові з застосуванням алмазних паст з абразивом розміру 3-5 мкм [9, 17].

Операції комплектування деталей формуються на основі придатних деталей. Відновлених та нових, які приймаються в заміні непридатних.

Укомплектовані таким чином деталі відправляються на складання гідроагрегатів (аксіально-поршневого гідронасоса АПН-90 і аксіально-поршневого гідромотора АПМ-90).

Складання таких вузлів, як гідророзподільник керування робочим об'ємом гідронасоса та клапанна коробка гідромотора проходить окремо і вкючає в себе аналогічні операції загального технологічного процесу ремонту гідроагрегатів.

Відремонтвані вузли поступають на пост складання гідромашин де і проходить їх завершення. Після складання гідравлічні агрегати проходять обкатку та випробовування.

Проведений аналіз існуючого технологічного процесу вказав на ряд недоліків, які обумовлюють низьку якість ремонту гідромашин. Запропонована схема технологічного процесу ремонту наводиться на рис. 1.3.

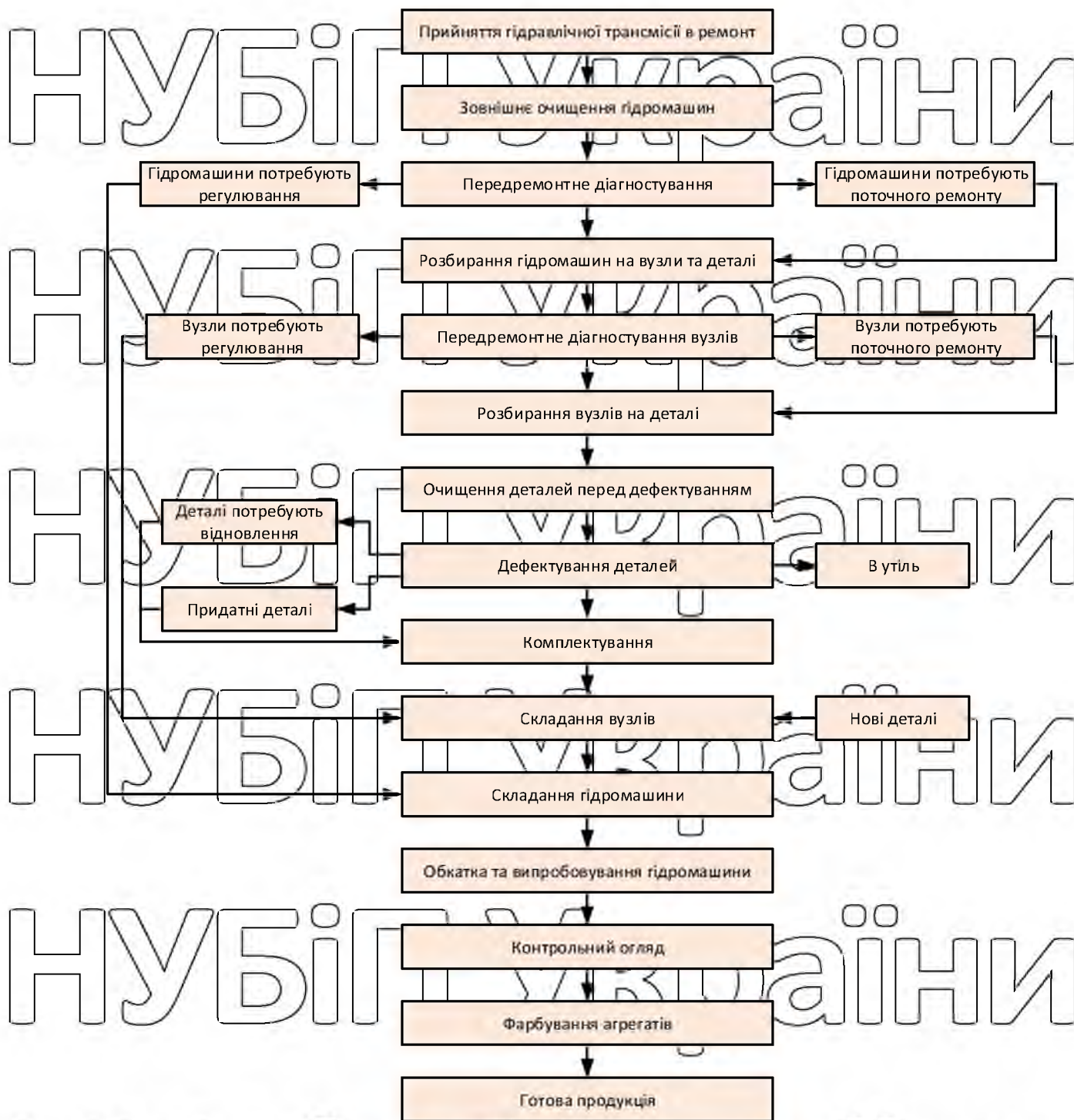


Рис. 1.3. Проектна схема технологічного процесу ремонту гідравлічних трансмісій

До змін, які на нашу думку обумовляють підвищення якості ремонту гідромашин і понизять їх собівартість за рахунок необґрунтованого проведення ремонту агрегатів, слід віднести впровадження операцій передремонтного діагностування аксально-поршневих гідромашин і окремо передремонтне діагностування вузлів (гідророзподільника керування робочим об'ємом

гідронасоса та клапанної коробки гідромотора).

Застосування даних операцій в загальному технологічному процесі обумовлюється не достатньо ефективною системою діагностування гідравлічних трансмісій мобільних машин, що підтверджується поступанням справних гідромашин до ремонту [18].

Для впровадження даних операцій виникає необхідність з розроблення методів передремонтного діагностування гідромашин та їх складових.

Крім того проведений аналіз технології ремонту гідравлічних трансмісій показав, що якість і трудомісткість ремонту гідравлічних агрегатів в значній мірі обумовлюється розбирально-складальними та обкаточно-випробувальними операціями.

Для виявлення резервів з удосконалення проведення даних операцій необхідний їх детальний аналіз з точки зору реалізованих методів і обладнання.

1.3. Класифікація стендів для ремонту агрегатів об'ємних гідравлічних трансмісій

Агрегати об'ємних гідравлічних трансмісій (ГСТ-90) за повний термін служби багаторазово зазнають капітального ремонту. Якість ремонту залежить, зокрема від організації і технології виконання розбирально-складальних робіт. Сьогодні підприємства технічного сервісу потребують оснащення ділянок з ремонту гідравлічних агрегатів мобільних машин сучасним технологічним устаткуванням. Для установки, закріплення і переміщення агрегатів, які розбираються і їх вузлів застосовують стенди, рольганги, конвеєри. Завдяки застосуванню стендів підвищується продуктивність праці, охороняються деталі від ушкоджень і досягається висока якість робіт.

При аналізі існуючих моделей стендів пропонується класифікувати їх по наступних ознаках [1]: кількості встановлених агрегатів, характеру і способу їх закріплення і призначенню.

По кількості встановлюваних агрегатів стенди можуть бути однопредметні і багатопредметні, а по призначенню - універсальні і спеціалізовані. На

підприємствах технічного сервісу найбільше раціонально використовувати багатопредметні, універсальні стенди, що дозволяє проводити різнохарактерні роботи з різними моделями гідравлічних агрегатів.

Застосування пересувних стендів дозволяє скоротити площу ділянки з ремонту агрегатів ГСТ-90.

По характеру закріплення агрегатів на стенді вони підрозділяються на стенди із твердим кріпленням і із кріпленням, що допускають поворот. При цьому поворот агрегату може здійснюватися вручну або механізоване від електричного, пневматичного або гідравлічного приводу

Поворот агрегату в просторі дозволяє встановити ремонтвані агрегати об'ємних гідравлічних трансмісій ГСТ-90 у будь-яке зручне положення для слюсаря, що дозволяє підвищити продуктивність праці, знизити травматизм, поліпшити культуру праці.

Стенди по характеру робіт можуть призначати тільки для розбірно-складальних робіт або комбіновані стенди для різнохарактерних робіт. Вони є найбільш раціональними, тому що невід'ємними елементами їх є гайковерти, електромеханічні головки, знімачі. Так і стенди сумісні з іншим технологічним устаткуванням.

На наш погляд класифікацію можна доповнити за ознакою конструкції кріпильного елемента. Застосування засобів механізації і автоматизації при закріпленні ремонтваного агрегату ГСТ-90 (відромотор, гідронасос) дозволяє знизити витрати часу на установку й закріплення, звільнитися від важкої ручної праці. Застосування різних кріпильних елементів, визначає зручність пози робітника в процесі праці, а також зручність огляду всіх необхідних у роботі частин устаткування й шкал контрольно-вимірвальних приладів.

Застосування поворотних захватів найчастіше всього застосовується для кріплення агрегатів об'ємних гідравлічних трансмісій ГСТ-90 загальною масою до 200 кг.

Кронштейни для агрегатів об'ємних гідравлічних трансмісій ГСТ-90 забезпечують обертання при ремонтних роботах на 360°.

Комбіновані кріпильні елементи застосовуються для установки і кріплення ремонтваних агрегатів об'ємних гідравлічних трансмісій ГСТ-90 на універсальних стендах.

Конструкції самозакріплювальних кріпильних елементів застосовуються для кріплення агрегатів ГСТ-90 на ремонтних підприємствах із серійним виробництвом, що дозволяє застосування їх на конвєсерах.

Різні конструкції стендів дозволяють установити ремонтуємі агрегати об'ємних гідравлічних трансмісій ГСТ-90 в окреме положення, займане їм при незмінному закріпленні, при цьому різні конструкції кріпильних елементів визначають зону доступу до ремонтваного агрегату і надійність його кріплення на стенді [19].

1.3.1. Стенди для проведення розбирально-складальних робіт при ремонті агрегатів ГСТ-90

Правильна організація і якісне виконання розбирально-складальних робіт дозволяють скоротити до мінімуму ушкодження деталей і, отже, витрати запасних частин, зменшити трудомісткість і собівартість ремонту агрегатів ГСТ-90, підвищити його якість.

Якщо враховувати розміри агрегатів ГСТ-90, які застосовують на різних моделях комбайнів, то габаритні розміри агрегатів ГСТ-90 не перевищують 450x350x350 мм, і вагою до 100 кг [9]. При ремонті агрегатів об'ємних гідравлічних трансмісій ГСТ - 90 використовують різні стенди, кантователі, які дозволяють складати і розбирати агрегатів ГСТ - 90 в основному при вертикальній або горизонтальній положенні корпусу гідромашини. При цьому не враховуються фізіологічні дані робітника, високим людям доводиться нагинатися над ремонтваним об'єктом, швидко утомлюються м'язи спини, настає стомлюваність, падає продуктивність праці, а, отже, і якість ремонту.

Відома конструкція пристрою для розбирання та складання аксіально-поршневої гідромашини (рис. 1.3), який вклучає в себе основу з направляючими для установки гідромашини на торець її передньої кришки [9].

Недоліком даного пристрою є те, що він не забезпечує механізацію переміщення гідроагрегату в просторі при проведенні розбирально-складальних робіт, та ускладнює застосування підйомних механізмів для установки гідромашини на пристрій, що значно збільшує трудомісткість ремонтних робіт.

Більш близькою за технічною сутністю і результатом є конструкція стенду [20], яка включає в себе основу, на якій розміщується опора для установки аксіально-поршневої гідромашини на торець її передньої кришки, та підйомний механізм, для установки і зняття гідроагрегату при проведенні розбирально-складальних та контрольно-регулювальних операцій в процесі ремонту.

Недоліком вказаної конструкції є часте застосування підйомного механізму для кантування гідроагрегату при проведенні розбирально-складальних робіт, що приводить до зростання трудомісткості робіт, та ускладнення проведення контрольно-регулювальних операцій, які обумовлюються обмеженим доступом до складальних одиниць та деталей, із-за установки гідромашини на торець її передньої кришки.

З обліком вище викладеного виникає необхідність розроблення конструкції стенду для ремонту агрегатів ГСТ-90, яка дозволяє знизити трудомісткість відповідних робіт, поліпшити умови праці. Дана конструкція повинна забезпечити зниження трудомісткості робіт пов'язаних з розбиранням, складанням і ремонтом агрегатів ГСТ-90.

1.3.2. Конструкції стендів, які застосовуються для проведення випробувально-контрольних робіт агрегатів гідроприводу трансмісії

Якість ремонту гідроагрегатів трансмісії сільськогосподарських машин здебільшого залежить від операцій, пов'язаних з їх обкаткою та випробуванням. При проведенні обкатки агрегатів пари тертя припрацьовуються, що дозволяє уникнути інтенсивного їх зносу в умовах експлуатації, а випробувальні операції дозволяють визначити функціональні параметри агрегатів і дати оцінку їх технічного стану. Є очевидним, що для виконання цих робіт необхідні спеціальні стенди.

Однак, на сьогоднішній день практично на всіх спеціалізованих підприємствах по ремонту об'ємних гідромашин відсутні випробувальні стенди. Це обумовлено тим, що такі стенди не випускаються промисловістю.

Крім спеціалізованих підприємств та дільниць, ремонтом об'ємних гідромашин також займається Кропивницький завод тракторних гідроагрегатів «Гідросила», який і випускає ці агрегати. Розроблена ними конструкція стенду для випробування агрегатів гідро трансмісій, дозволяє визначити механічний ККД агрегатів, що випробуються. Однак запропонована конструкція стенду основана на 3-х машинній (рис. 1.4), або 4-х машинній (рис. 1.5) схемі, крім насосу і мотору, які випробуються необхідно мати ще й технологічний мотор та насос [21].

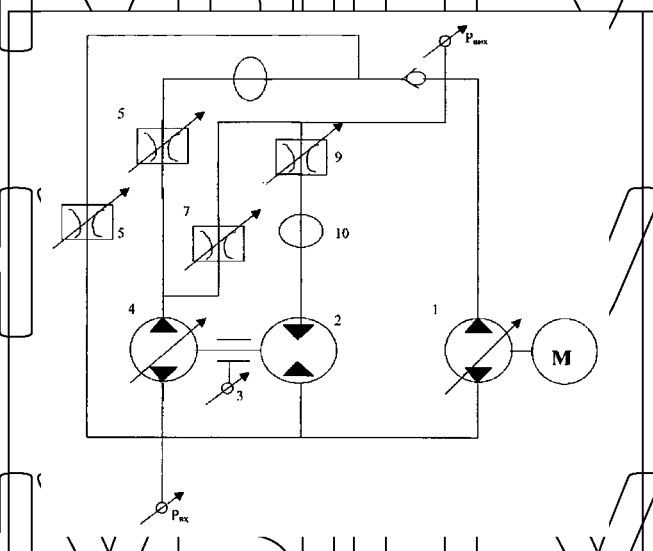


Рис. 1.4. Трьохмашинна схема

стенда:

1 - технологічний насос; 2 - випробувальний мотор; 3 - тахометр; 4 - випробувальний насос; 5, 6, 7, 9 - дросель; 8, 10 - лічильник рідини

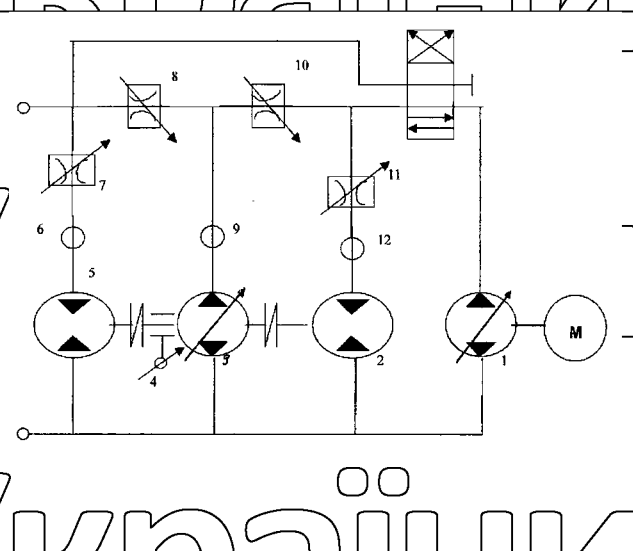


Рис. 1.5. Чотирьохмашинна схема

стенда:

1- технологічний насос; 2 - технологічний гідромотор; 3- тахометр; 3 - випробувальний насос; 4 - тахометр; 5 - випробувальний гідромотор; 6, 9, 12 - лічильники рідини; 7, 8, 10, 11 - дросель

В ній паралельно гідропередачі, яка проходить випробування, включається дроселем технологічний гідромотор, всі характеристики якого відомі.

Механічний ККД гідропередачі, що випробовується та гідропередачі яка

складається з технологічного насоса і гідромотора, визначаються при відключенні відповідних гідромашин за допомогою муфт, що на стенді.

Так як у технологічного гідромотора механічний ККД відомий, то визначення механічного ККД гідромашин, що випробовуються виконується по формулам:

для насосу:

$$\eta_n^M = \frac{\eta_{m2}^M}{\eta_{mt}^M},$$

(1.2.)

де η_n^M та η_m^M - механічний ККД насоса і гідромотора, що випробовуються;

η_{m2}^M - загальний механічний ККД гідро передачі, яка складається з технологічного гідрометра і насоса, що випробується;

η_{mt}^M - механічний ККД технологічного гідромотору;

для мотору:

$$\eta_n^M = \frac{\eta_{m1}^M}{\eta_{mt1}^M} \eta_{mt}^M,$$

(1.3.)

Однак використання трьох або чотирьох машин робить стенд громіздким, крім того механічний ККД буде залежати не тільки від технічного стану гідромашини, що випробовується, а також і від стану технологічних гідромашин, які в процесі роботи стенда міняють свій технічний стан.

На стенді використана гідравлічна гальмівна установка, що потребує використання додаткової енергії. До недоліків також слід віднести використання контрольного гідронасосу, що обумовлює ускладнення конструкції стенду.

Аналіз існуючих конструкцій стендів для випробування гідрооб'ємних агрегатів також вказав на відсутність заправ очних станцій для гідромашин, що випробовуються.

РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА РОЗРОБКА МОДЕЛІ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ ПРИ РЕМОНТІ АГРЕГАТІВ ОБ'ЄМНИХ ГІДРАВЛІЧНИХ ТРАНСМІСІЙ

2.1. Стенди для діагностування, ремонту та обкатування агрегатів ГСТ-90

Правильна організація і якісне виконання розбірно-складальних робіт дозволяють скоротити до мінімуму ушкодження деталей і, отже, витрати запасних частин, зменшити трудомісткість і собівартість ремонту агрегатів ГСТ-90, підвищити його якість.

Якщо враховувати розміри агрегатів ГСТ-90, які застосовують на різних моделях комбайнів, то габаритні розміри агрегатів ГСТ-90 не перевищують 450x350x350 мм, і вагою до 100 кг [9]. При ремонті агрегатів об'ємних гідравлічних трансмісій ГСТ - 90 використовують різні стенди, кантувачі, які дозволяють експлуатувати і розбирати агрегатів ГСТ-90 в основному при вертикальній або горизонтальній положенні корпусу гідромашини. При цьому не враховуються фізіологічні дані робітника, високим людям доводиться нагинатися над ремонтованим об'єктом, швидко утомлюються м'язи спини, настає стомленість, падає продуктивність праці, а, отже, і якість ремонту. З обліком вище викладеного нами розроблена конструкція стенду для діагностики, ремонту і обкатування агрегатів ГСТ-90 (рис. 2.1), яка дозволяє знизити трудомісткість відповідних робіт, полішити умови праці. Дана конструкція призначена для зниження трудомісткості робіт пов'язаних з діагностикою, ремонтом і обкатуванням агрегатів ГСТ-90. На рис. 2.2 зображена опора для гідроагрегатів.

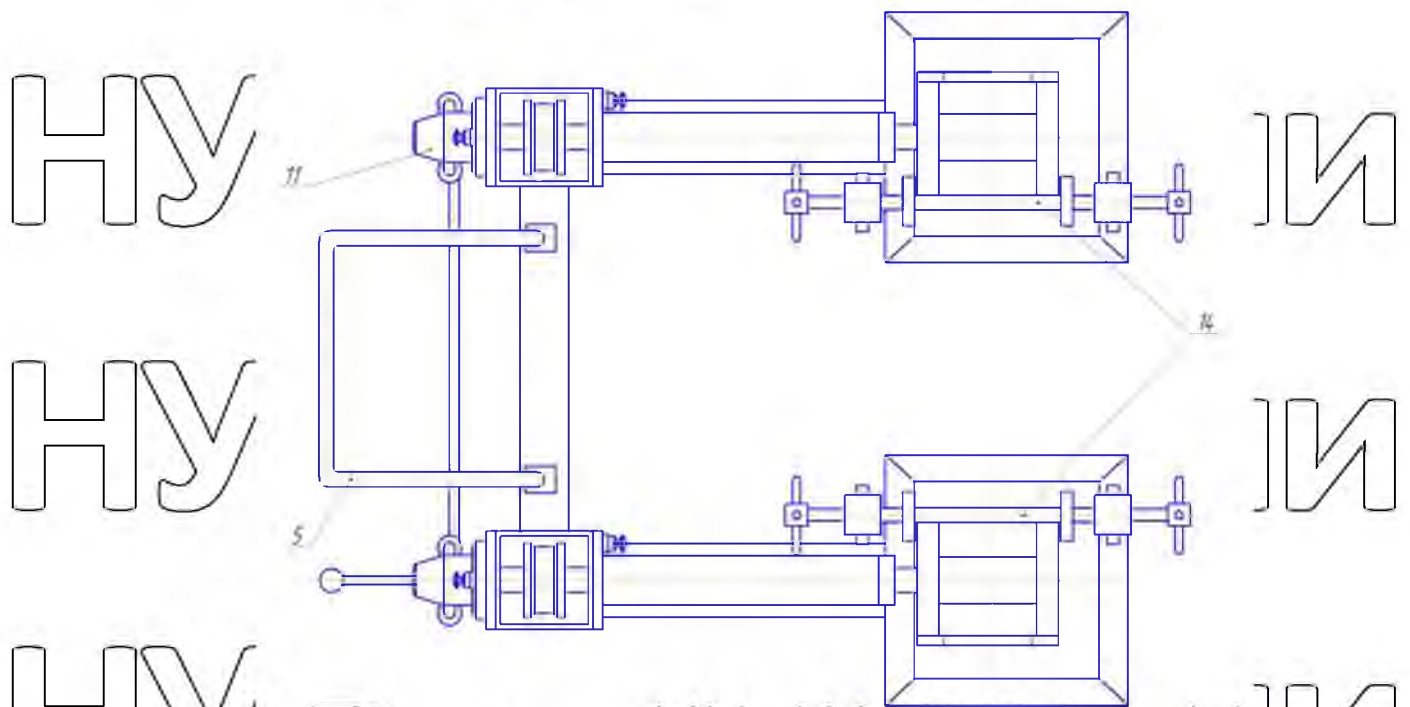
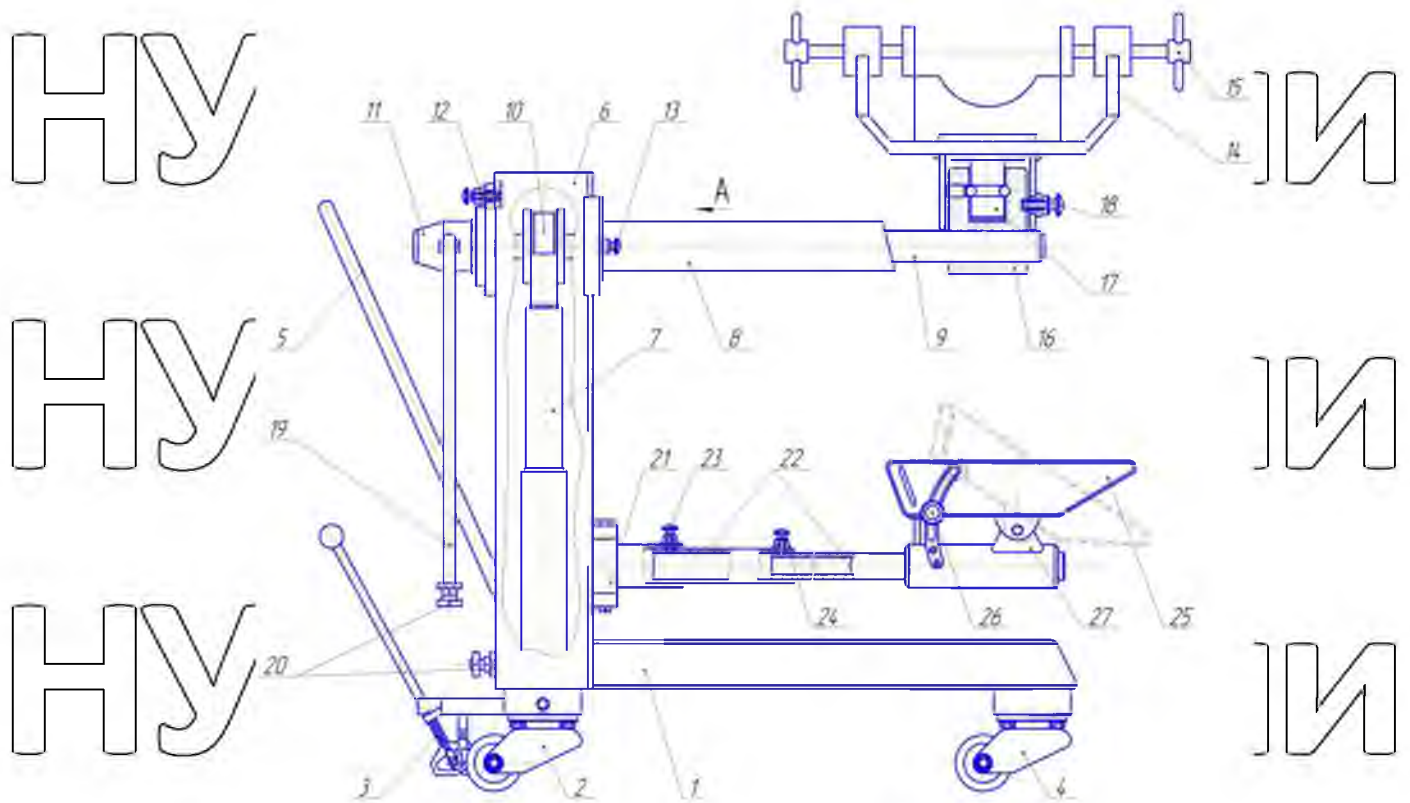


Рис. 2.1. Загальний вид конструкції стенда

1 - основа; 2 - колеса; 3 - гальмівний механізм; 4 - керуючі колеса; 5 - ручка; 6 - стійки; 7 - гідроциліндр; 8 - горизонтальні; 9 - вал; 10 - підшипникова опора; 11 - гідромотор; 12,13 - запобіжні пальці; 14 - опора; 15 - гвинтовий механізм; 16 - втулка; 17 - направляюча вісь; 18 - фіксатор; 19 - гідравлічні рукава; 20 - швидкоз'ємна муфта; 21 - поворотний механізм; 22 - телескопічні штанги; 23,24 - фіксатори довжини; 24 - піддони; 26 - механізмом фіксації піддону; 27 - фіксатор нахилу піддону.

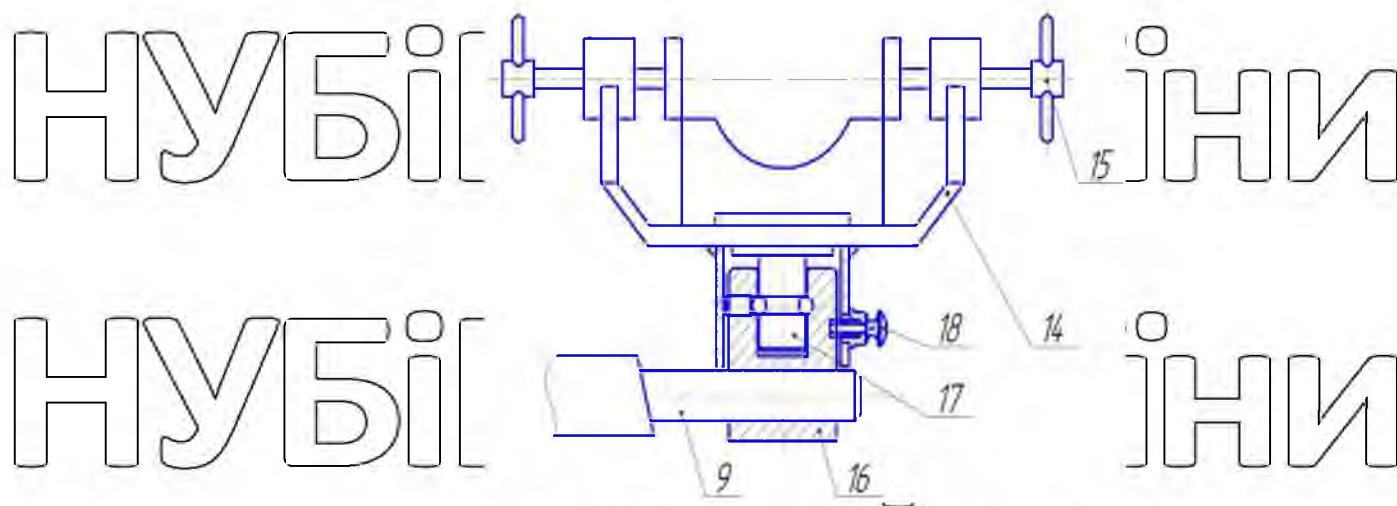


Рис. 2.2. Опора для гідроагрегатів

Конструкція стелу працює наступним чином. Попередньо проводять фіксацію колес з стелу, гальмівним механізмом з і підключають стелу до гідралічної насосної стелу з розподільником потоку робочої рідини (не показано), за допомогою гідралічних рукавів 19 та швидкоз'ємних муфт 20.

Гідроагрегати (аксіально-поршневі гідронасос, та аксіально-поршневі гідромотор) укладають на опори 14 за допомогою піднімального механізму (не показано) і закріплюють гвинтовим механізмом 15 за бокову частину корпусу.

Розбирання гідроагрегатів розпочинають з зняття торцевих ущільнень при горизонтальному їх розміщенні. Для цього розстопорюють фіксатором 18 направляючу вісь 17 опори 14 і переміщують їх на кут 45° в горизонтальній площині з послідуочим застопоренням фіксатором 18. За необхідності опора може обертатися в горизонтальній площині на кут 360° з фіксацією через кут

45° . Для зняття інших складових, гідромашину обертають в вертикальній площині на визначений кут за допомогою гідромотора 11, який забезпечує обертання вала 9 в підшипниковій опорі 10 через муфту на кут 360° , і стопорять запобіжним пальцем 13, через кут 45° . Для збирання мастила, яке витікає з

гідроагрегатів при їх розбиранні або складанні висовують телескопічні штанги 22 з піддонами 23, що забезпечує чистоту робочого місця та покращує умови роботи слосаря. Після закінчення операції, піддони разом з телескопічними штангами переміщують на поворотному механізмі 21 на кут 90° і зливають

мастило з піддона застосовуючи механізм нахилу 27. Складання аксіально-поршневих гідроагрегатів проводять в зворотній послідовності з проведенням необхідних контрольно-регулювальних операцій.

Для проведення контролю технічного стану відремонтованих аксіально-поршневих гідромашин проводять розблокування коліс 2 і за ручку 5 транспортують стенд разом з гідроагрегатами до випробувальної установки (не показано). За допомогою гідроциліндрів 7 центрують положення гідронасоса для закріплення його через муфту з електродвигуном установки для забезпечення приводу гідравлічної системи, та гідромотора з закріпленням його через муфту з навантажувальним пристроєм, виконують гальмування коліс 2 гальмівним механізмом 3, за допомогою гідравлічних рукавів і відремонтованих, закріплених аксіально-поршневих гідроагрегатів збирають гідравлічну систему і проводять випробування, обкатку та контроль технічного стану аксіально-поршневих гідромашин, що дозволяє знизити трудомісткість розбирально-складальних робіт на 30% та збільшити якість ремонтних робіт на 15-20% за рахунок обертання гідроагрегатів в горизонтальних та вертикальних площинах на кут 360° , та лінійного переміщення на довжину паза з забезпеченням необхідного просторового положення гідроагрегатів з їх фіксацією, і дає можливість на 35% знизити трудомісткість підготовчих операцій пов'язаних з транспортуванням, демонтажем та монтажем гідроагрегатів при проведенні контрольно-випробувальних робіт.

Дана конструкція стенда може застосовуватися для передремонтного діагностування агрегатів ГСТ-90.

Для проведення перед ремонтного діагностування агрегатів ГСТ-90 горизонтальний важіль 8 переміщується в крайнє нижнє положення за допомогою гідроциліндра 7 для укладання агрегатів на опору 14 для закріплення агрегатів (гідронасоса і гідромотора) у спеціально розробленій конструкції захвата 15 за допомогою твинтового механізму значно знижує трудомісткість монтажних робіт та покращує умови їх проведення. Після закріплення агрегатів за допомогою гідро розподільника насосної станції гідроциліндр 7 переміщує

горизонтальний важіль 8 у верхнє крайнє положення де він фіксується на стояку основи 1 за допомогою гвинтів. Після фіксації горизонтального важеля до гідрeaгратів під'єднують гідравлічні рукава до дренажного отвору і отворів низького і високого тиску магістралей. У першу чергу подають рідину до дренажного отвору для заповнення внутрішнього об'єму гідромашин після чого подається робоча рідина до отворів магістралей високого і низького тиску магістралей під тиском робочої рідини $P_o = 21,0 \text{ МПа}$ (проводить опресування качаючих вузлів для діагностування технічного стану деталей спряжень) контролюючи при цьому витoki робочої рідини із дренажних отворів гідромашин.

За результатами діагностування агрегати можуть вимагати або ремонту або обкатування та випробування.

Агрегати, які потребують ремонту розбираються безпосередньо на стенді без демонтажу. Для цього від'єднують гідравлічні рукава й починають розбирання агрегатів обертаючи їх по необхідності з вертикального в горизонтальне положення за допомогою гідромоторів.

Агрегати об'ємних гідравлічних трансмісій (ГСТ-90), які потребують обкатування та випробування підключають до систем, що забезпечують його роботу, і до засобів діагностики й керування роботою агрегатів ГСТ-90 і здійснюють діагностику й (або) обкатування. Стенд дозволяє встановити об'єкт ремонту в будь-якій положенні й кращій простору робочої зони.

2.2. Система ергономічних показників стенда для ремонту ГСТ-90

При оцінці промислових зразків особливу увагу необхідно приділяти ергономічним показникам, які повинні мати певний рівень у порівнянні із прототипом і відповідати встановленим нормам.

Конструкція стенда (рис. 2.1) дозволяє проводити різнохарактерні роботи з агрегатами трансмісії, крім того основною відмінною рисою є те, що агрегати об'ємних гідравлічних трансмісій ГСТ-90 при ремонті встановлюється в зручному положенні, забезпечуючи зниження ручної праці й розширюючи функціональні можливості технологічного оснащення використовуваної при

ремонті агрегатів і вузлів.

Для оцінки ергономічних показників пропонованої конструкції стенда складемо класифікацію властивостей показників. До комплексних показників можна віднести: показник ефективності використання, показник ефективності обслуговування й показник безпеки. Показник ефективності використання визначає можливість установки ремонтного агрегату в зручному положенні робочої зони виконавця, тим самим визначаючи ефективність виконання моторних дій виконавця й зручне положення агрегату для зчитування інформації про стан деталей, вузлів і кріпильного елемента. У свою чергу зручність робочої пози виконавця визначається можливістю установки агрегатів будь-якою робочою поверхнею до нього й простором для ніг.

Зручність виконання моторних дій залежить від розміщення об'єктів з різними видами з'єднання в зонах поля слюсаря, зручність захвата інструментом кріпильного елемента й різноманітністю з'єднань і інструментів для їхнього розчленовування. Зручність зчитування інформації визначається такими показниками, як розміщення агрегату в зонах інформації поля й застосовуваного способу й інструмента при ремонтних роботах.

Таким чином, робоче місце повинне забезпечувати зручність роботи, волю рухів, мінімум фізичних напруг. При просторовій організації робочого місця важливо враховувати антропометричні дані людини. Антропометричні дані людини обумовлюють конструкції й розміри робочого місця, взаємне розташування його елементів. При роботі стоячи висота робочої поверхні повинна регулюватися залежно від росту працюючого й складності праці (рис. 2.3) [22, 23, 24].

Показник ефективності обслуговування визначається таким груповим фактором як зручність проведення робіт з обслуговування, який у свою чергу залежить від таких одиничних показників як доступність зон технічного обслуговування, розміщення зон технічного обслуговування поруч із органами керування й системами обробки інформації, які беруть участь у перевірці.

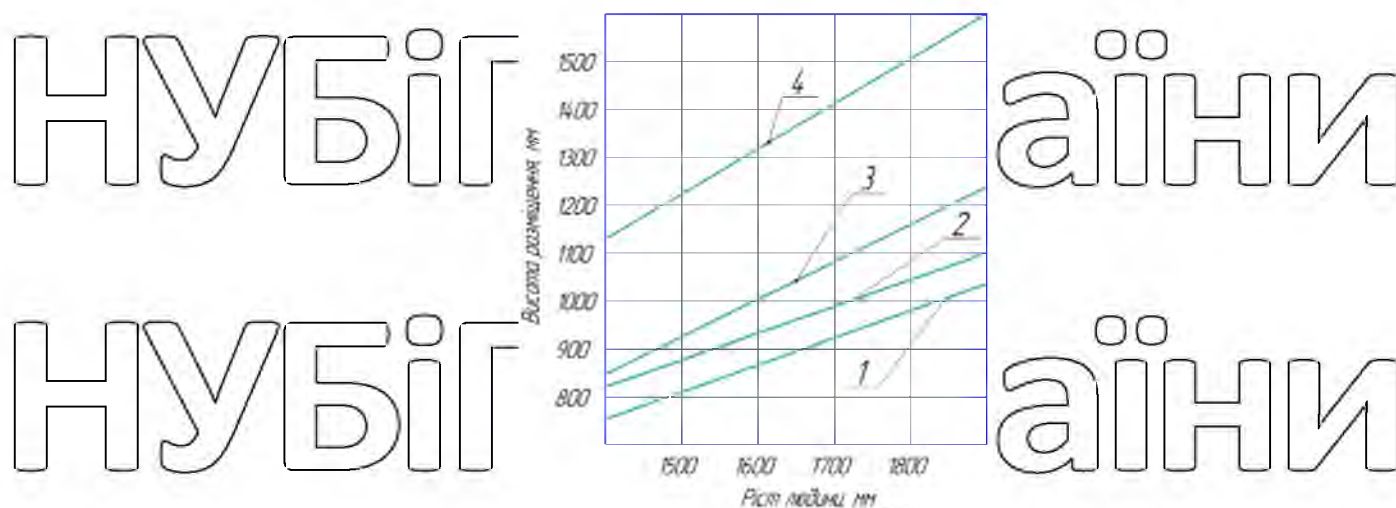


Рис. 2.3. Номограма залежностей висоти розташування робочої поверхні від

росту людини при роботі стоячи: 1 – при важкій роботі; 2 – роботи середньої складності; 3 – легкі роботи; 4 – засоби відображення інформації

Для проведення робіт з ремонту агрегатів об'ємних гідравлічних трансмісій ГСТ-90 потрібно розташовувати робочі поверхні в такий спосіб, щоб забезпечити зручність зчитування інформації й стану деталей, поверхонь, ремонтованих вузлів, у вертикальній площині під кутом $\pm 15^\circ$ (допускається $\pm 30^\circ$) до нормальної лінії погляду і в горизонтальній площині під кутом $\pm 15^\circ$ (допускається $\pm 30^\circ$) до сагітальної площини [25].

Показник безпеки визначається груповими показниками захисту від травм і при керуванні й обслуговуванні станда, а так само ізоляцією від шкідливих і небезпечних факторів виробничого середовища.

При розгляді показника захисту від травм при обслуговуванні виробу, який визначається показниками: забезпечення електробезпечності [26], забезпечення травмобезпечності в зоні дій і забезпечення безпечного переміщення. Стосовно до універсального пересувного станда даний описок потрібно доповнити таким показником як забезпечення стійкого положення станда при виконанні розбірно-складальних робіт. Груповий показник ізоляції від шкідливих і небезпечних факторів виробничого середовища містить у собі такі одиничні показники, як використання квітів і знаків безпеки й заходу щодо зменшення рівнів шуму й вібрації при роботі гідравлічної установки [27, 29].

2.2.1. Теоретичне обґрунтування стійкості пересувного станда для

ремонту ГСТ-90

Застосування пересувного стенда дозволяє скоротити площу циліндричної частини, знизити питомі капітальні вкладення. Стенд (рис. 2.1, 2.2) має ряд особливостей, що відрізняють його від звичайних вантажопідійомних механізмів. Одна з них стійкість [30, 31, 32]. Коефіцієнт стійкості

$$K = \frac{M_{відн.}}{M_{перек.}} \quad (2.1)$$

Де $M_{відн.}$ – момент відновлювальних сил, Нм;

$M_{перек.}$ – перекидний момент від маси піднімаючого вантажу, Нм.

Застосування виразу (2.1) у ряді випадків не можливе, так як при значенні ($M_{перек.} \neq 0$) функція є безкінечною.

Розглянувши стенд з закріпленим на ньому об'єктом, який ремонтується (рис. 2.4) відмітимо, що основа стенда представляє собою незакріплений опорний контур (маса ремонтуемого об'єкту за часом змінюється; мають місце змінні за знаком навантаження).

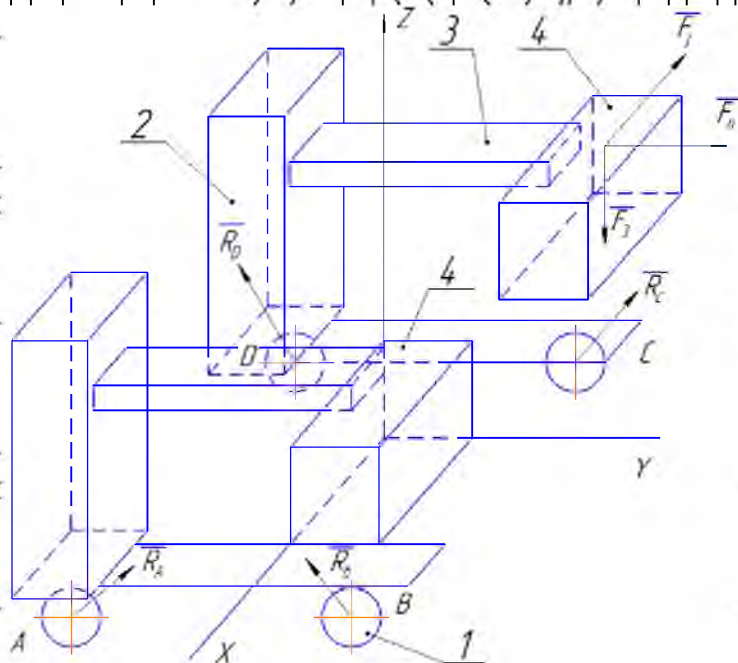


Рис. 2.4. Стенд для діагностики, ремонту й обкатування ГСТ-90 з об'єктом

ремонту: 1-спора; 2- рама; 3- ричаг; 4-ремонтуемий об'єкт

До системи сил, які діють на нерухомий, не закріплений опорний контур стенда

при ремонтних роботах, входять доволіно розміщені активні сили \vec{F}_i , визвані зусиллям, яку прикладається робочим до при розбиранні (складанні) з'єднань; додаткова знакозмінна сила \vec{F}_n , яка прикладається робочим до об'єкту ремонту

(крапка опори), змінна за часом ваги ремонтуємого об'єкта \vec{G} , обумовлена технологією ремонтних робіт; реакції R_i зовнішніх зв'язків, які виникають на опорах не закріпленого опорного контуру.

Згідно принципу Даламбера, для будь-якого моменту години маємо урівноважену систему сил, тобто

$$\vec{R} = 0 \text{ і } \vec{M} = 0 \quad (2.2)$$

Де \vec{R} і \vec{M} - головний вектор і головний момент відносно довільного центру активних, реактивних інерційних сил, які діють на систему.

Таким чином маємо:

$$\vec{R} = \vec{R}_{\text{акт.}} + \vec{R}_{\text{реакт.}} = 0, \quad (2.3)$$

$$\vec{R}_{\text{акт.}} = -\vec{R}_{\text{реакт.}}, \quad (2.4)$$

$$\vec{M}_o = \vec{M}_o^{\text{акт.}} + \vec{M}_o^{\text{реакт.}} = 0, \quad (2.5)$$

$$\vec{M}_o^{\text{акт.}} = -\vec{M}_o^{\text{реакт.}} = 0, \quad (2.6)$$

де $\vec{R}_{\text{акт.}}$ і $\vec{R}_{\text{реакт.}}$ - головні вектори активних і реактивних сил, які взаємозрівноважуються, Н;

$\vec{M}_o^{\text{акт.}}$ і $\vec{M}_o^{\text{реакт.}}$ - головні моменти активних і реактивних сил, які взаємозрівноважуються, Нм.

Отже сталості стенда можна проводити, як по активним так і по реактивним складовим.

Розглянемо випадок, коли система активних сил і сил інерції наведена в

центрі O до системи $(\vec{R}_{акт.}, \vec{M}_O)$ при цьому виконується умова $\vec{R}_{акт.} \perp \vec{M}_O$ (рис. 2.5). Систему, що приводиться до однієї рівнодіючої сили R , лінія дії якої проходить через контур АВСД, пересікає його площину в точці N .

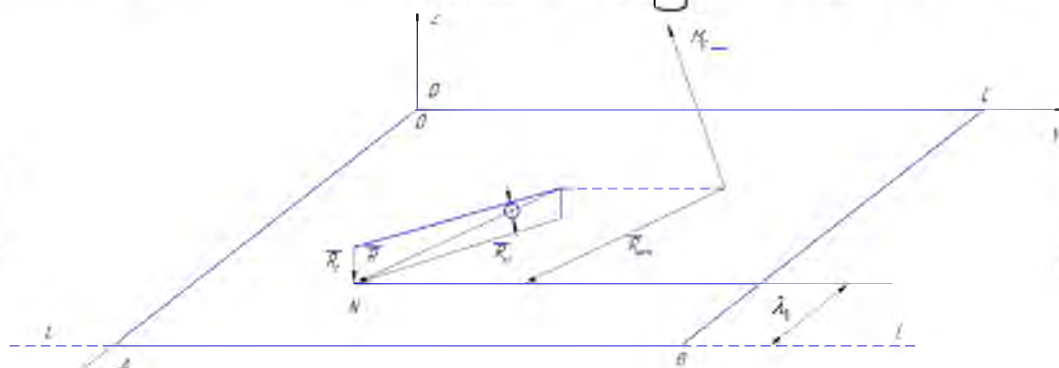


Рис. 2.5 Наведена система сил

Силу R розкладаємо на складові R_z і R_{x+} . При цьому зробимо висновок,

що стійкість системи навколо будь-якого ребра перекидання залежить від сили

R_z і її точки N пересікання з опорним контуром.

Для визначення положення крапки N застосуємо до системи сил теорему Вариньона відносно довільного ребра перекидання ($L_i = L_i$):

$$\lambda_i \cdot \vec{R}_{акт.} \cdot \sin \gamma = \sum_{i=1}^n m_{LL} (\vec{F}_i), \quad (2.7)$$

Звідки

$$\lambda_i = \frac{\sum_{i=1}^n m_{LL} (\vec{F}_i)}{\vec{R}_{акт.} \cdot \sin \gamma} = \frac{\sum_{i=1}^n m_{LL} (\vec{F}_i)}{\sum_{i=1}^n \vec{F}_{iZ}}, \quad (2.8)$$

де $\sum_{i=1}^n m_{LL} (\vec{F}_i)$ - сума моментів L всіх активних сил і сил інерції, Нм;

$\sum_{i=1}^n \vec{F}_{iZ} = R_z$ - сума проєкцій активних сил і сил інерції на вісь Z , Н.

Якщо $\vec{R}_{акт.} \perp \vec{M}_O$ то таку систему замінюють еквівалентною системою.

яка складається із двох взаємоперпендикулярних перехресувальних сил, одна з яких R_{xx} лежить у площині опорного контуру, а лінія дії сили R_z проходить через опорний контур перпендикулярно йому. Крапка пересікання сили R_z з площиною опорного контуру і у цьому випадку однозначно визначає сталість системи до перекидання.

Возмірна величина (λ_i) визначає миттєвий запас сталості стенда відносно ребра перекидання ($L_i - L$). Отже її можна прийняти за критерій сталості. На відміну від виразу (2.1) вона має чіткий фізичний зміст, вказуючи на відстань від відповідного ребра перекидання до точки опорного контуру через які проходять рівнодійні, як активних так і реактивних сил (рис. 2.6).

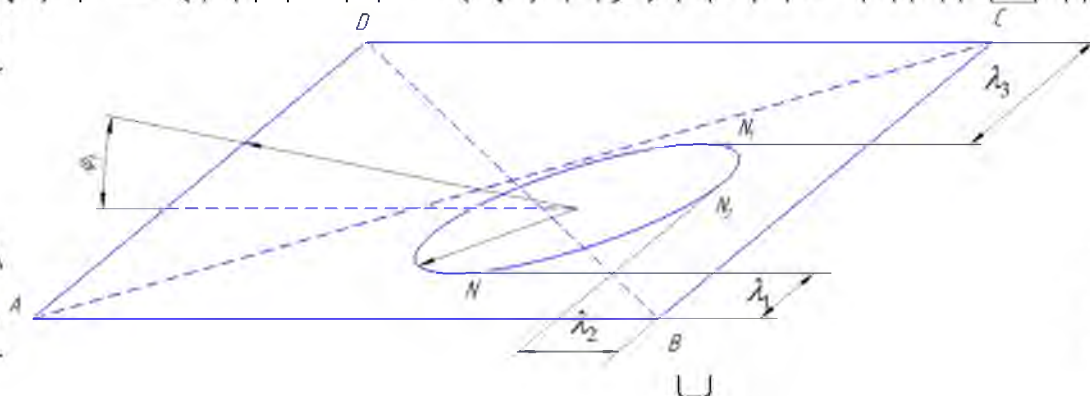


Рис. 2.6. Визначення модифікованого (λ_i) коефіцієнта сталості стенда для

діагностики, ремонту та обкатування ГСТ-90

Центр S_y і радіус r_y кола сталості, які назвемо відповідно центром радіусом сталості системи також як і (λ_i) - модифікований коефіцієнт сталості, являються критеріями сталості. При $\lambda_i = 0$ коло сталості дотронується до опорного контуру, сталість рівноваги системи порушується. Як бачимо з рис. 2.6 сталість стенда визначається не тільки силою R_z і точкою N , її прикладення, але також і розмірами та формою опорного контуру ABCD, центром сталості S_y і його зміщенням відносно центру геометричної симетрії контуру, максимальним значенням r_y .

Для перемінних навантажень на агрегати гідравлічних трансмісій, які ремонтуються і встановлені на стенді під годину розбірально-складальних,

а також сил інерції, обумовлених зміною маси агрегатів під час їх розбирання та складання, накладають збудження на центр сталості S_y , в наслідок чого кривка N описує плоску, складну фігуру, яка відрізняється від кола.

2.2.2. Вплив ергономічних факторів на часові і точнісні показники діяльності людини

У якості основних ергономічних факторів, що виявляють істотний вплив на показники діяльності людини в системі людина-машина (ЛМ), звичайно приймають наступні [24]:

- алгоритм роботи людини-оператора і ступінь погодженості даного алгоритму з конструкцією робочого місця;
- динаміку працездатності людини-оператора;
- умови пильності людини на робочому місці;
- рівень підготовки людини для виконання ним заданого виду діяльності.

При оцінці впливу зазначених факторів на тимчасові показники діяльності виходять із того, що час виконання людиною окремих операцій і алгоритму в цілому t_p можна представити сумою двох складових: часу t_{p1} затрачуваного їм на пошук елементів інформаційного й операційного полів робочого місця, і часу t_{p2} необхідного для виконання операцій і дій відповідно до алгоритму без обліку часу на пошук окремих елементів робочого місця й інструмента.

Процедура оцінки реалізується послідовно в кілька етапів, число яких відповідає числу факторів, що враховуються.

Знайдемо показник $t_p^{(k, \delta, \theta, N)}$, який представляє собою час виконання завдання фахівцем, розрахований з врахуванням впливу складу алгоритму роботи і ступеню його узгодженості з конструкцією робочого місця (індекс k), динаміки роботоздатності (індекс δ), і рівня підготовки фахівця (індекс N), умов існування робочої зони (індекс θ), у межах якої реалізується трудовий

процес.

На першому етапі визначається залежність години t_p^k , який витрачається на виконання операцій від складу алгоритму діяльності і ступеню його відповідності конструкції робочого місця при умові, що робота виконується людиною-оператором з максимальним рівнем підготовки в комфортних умовах середовища і на фазі максимальної роботоздатності.

Відомо, що загальний середній час пошуку елементів t_p залежить від числа n , числа звертання до них і ступеню неузгодженості L в їх розміщенні на робочому місці, дана залежність має вид [24]:

$$t_{p1} = 0,5n + 1,7n \left(1,5^{\frac{n-1}{2n}} + 1 \right) \cdot \left[1 + \frac{4}{\pi} \arctg(2L-1) \right], \quad (2.9)$$

де t_{p1} - середній час пошуку, с.

Час t_{p2} , необхідний для виконання людиною-оператором заданого алгоритму діяльності, можна визначити розрахунковим шляхом за допомогою структурного методу або експериментально. Для не алгоритмізованих видів діяльності, які не піддаються дискретизації на окремі операції і дії, сумарний час

$t_p^{(k)}$ визначається, як правило, експериментальним шляхом. У результаті виконання першого етапу або складаються таблиці часу для різних конструкцій робочого місця і вибраних алгоритмів діяльності, або будуються графіки залежності цього часу для тих же алгоритмів і конструкцій робочих місць при оптимальних умовах діяльності [24, 24].

На іншому етапі визначається залежність $t_p^{k,d}$ від раніше розглянутих факторів і динаміки роботоздатності людини-оператора. А у зв'язку з тим, що роботоздатність характеризується часом безперервної роботи людини t_{op} , то завдання даного етапу зводиться до визначення залежності [24]:

$$t_p^{(k,d)} = f_2(t_{op}, t_p^k) = f_2(t_{op2}, n, L, t_{p2}), \quad (2.10)$$

При цьому передбачається, що діяльність здійснюється підготовленою

людиною-оператором у комфортних умовах існування. Для визначення залежності (2.10) знаходять дві часові функції, які відповідають найкращій ($L=0$) і найгіршій ($L=1$) конструкціям робочого місця відповідно і фіксованому алгоритму діяльності, тобто при:

$$t_p^{(k)} = \min \cdot t_{p1} + t_{p2} = 0.5n + t_{p1} = t_0$$

$$t_p^{(k)} = \max \cdot t_{p1} + t_{p2} = 0.5n + 3,4n(1,5^{\frac{n-1}{35}} - 1) + t_{p2} = t_1 \quad (2.11)$$

$$t_p^{(k,\delta)} = f_2(t_{\delta p}, t_p^{(k)})$$

Функціональні залежності $t_p^{(k,\delta)}$ від динаміки роботоздатності при вказаних конкретних значеннях $t_p^{(k)}$ визначаються шляхом введення поправочного коефіцієнта $t_p^{(k,\delta)} = K(t_{\delta p}) \cdot t_p^{(k)}$ значення цього коефіцієнта $K(t_{\delta p})$ застосовуються

до різних інтервалів операційного години безперервної роботи можуть бути знайдені і зміни продуктивності праці людини на протязі доби ($\Delta=40...30\%$).

Година $t_p^{(k,\delta)}$ враховує два фактори:

- алгоритм роботи людини-оператора і ступінь його узгодження з

конструкцією робочого місця ($t_p^{(k)}$);

- - динаміку роботи людини-оператора.

На третьому етапі до числа розглянутих факторів додаються фактори придатності до існування. Так як умови придатності змінюються за часом при функціонуванні системи (m), то являється доцільним визначити характер зміни операційного часу від часу безперервного функціонування системи. Для проведення аналізу необхідно знайти цю залежність для двох граничних розумів:

- при найкращій конструкції робочого місця й максимальній роботоздатності людини-оператора з максимальним рівнем підготовки;

- при найгіршій конструкції робочого місця й мінімальній роботоздатності

оператора з максимальним рівнем підготовки.

У загальному випадку ці залежності апроксимуються змщеною функцією Лапласа, тобто:

$$t_p^{(k,\vartheta,\theta)} = f_3 \cdot (T_c) = a + b \cdot \Phi \left(\frac{6T_c}{T_{\max}} - 3 \right), \quad (2.12.)$$

Де $\Phi \left(\frac{6T_c}{T_{\max}} - 3 \right)$ - табульована функція Лапласа, наведена до інтервалу $0 - T_{\max}$;

T_c - поточний час функціонування системи, яку відраховується з моменту її включення;

a, b - масштабні коефіцієнти.

Для вказаних двох граничних розумів масштабні коефіцієнти різні: a_1, b_1 - для першої умови; a_2, b_2 - для другої умови. Тоді значення t_p в момент години T_c

функціонування системи при різній конструкції робочого місця і будь-якій фазі роботоздатності спеціаліста з максимальним рівнем підготовки визначається за формулою.

$$t_p^{(k,\vartheta,\theta)} = f_3 \left(T_c, t_p^{(k,\vartheta)} \right) = a_1 + \frac{(a_2 - a_1)}{t_2 - t_0} \cdot (t_p^{(k,\vartheta)} - t_0) + \left[b_1 + \frac{b_2 - b_1}{t_2 - t_0} \cdot (t_p^{(k,\vartheta)} - t_0) \right] \cdot \Phi \left(\frac{6T_c}{T_{\max}} - 3 \right) = f_3(n, L, t_{p2}, t_{непр.}), \quad (2.13.)$$

Так як

$$t_p^{(k,\vartheta)} = f_2(n, L, t_{p2}, t_{непр.}),$$

де $t_2 = \max t_p^{(k,\vartheta)}$

Отримані на третьому етапі дані являються вихідними для четвертого етапу, на якому додатково оцінюється вплив рівня навиків фахівця на часові витрати. Для цього визначаються дві часткові залежності:

- залежність t_p від ступеня навчання спеціаліста при умовах, що його діяльність здійснюється при максимальній роботоздатності в комфортних

умовах існування на робочому місці, яке для вибраного алгоритму діяльності має найкращу конструкцію:

- залежність t_p від ступеня навчання спеціаліста при умовах, що його діяльність здійснюється при мінімальній роботоздатності в найгірших умовах

існування на робочому місці, яке для вибраного алгоритму діяльності має найгіршу конструкцію.

У першому наближенні залежність t_p від рівня підготовки фахівця і може бути описана експоненціальною функцією виду:

$$t_p^{(k,\vartheta,\theta,N)} = t_n - (t_n - t_u) \cdot e^{-\frac{N}{n_0}} = t_4(N), \quad (2.14)$$

де t_n - час виконання завдання фахівцем, який успішно пройшов курс підготовки;

t_u - час виконання завдання непідготовленим фахівцем (вихідний рівень підготовки);

n_0 - коефіцієнт, який характеризує швидкість навчання;

N - число проведених тренувань (поточний час підготовки).

Являється явним, що $t_n = t_p^{(k,\vartheta,\theta)}$.

Позначимо значення t_n і n_0 , які входять до виразу (2.10) через t_{n1} і n_0 та t_{n2} , n_{02} відповідно для першого та іншого з вище наведених екстремальних розумів діяльності фахівця. Тоді для цих умов діяльності на основі виразу (2.10)

залежність t_p від рівня навчання N і любых трьох раніше розглянутих факторів,

умовно позначених індексами k, ϑ, θ , можна представити у вигляді:

$$t_p^{(k,\vartheta,\theta,N)} = f_4(N, t_p^{(k,\vartheta,\theta)}) = t_p^{(k,\vartheta,\theta)} \cdot \left\{ t_p^{(k,\vartheta,\theta)} - \left[t_{n1} + \frac{t_{n2} - t_{n1}}{t_3 - t_0} (t_p^{(k,\vartheta,\theta)} - t_0) \right] \right\} \times \quad (2.15)$$

$$\left[\frac{N}{n_0} + \frac{n_{02}}{n_0} \cdot \left(t_p^{(k,\vartheta,\theta)} - t_0 \right) \right]$$

де $t_p = \max_{\rho} (k, \delta, \theta)$
 Цей показник являється функцією наступних шести величин: $n, L, L_{P2}, t_{непр.}, T_c, N$. Вплив різних факторів на динаміку роботоздатності фахівця можна прослідити по графікам [33, 34, 35].

2.2.3. Біомеханічні умови організації праці на робочому місці при ремонті ГСТ-90

Для підтримки машинно-тракторного парку в справному й працездатному стані, а також для забезпечення надійної, довговічної й економічної його роботи в кожному господарстві необхідно вчасно і високоякісно виконувати систему заходів щодо технічного обслуговування й ремонту тракторів, автомобілів, комбайнів і інших сільськогосподарських машин. Ця система включає обкатування нової або відремонтованої машини у виробничих умовах, її технічне обслуговування в процесі використання, періодичний технічний огляд, поточний ремонт, капітальний ремонт і зберігання.

Підставою для проведення потокового ремонту агрегатів ГСТ-90 служать дані діагностичного обстеження його технічного стану й результати огляду на ділянці. Обсяг робіт по поточному ремонту агрегатів об'ємних гідравлічних трансмісій ГСТ-90 достатній для економічного використання різних стендів і пристосувань, використовуваних при виконанні технологічних і контрольних операцій.

Раціональне пристосування знарядь праці й машин до людини останнім часом стало предметом спеціальної галузі психофізіології праці - інженерної психології. Інженерна психологія прагне відповісти на наступні питання:

- які вимоги пред'являє сучасна техніка до людини;
- які психофізіологічні можливості людини (оператора);
- як краще погодити характеристику людини й машини як ланок єдиної системи;

Згідно з концепцією «людина - машина», об'єкт складових системи

компонента взаємодіють між собою. Потрібно так налагодити роботу системи, щоб механічна частина її повністю відповідала людським можливостям і ефективно функціонувала. При спостереженні за виконанням розбірно-складальних робіт було відзначено, що при різних положеннях ремонтovanого об'єкта, змінюються структура й характер спрямованих рухів виконавця, що й визначає витрати праці й часу. Тому при проектуванні оснащення для ремонту агрегатів об'ємних гідравлічних трансмісій ГСТ-90 необхідно враховувати біомеханічні особливості людини. [34].

У даних рекомендаціях вказуються загальні правила незалежно від галузевих, виробничих або класифікаційних відмінностей. Правила спрямовані на виключення непотрібних рухів, ліпших дій, переміщень. Для цього знаряддя й предмети праці розташовуються в межах зон оптимальної досяжності й оптимальної зони огляду; усе, що доцільно брати правою рукою, розташовується праворуч, а що потрібно брати лівою рукою - ліворуч. Прикладемо ці правила до конкретного, володіючого індивідуальністю, слюсаря-ремонтника і визначимо витрати часу, живої праці для випадків: коли розбірально-складальні роботи агрегатів ГСТ-90 ведуться за допомогою стенда 70-7825.-1519, який входить в комплект оснащення ОР-12492М-ГОСНИТИ; за допомогою підручних засобів; з застосуванням розробленого стенда для ремонту, діагностування та обкатування агрегатів гідравлічних трансмісій (ГСТ-90).

Для визначення витрат ручної праці, при розбірально-складальних роботах агрегатів ГСТ-90, на основі хронометражних спостережень, час роботи (у хв.).

На основі даних спостережень отримані залежності (рис. 2.7) витрат часу при розбірально-складальних роботах для ГСТ-90. У першому випадку, коли розбирання і складання ГСТ-90, ведеться за допомогою підручних засобів витрати оперативного часу склали 264 хв., на стенді 70-7825.-1519 ГОСНИТИ витрати оперативного часу 180хв., а на стенді для діагностики, ремонту й обкатування ГСТ-90 витрати оперативного часу склали 144 хв., що на 20% нижче, чим при використанні стенда 70-7825.-1519 ГОСНИТИ.

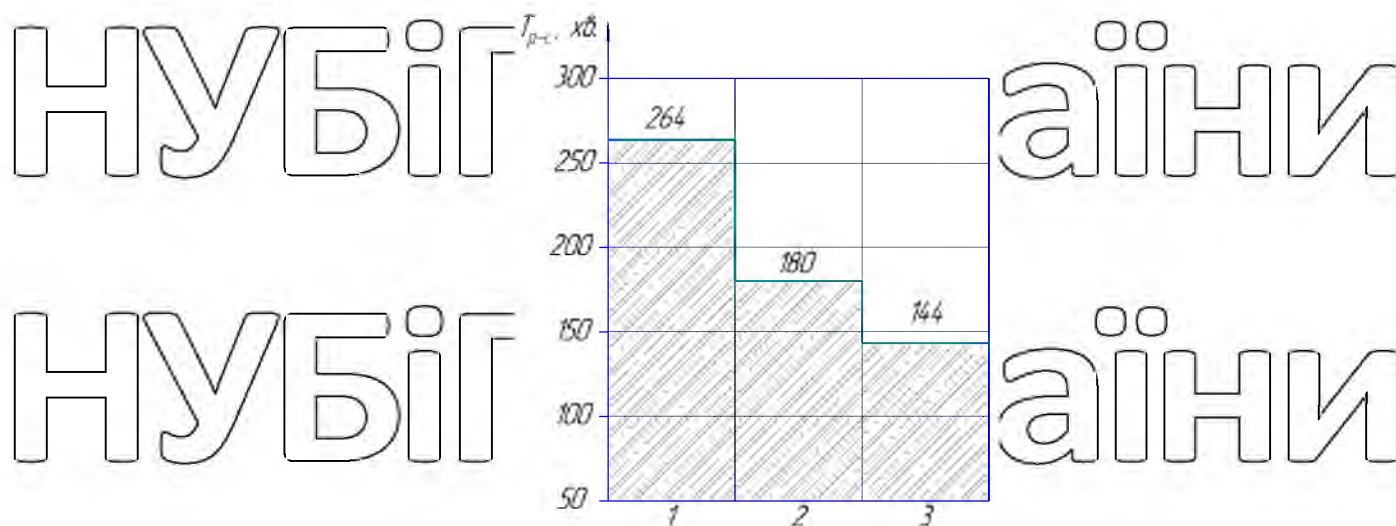


Рис. 2.7. Витрати часу при розбиранні та складанні агрегатів ГСТ-90:

1- з застосуванням підручних засобів, 2 - з застосуванням стенду 70-7825.-1519 ГОСНІТИ; 3 - з застосуванням стенду для ремонту, діагностування та обкатування ГСТ-90

На думку Воронкова В. Д. [36], норми праці повинні виконувати роль одного із засобів удосконалення організації праці, виробництва і керування й бути науково обґрунтованими. При цьому сукупність розумової напруги, й фізичних зусиль, необхідних від людини при виконанні їм даної роботи, називається важкістю праці.

Ступінь важкості праці проявляється в реакціях і змінах, які відбуваються в організмі людини. При цьому одні реакції й зміни виникають безпосередньо в процесі праці, викликаючи виробниче стомлення, інші з'являються згодом. До перших показників відносяться:

- кількісне відхилення фізіологічних функцій і виробничих показників до кінця робочого дня стосовно вихідних і норми;
- швидкість відновлення різних фізіологічних порушень після роботи;
- характер динаміки працездатності протягом робочого дня.

Поряд із цим при тривалому впливі несприятливих умов праці в організмі можуть виникнути й окремі реакції, що приводять до професійних захворювань.

Економічна ефективність НОП визначається зниженням витрат живого й упередженого праці, що проявляється в підвищенні продуктивності праці.

Розглядаючи існуючі моделі стендів для ремонту агрегатів ГСТ-90, можна припустити, що при виконанні розбирально-складальних робіт з їхнім застосуванням, положення ремонтovanого об'єкта в робочій зоні слюсаря ремонтника обмежене конструктивною особливістю даних стендів. Тому щоб забезпечити необхідне положення гідроагрегату в просторі, необхідно збільшити ступінь рухливості механізму повороту стенда. Отже, можливість установки стенда в будь-якому зручному положенні при розбирально-складальних роботах, дозволить заощаджувати затрачувану працівниками енергію, скоротити довжину робочих траєкторій, підвищити якість ремонту.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 3 МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

U

3.1. Загальні положення

Вивчення організації і технології ремонту агрегатів гідравлічних трансмісій на ремонтному підприємстві по картах наукової організації праці і вивчення маршрутів пересування ремонтovanих вузлів і агрегатів по ділянках

НУБІП України

ремонту і відновлення дозволить визначити оптимальне місце розташування ділянки з ремонту або стенда на ремонтному підприємстві [37].

Дослідження і аналіз завдань, які розв'язуються із застосуванням стенда для ремонту агрегатів ГСТ-90, дозволили зробити висновок, що вдосконалювання технологічного оснащення повинне відбуватися у взаємозв'язку з організацією праці на робочому місці і відповідати вимогам, які пропонуються ергономікою.

При проведенні досліджень в області ремонтного виробництва, розглядається система «людина-машина» (ЛМ), яка передбачає певні методи й методики досліджень. При їх дослідженні пропонується звернути увагу на ергономічні показники пропонованого стенда для діагностики, ремонту і обслуговування агрегатів гідравлічних трансмісій (ГСТ-90), а також на стійкість і безпеку проведення ремонтних робіт агрегатів (об'єкта), встановленого на стенді.

Рівень працездатності, глибину стомлення і їх взаємодію на продуктивність праці на робочому місці можна встановити двома способами:

за допомогою методів фізіологічних досліджень;

шляхом кількісної оцінки елементів, що встановлюють умови праці.

Рівень працездатності й продуктивності праці залежно від стану умов праці може бути розрахований на основі інтегрального показника ваги праці, для чого використовуємо методику, розроблену в НДІ праці.

Вивчення витрат робочого часу при використанні обладнання дозволяє виявити всі його витрати при виконанні певної роботи, тому пропонується використовувати фотохронометраж, при якому вивчають тривалість часу виконання окремих елементів операції і інші категорії витрат часу протягом робочого дня або іншого періоду.

Увесь процес досліджень умовно розділений на три частини: виконавець робітник і його характеристики; виробничий процес представлений технологією і організацією ремонту ГСТ-90 на ділянці з ремонту вузлів і агрегатів; стенд для діагностики, ремонту і обкатування ГСТ-90 – і визначення його основних параметрів [38].

3.2. Методика визначення оптимального розміщення об'єкту для виконання робіт

Для визначення оптимального (зручного) положення агрегату (об'єкта) в процесі ремонту, для виконавця робіт, дослідженням передбачається самостійне визначення виконавцем, взаємного розташування об'єкта, виконавця й органів керування для кожної операції. При цьому кутові розміри положення об'єкта визначаємо по показчиках, установлених на стенді для діагностики, ремонту і обкатування ГСТ-90.

Положення об'єкта, який ремонтується, щодо крайнього положення визначали за допомогою кутоміра, встановленого на корпусі стенда. При цьому вказівна стрілка закріплена на важелі:

- кут нахилу ГСТ-90 щодо горизонтальної осі обертання визначаємо по номеру фіксуемого отвору з врахуванням, що отвори розташовані через (20°) ; за нульове ухвалюємо положення ГСТ-90 при вертикальному положенні;

- положення стенда щодо вертикальної осі обертання визначаємо по положенню стенда у відповідному секторі ділянки, розбитого на вісім частин.

Оскільки стенд установлений на ділянці стаціонарно, то цей показник у подальших розрахунках не враховувався.

Закріплений на стенді ремонтований об'єкт виконавець установлює для

себе індивідуально, при цьому показання його розташування фіксуються.

3.2.1. Методика визначення об'єму інформації, яка сприймається виконавцем при проведенні розбирально-складальних робіт

Людина, що виконує роль елемента системи (ЛМ), близько 90 % усієї інформації одержує через зоровий аналізатор. Основними характеристиками зорового сприйняття є кутові розміри, рівень яскравості, контраст між об'єктом і тилом, критична частота мелькання, час інерції ока.

Умовне поле зору можна розбити на три зони: центрального зору (приблизно 10°), де можлива найбільш чітка відмінність деталей, ясного бачення ($39..47^\circ$), де при нерухливому оці можна пізнавати предмет без різних дрібних деталей; периферичного зору ($57..60^\circ$), де предмети виявляються, але не орієнтуються.

Під кутовим розміром зображення розуміють кут між двома променями, спрямованими від очей спостерігача до крайніх точок спостережуваного зображення, цей розмір знаходимо з вираження:

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\beta}{2}\right) = h/2l, \quad (3.1.)$$

де h - лінійний розмір об'єкту, який спостерігається;

l - відстань від спостерігача до спостережуваного об'єкту по лінії зору.

Тоді кількість сприймаємої зорової інформації $F_{з.а}$ визначимо за виразом:

$$F_{з.а} = m \cdot \log\left(\frac{l_{ef}}{\Delta l_{ef}}\right), \quad (3.2.)$$

де $F_{з.а}$ - кількість інформації в бітах;

m - число однотипних приборів, за якими робочий здійснює одночасне спостереження;

l_{ef} - ефективна довжина шкали приладу;

Δl_{ef} - похибка, яка допускається людиною при читанні показників приладу в межах ефективної довжини шкали.

$$C = \frac{F_{з.а}}{(t_e - t_c)^2} \quad (3.3.)$$

де t_e - час експозиції;

t_c - час сприйняття показників приладу, які зчитуються.

Проводячи фотохронометраж, визначаємо для кожної операції, кожної установки, кутовий розмір зображення, кількість інформації сприйманої в бітах.

Найбільш відповідальною операцією, при складанні агрегатів ГСТ-90, являються укладення блоку до корпусу агрегату та підбір комплекту плунжерів, а також контроль осевого зазору.

3.2.2. Визначення витрат часу на розбирально-складальні роботи в оптимальній робочій зоні

При впровадженні ергономічних заходів уповільнюється і зменшується стомлення працівників, що супроводжується скороченням витрат часу на операцію, внутрішньо змінних його втрат, зменшенням простоїв устаткування. Таким чином, умови праці на виробництві, працездатність, стомлення і продуктивність праці тісно зв'язані між собою і взаємно обумовлені.

За допомогою фотографії робочого часу виявляють головним чином втрати робочого часу, установлюють причини цих втрат, і розробляють організаційно-технічні заходи, спрямовані на їхнє усунення і впровадження наукової організації праці.

Для визначення витрат часу використовуємо індивідуальну хронофотографію слюсаря за період ремонту агрегатів ГСТ-90. Спостерігач протягом усієї зміни послідовно записує кожний елемент роботи або перерви в спеціальному спостережливому аркуші, таблиця 3.1.

Таблиця 3.1.

Фрагмент спостережливого аркуша індивідуальної фотографії
робочого часу

Елемент роботи	Поточний час, год. і хв.	Трив-ть, хв.	Номером деталі	Число деталей	Індекс	Примітка
Підхід до робочого місця	8,04	4,0	-	-	ПР	-
Одержання вбрання і креслення	8,07	3,0	-	-	ПЗ	-
Налагодження станда	8,26	6,0	-	-	ПЗ	установка об'єкта ремонту в зручне положення
Вибір інструмента	8,31	1,0	-	-	ПЗ	-
Зняття торцевого ущільнення	8,32	5,0	-	1	ОП	-

Обробку і аналіз даних фотографії робочого часу починаємо із заповнення графі «тривалість у хвиликах». Тривалість окремих елементів роботи визначаємо вирахуванням з кожного наступного виміру попереднього. Отримане значення ставимо проти відповідних приймань(таблиця 3.2)

Таблиця 3.2.

Баланс робочого часу при розбиранні ГСТ-90

Категорія витрат часу	Індекс	Баланс робочого часу			
		Базовий		Проектний	
		тривалість, хв	% до підсумку	тривалість, хв	% до
Час роботи з виконання виробничого завдання					
Підготов., заключ.	ПЗ	30	6,25	20	4,17
Оперативне	ОП	335	69,79	425	88,54
Обслуговування робочого місця, у тому числі організаційно-технічні	Об Орг Тех	18	3,75	15	3,12
Разом	РЗ	383	79,79	460	95,83
Регламентовані перерви					

На відпочинок і особисті потреби	Від. о	20	4,17	20	4,17
Установлені технологією й організацією виробництва.	ПТ				
Разом	ПР	20	4,17	20	4,17
Час роботи, не передбачений виконанням виробничого завдання					
Випадкової роботи	ВР	5	1,04		
Невиробничої роботи	НР	36	7,5		
Разом	НЗ	41	8,54		
Нерегламентовані перерви, викликані порушеннями					
Нормального плину виробничого процесу	ПНТ	24	5,0		
Трудової дисципліни	ПНТ	12	2,5		
Разом		36	7,5		
Усього витрат робочого часу		480	100	480	100

При складанні нормативного балансу виключаємо всі нераціональні витрати й втрати робочого часу, внаслідок чого збільшується оперативний час.

На підставі фактичного й проектного балансів визначаємо коефіцієнт $K_{вик.}$ використання робочого часу і ріст продуктивності праці. Коефіцієнт використання робочого часу розраховуємо по формулі:

$$K_{вик.} = (T_{пз} + T_{оп} + T_{обс.} + T_{від.} + T_{пер.}) / T_{кон.}, \quad (3.4.)$$

де $T_{пз}$ - підготовче-заключний час, хв.;

$T_{оп}$ - оперативний час, хв.;

$T_{обс.}$ - час на обслуговування робочого місця хв.;

$T_{від.}$ - час на відпочинок, хв.;

$T_{пер.}$ - час обумовлений потребами, хв.;

$T_{кон.}$ - тривалість часу контролю, хв.

3.3. Силова установка для обкатки та випробовування гідравлічних агрегатів

В другому розділі відмічалось, що після складання гідравлічних агрегатів вони поступають на обкатку та випробовування. В нашому випадку вони транспортуються разом зі стендом до силової установки. При цьому значно скорочується час на монтаж гідравлічної схеми для обкатки і випробування ГСТ-90. Загальний вид силової установки представлено на рис. 3.1.

Основними складовими частинами стенду являються: електродвигун, гальмівний пристрій, що складається з гідромотора, та дроселя; підкачуюча станція; з'єднувальні муфти, фільтри, теплообмінник; гідравлічний бак; приладова частина що включає в себе манометри, для контролю тиску робочої рідини в магістралях високого і низького тиску, магістралі керування робочим об'ємом, витратоміри для вимірювання втрати робочої рідини, термометр для визначення температури робочої рідини.



Рис. 3.1. Загальний вид силової установки.

3.3.1. Обґрунтування параметрів силової установки

Із технічної характеристики гідроприводу ГСТ-90 ми знаємо, що він працює при номінальному робочому тиску $P_1 = 21,0 \text{ МПа}$, а запобіжні клапани системи спрацьовують при високих тисках $P_2 = 35,2 \text{ МПа}$.

Являється очевидним, що в процесі обкатки і випробування гідромашини в гідравлічній системі стенда виникають такі ж тиски робочої рідини.

З метою запобігти розриву рукавів високого тиску при випробуванні, проведемо розрахунок діаметру трубопроводу.

Розглянемо ділянку трубопроводу, що має однакову витрату, яка представляє собою трубопровід з установленим в ньому місцевим опором.

Тоді внутрішній діаметр труби можна визначити з виразу [39]

$$D_m = 4,6 \cdot \sqrt{\frac{Q}{V}}, \quad (3.5.)$$

де Q – витрата рідини на ділянці, що розраховується, $л/с$,

V – середня швидкість рідини, $м/с$, ($V = 5 м/с$).

Номинальна витрата для об'ємних гідромашин такого класу складає $119,87 л/хв$ ($Q = 0,002 м^3/с$) [39].

Підставляючи значення Q і V в формулу (3.1) отримаємо:

$$D_m = 4,6 \cdot \sqrt{\frac{0,002}{5}} = 0,02 м.$$

Одержані значення округляємо до найближчого по ГОСТ 8732-78 і

ГОСТ 8734-75, приймаємо $D_m = 25 мм$.

Визначивши діаметр труби перевіряємо її на розрив по формулі [40]:

$$\sigma_p = \frac{P \cdot D_m}{2 \cdot h}, \quad (3.6.)$$

де σ_p – допустиме напруження на розрив, для труб із сталі 20 $[\sigma_p] = 400...500 МПа$,

P – максимальний тиск в трубопроводі (тиск спрацювання запобіжного клапана, $P = 35...36 МПа$).

h – товщина стінки труби, ($h = 4 мм$).

В нашій конструкції стенду труба не є точно циліндричної форми в таких випадках допустиме напруження необхідно зменшити на 25 %, з урахуванням

зменшення $[\sigma_p] = 375 \text{ МПа}$. Запас міцності для труби повинен бути не менший 3 [40].

Підставивши в вираз (3.6) наші значення

$$\sigma_p = \frac{36 \cdot 25}{2 \cdot 4} = 112,5 \text{ МПа}$$

Одержані значення напруження на розрив в три рази менші допустимого напруження. Умова, $3[\sigma_p] \geq \sigma_p$ виконується.

Проведений розрахунок показав, що в конструкції стенду необхідно використовувати трубу з внутрішнім діаметром 25 мм і товщиною стінки 4 мм.

Об'єм масла в гідробаці не повинен перевищувати двох-трьохкратної подачі насоса підживлення [39]:

$$V_m = Q_n (2...3) \quad (3.7)$$

де Q_n – номінальна подача насоса, л/хв.

Для об'ємних гідромашин приймають номінальну подачу насоса підживлення, яку визначають із виразу [39]:

$$q = 0,001 \cdot q \cdot n_{ном}, \quad (3.8)$$

де q – робочий об'єм насоса підживлення, $q = 18 \text{ см}^3$;

$n_{ном}$ – номінальна частота обертання, $n_{ном} = 1450 \text{ хв}^{-1}$.

$$q = 0,001 \cdot 18,0 \cdot 1450 = 26,1 \text{ л/хв.}$$

Тоді об'єм масла в гідробаці дорівнює:

$$V_m = 26,1 (2...3) = 65,3 \text{ л}$$

Таким чином, приймаємо об'єм бака рівним 65 л.

Конструкція стенду вважається працездатною, коли потужність електродвигуна, в змозі забезпечити різні режими роботи гідромашини.

Потужність, яка необхідна для приводу гідрооб'ємної трансмісії визначається за формулою [2, 3]:

$$N = \frac{Q \cdot p_p}{60 \cdot 1000 \cdot \eta_z}, \quad (3.9)$$

де Q – хвилинна подача гідронасоса, $\text{см}^3/\text{хв}$;

p_p – величина робочого тиску, МПа ;

η_z – загальний ККД трансмісії, $\eta_z = 0,9$;

Подача насоса визначається за формулою [2]:

$$Q = V_p \cdot n_{\text{ном}} \quad (3.10)$$

де V_p – робочий об'єм гідронасоса, см^3 ($V_p = 112 \text{см}^3$).

$$Q = 112 \cdot 1450 = 162400 \text{см}^3/\text{хв}.$$

Підставляємо значення в формулу (3.9) і одержуємо:

$$N = \frac{162400 \cdot 35}{60 \cdot 1000 \cdot 0,9} = 105 \text{кВт}$$

Для приводу гідронасоса приймаємо двигун 4А182М4У3, який має потужність 110кВт з синхронною частотою обертання 1500хв^{-1} .

Для визначення потужності двигуна приводу заправочної станції, яка застосовується для заповнення дренажних ємкостей гідромашин і в цілому дренажної магістралі гідравлічної системи, скористуємося формулою:

$$N_3 = \frac{Q_3 \cdot p_3}{61,2 \cdot \eta}, \quad (3.11)$$

де Q_3 – об'ємна подача насоса заправочної станції, $\text{л}/\text{хв}$, ($Q_3 = 13,5 \text{л}/\text{хв}$);

p_3 – робочий тиск, МПа , ($p_3 = 2,5 \text{МПа}$).

$$N_3 = \frac{13,5 \cdot 2,5}{61,2 \cdot 0,92} = 0,7 \text{кВт}.$$

Для приводу насоса приймаємо електродвигун 4а90LY3 потужністю $1,1 \text{кВт}$ з синхронною частотою обертання 1500хв^{-1} .

Проектування силової установки, для проведення робіт з обкатки та випробовування об'ємних гідравлічних трансмісій, згідно результатів проведених розрахунків забезпечить роботоздатність установки на режимах, які

вказуються в технічних вимогах на обкатку та випробовування гідравлічних трансмісій.

3.4. Методика проведення передремонтного діагностування гідромашин

Є очевидним, що розробка технології передремонтного діагностування буде характеризуватися контролем внутрішньої та зовнішньої герметичності агрегатів, які надходять в ремонт. Питання зовнішньої герметичності розглядаються в першу чергу, так як послідовні операції алгоритму, пов'язані з контролем внутрішньої герметичності неможливі без забезпечення зовнішньої герметичності. Вона може визначатися в два етапи: візуально (контроль технічного стану торцевого ущільнення на наявність чітко виражених дефектів) та опресуванням стиснутим повітрям. Після перевірки зовнішньої герметичності агрегати піддаються перевірці внутрішньої герметичності, яка характеризує функціональну залежність між структурними параметрами качаючого вузла та об'ємними втратами робочої рідини, які обумовлюють втрату працездатного стану при ресурсній відмові. Для проведення контролю внутрішньої герметичності розроблено стенд, схема якого представлена на рис.3.3.

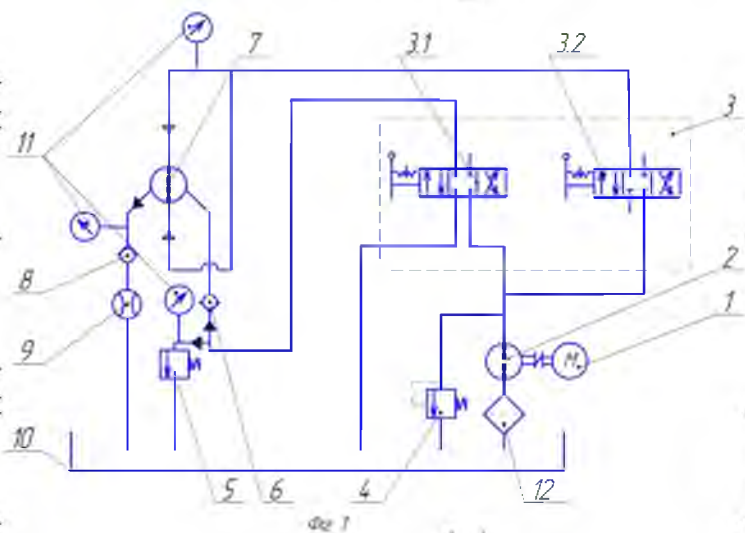


Рис. 3.2. Гідравлічна схема установки для контролю внутрішньої герметичності агрегатів: 1 – електродвигун; 2 – основний насос; 3 – гідророзподільник; 4 – запобіжний клапан магістралі високого тиску; 5 – редукційний клапан дренажної магістралі; 6 – зворотній клапан дренажної магістралі; 7 – агрегат технічний стан якого контролюється; 8 – редукційний клапан дренажної магістралі; 9 – лічильник рідини; 10 – бак гідравлічний; 11 – манометри; 12 – фільтр

Установка працює наступним чином. Електродвигун 1 приводить в дію основний насос 2, який подає робочу рідину до гідророзподільника 3. При нейтральному положенні золотників секцій гідророзподільника 3 робоча рідина зливається до бака 10. Для перевірки агрегату 7 спочатку включають секцію гідророзподільника 3.1, яка подає робочу рідину до дренажної магістралі тиск в якій обмежується спрацюванням клапана 5 який відрегульовано на тиск $P_0 = 0,24 \text{ МПа}$ при цьому створюється замкнений контур дренажної магістралі, який на вході забезпечується зворотнім клапаном 6 а на виході редукційним клапаном 8 тиск спрацювання якого $P_p = 0,357 \text{ МПа}$. Після цього включають другу секцію гідророзподільника 3.2, яка розподіляє робочу рідину до основних отворів агрегату 7, який контролюється манометром 11, під номінальним тиском $P_n = 21,0 \text{ МПа}$, проводячи таким чином опресування основних деталей рухомих з'єднань качаючого вузла агрегату, перевіряючи їх стан за рахунок витоків робочої рідини через структурні зміни в деталях спряжень. Наявність витоків робочої рідини до корпусу гідроагрегату приводить до зростання тиску в дренажній магістралі і спрацювання редукційного клапана 8. Витоки через редукційний клапан 8 контролюються лічильником рідини 9 і вказують на технічний стан структурних параметрів деталей рухомих з'єднань качаючого вузла перевіряемого агрегату і зливаються до баку 10.

Запропонований спосіб передремонтного діагностування гідравлічних машин застосовується на початкових стадіях технологічного процесу ремонту гідравлічних машин, що дає можливість визначитися з їх дійсним технічним станом і прийняти для їх відновлення ефективні заходи, які можуть зменшити трудомісткість розбирально-складальних або відновлювальних.

РОЗДІЛ 4 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ

4.1. Результати структурного аналізу при розбирання аксіально-

поршневих гідромашин

Об'єктом дослідження в роботі являються технологічні процеси з ремонту агрегатів гідравлических трансмісій мобільних машин. Звідси є очевидним, що конструктивні особливості аксіально-поршневих гідромашин, які являються основними складовими трансмісій, будуть суттєво впливати на показники ремонтнопридатності гідроагрегатів. Як правило, вона закладається на стадії проектування і формується з врахуванням структурної схеми розбирання та складання структурної одиниці.

Розробимо структурну схему розбирання аксіально-поршневого гідромотора (рис. 4.1) і визначимо коефіцієнт доступності до деталей.

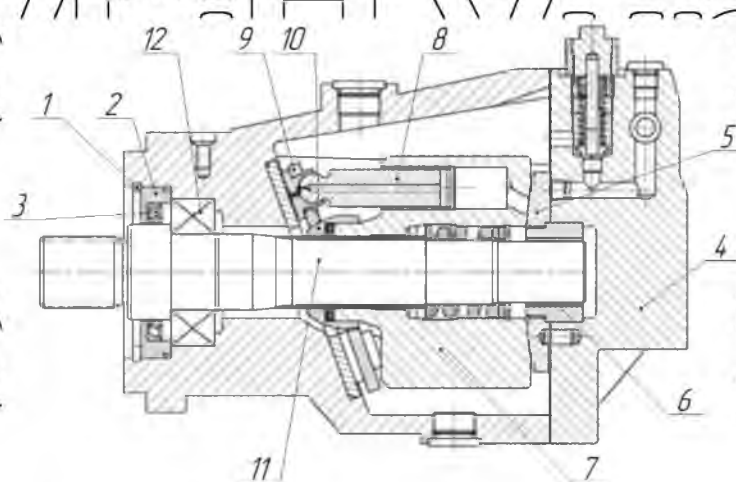


Рис.4.1 – Конструкція аксіально-поршневого гідромотора: 1- стопорне кільце; 2- торцеве ущільнення; 3 – роторна втулка; 4 – кришка; 5 – розподільник; 6 – підшипник; 7 – блок в зборі; 8 – плунжер; 9 – сепаратор; 10 – втулка сферична; 11 – вал; 12 – підшипник передній

Він визначається за виразом:

$$K_{dj} = 1 - \frac{x_j^1}{x_j^1} \quad (4.1)$$

де x_j^1 - сума всіх знятих деталей.

В процесі ремонту аксіально-поршневого гідромотора, як правило основні відновлювальні операції приходяться на каналний вузол гідромашини і безпосередньо на деталі спряжень «розподільник-приставне дно», «плунжер-

втулка-блоку», «пята плунжера-похила шайба» та безпосередньо на робочі поверхні валу (зношення, змяття шліців, порушення посадки підшипника та ін.)

Для того, щоб добратися до валу гідромотора, нам необхідно зняти деталі, які вказані в структурній схемі на розбирання гідромотора (рис.4.2). До них відносяться: стопорне кільце, торцеве ущільнення, втулка ротаційна, кришка, розподільник, підшипник задній, блок в складі, похила шайба. Загальна кількість деталей складає – 8.

Тоді коефіцієнт доступності для валу гідромотора складе:

$$K_{вал.} = 1 - \frac{8-1}{8} = 0,125$$

Враховуючи те, що коефіцієнт доступності до валу качаючого вузла аксіально-поршневого гідромотора знаходиться в інтервалі $0 \leq K_D \leq 1$, можна сказати, що він належить до важко доступних деталей.

Водночас вагомість даного показника буде залежати від статистичної оцінки надійності деталі. В першому розділі проведений аналіз показав, що в першу чергу зношуються деталі спряжень «розподільник-пристане дно». Розрахуємо коефіцієнт доступності для розподільника. Згідно схеми на розбирання нам необхідно зняти чотири деталі (стопорне кільце, торцеве ущільнення, втулка ротаційна, кришка). Звідси коефіцієнт доступності складе:

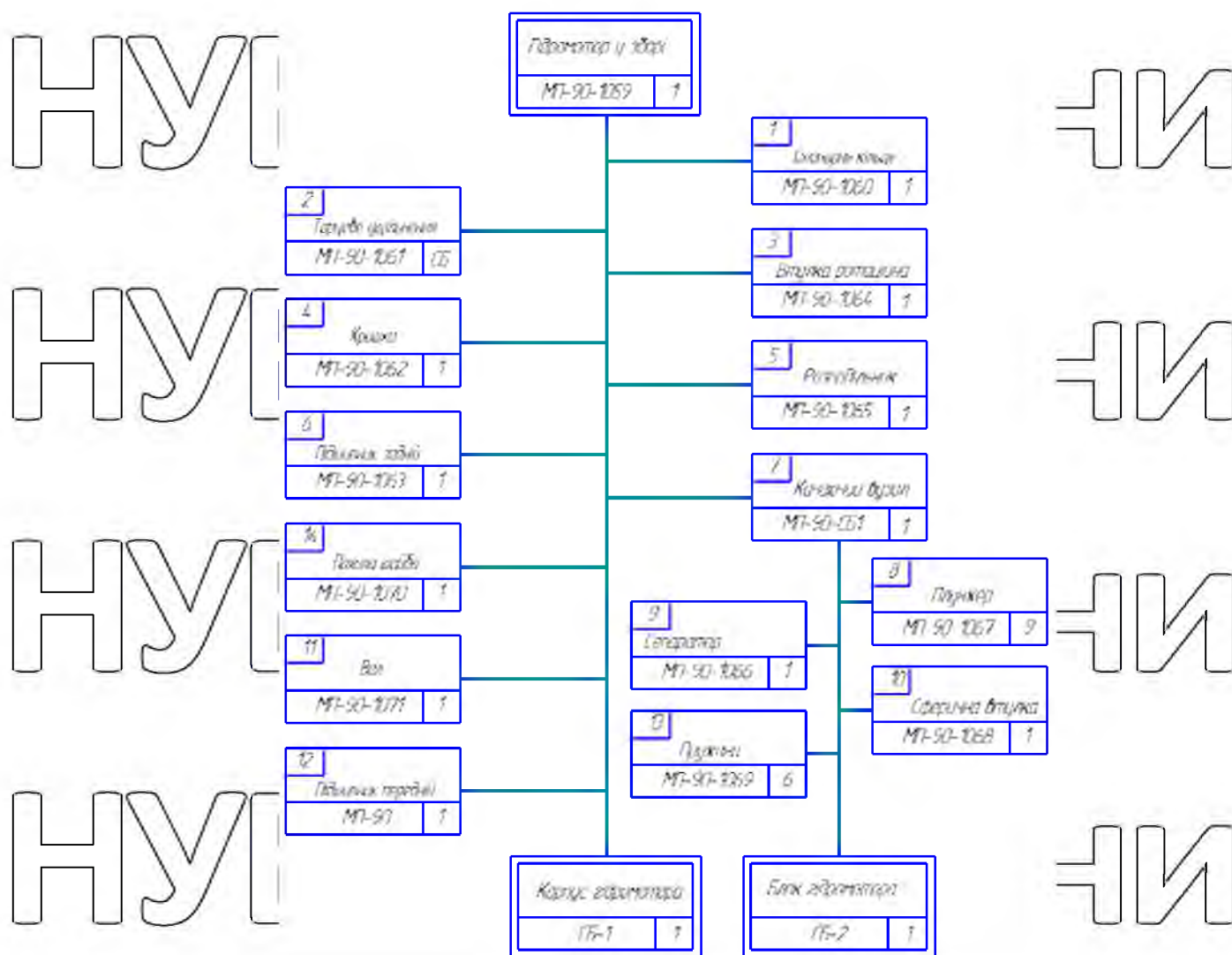


Рис. 4.2. Структурна схема розбирання аксіально-поршневого гідромотора

$$K_{роз.} = 1 - \frac{4-1}{4} = 0,25$$

Проведені розрахунки також вказали на важко доступність до розподільника при необхідності його відновлювати ($K_{роз.} = 0,25$). Коефіцієнт доступу до качаючого вузла гідромотора складає $K_{роз.} \approx 0,20$. Таким чином структурний аналіз аксіально-поршневого гідромотора показав, що коефіцієнт доступності до деталей, які потребують ремонту знаходиться в інтервалі 0,125...0,20, що вказує на конструктивну складність для умов відновлення робоздатного складу.

Отримані результати показують на актуальність застосування в технологічному процесі ремонту аксіально-поршневих гідромашин операцій передремонтного діагностування, а також ефективним являється забезпечення механізації та зручності проведення розбирально-складальних робіт.

4.2 Результати впровадження технології передремонтного діагностування

Якість ремонту агрегатів гідравлічних трансмісій на сьогоднішній день являється низькою, а вартість ремонту не відповідає трудовим витратам, що обумовлюється недосконалістю операцій технологічних процесів, які реалізуються на спеціалізованих підприємствах. Про це свідчить і той фактор, що агрегати з різним технічним станом мають однакову вартість ремонту і різну післяремонтну довговічність. Збільшення ресурсу спряженень можливе також за рахунок уникнення необґрунтованих розбиральних робіт та зменшення ймовірності пошкодження деталей при розбиранні агрегатів. Досягнення останніх заходів можливе за умови проведення передремонтного діагностування.

Контроль технічного стану агрегатів, які поступають до ремонту проводився за методикою, яка наводиться в підрозділі 3.4. Попередньо очищені агрегати проходять органолептичне діагностування по результатам якого перевіряють комплектність агрегатів, наявність ярко виражених дефектів або пошкоджень (розгерметизація торцевого ущільнення, змиття різьбових з'єднань, зношення шліців валів гідромашин, та ін.), які не дозволяють застосовувати до даних агрегатів проведення передремонтного діагностування.

Агрегати трансмісії, які пройшли візуальний контроль устанавлюються на стенд і проходять випробування. Під час його проведення контролюються параметри технічного стану, які контролюються при обкатці та випробуванні відремонтованих агрегатів. Проведений контроль агрегатів на розробленій установці показав, що близько 60 % агрегатів мають сумарні втрати робочої рідини нижче граничного значення ($Q = 225 \text{ см}^3 / \text{с}$) рис. 4.3.

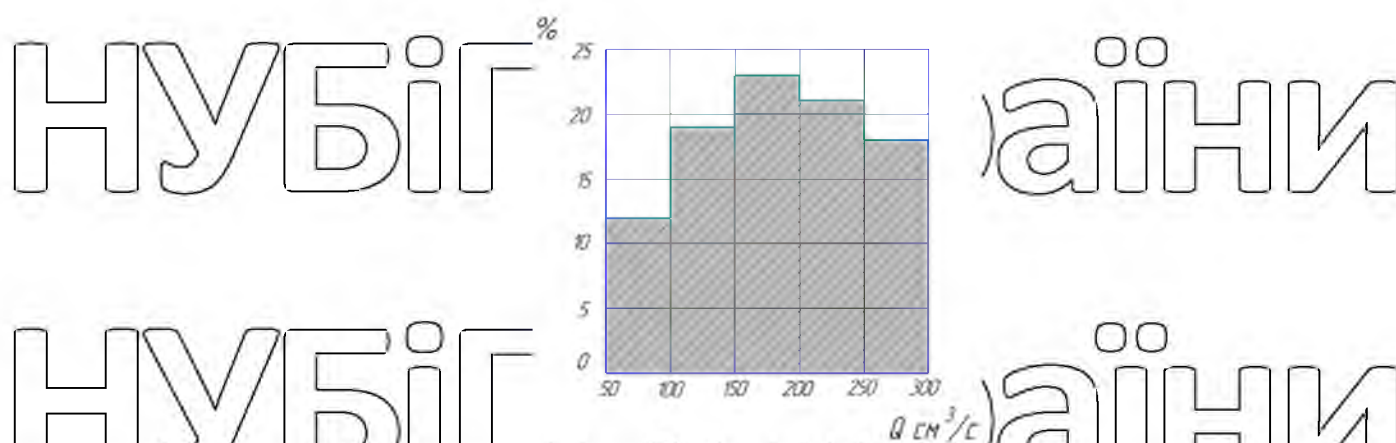


Рис. 4.3. Відносні об'ємні витрати робочої рідини в гідроагрегатах (в відсотках від загальної кількості агрегатів) по результатам передремонтного діагностування.

Поступання агрегатів в ремонт, які мають об'ємні втрати робочої рідини, що не досягли граничного стану, пояснюється в деякій мірі тим, що насос і мотор контролюються окремо, що не дозволяє відобразити реальний стан гідротрансмісії в цілому. При цьому втрата роботоздатного стану агрегатів трансмісії та поступання їх в ремонт обумовлюється іншими причинами до основних з яких можна віднести: розрегулювання розподільника керування робочим об'ємом гідронасоса; розрегулювання, зношення робочих елементів клапанно-розподільчастих пристроїв; зниження подачі насоса підживлення. Їх відсоткова кількість наводиться на рис. 4.4.

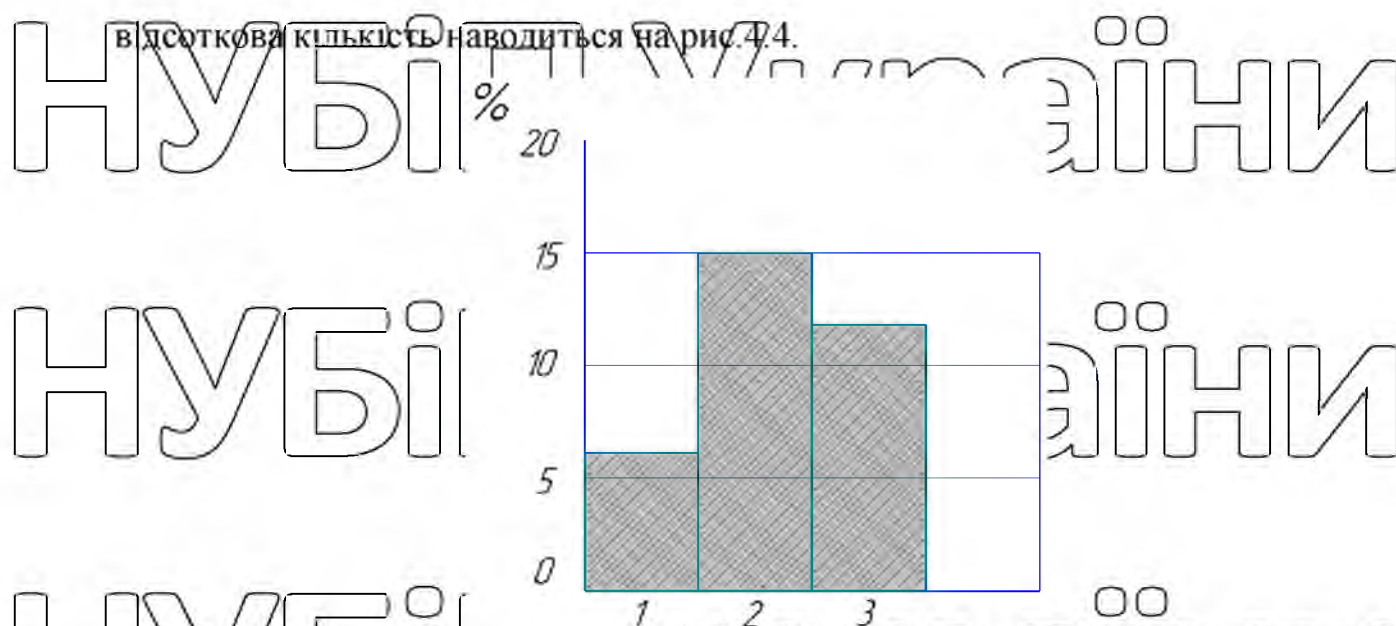


Рис. 4.4. Відносна кількість відмов гідроагрегатів (в % до загального числа відмов): 1 – розрегулювання розподільника керування робочим об'ємом

гідронасоса; 2 – розрегулювання, зношення робочих елементів клапанно-розподільчастих пристроїв; 3 – зниження подачі насоса підживлення до граничного значення

Аналіз результатів передремонтного діагностування показує (рис. 4.4), що близько 30 % агрегатів потрапляють в ремонт через розрегулювання розподільчато-клапанних механізмів (золотника управління робочим об'ємом, запобіжних і перепускних клапанів), втраги роботоздатності насоса підживлення та інші. Для таких випадків технологія передремонтного діагностування передбачає проведення ремонтно-регулювальних операцій окремо для розподільника керування робочим об'ємом, насоса підживлення, клапанної коробки та ін. Звідси слідує, що данні агрегати з незначними об'ємними втратами можуть бути відновлені регулювальними операціями, що зменшить загальну трудомісткість ремонтних робіт на 300 люд.-год. на сто агрегатів.

ДОСЛІДЖЕНЬ

НУБІП України

Розрахунок техніко-економічних показників проведених досліджень з розроблення та обґрунтування параметрів технологічної оснастки для ремонту агрегатів гідравлічних трансмісій необхідно проводити не тільки з врахуванням економічного ефекту від впровадження нового обладнання або технології але і враховувати вплив ергономічних заходів на продуктивність праці і ефективність виробництва.

НУБІП України

Економічна оцінка проектних рішень по удосконаленню технології і організації виробничого процесу з ремонту агрегатів гідравлічних трансмісій ГСТ - 90 буде визначатися на основі показників роботи спеціалізованого відділення з капітального їх ремонту, по рівню планового прибутку та рентабельності виробництва ремонтних робіт, а також терміну окупності додаткових капіталовкладень.

НУБІП України

В процесі проектування рекомендується технологічне перепланування спеціалізованого відділення з ремонту агрегатів гідравлічних трансмісій (ГСТ - 90). До існуючого обладнання додано нове (запроектовано універсальну конструкцію стенда для ремонту, обкати та діагностування агрегатів ГСТ - 90), що обумовило зміни в загальному технологічному процесі проведення ремонтних робіт.

НУБІП України

Для впровадження розробленої технології ремонту агрегатів ГСТ - 90 необхідно застосувати додаткове основне обладнання, яке наводиться в табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Марка та вартість додаткового та основного обладнання

№ п/п	Найменування обладнання	Тип, марка	К-ть	Вартість, грн.
1	Стенд для ремонту, діагностування і обкати ГСТ - 90	Розроблена конструкція	1	35 000
2	Оснастка технологічна	ОРГ-1461-А	1	10 000
	Всього	-	2	45 000

НУБІП України

Для проведення економічної оцінки роботи необхідно визначити наступні показники:

1. Вартість проведених поточних ремонтів.

Вартість проведених ремонтів розраховується з врахуванням річної програми ремонту та вартості ремонту однієї гідравлічної трансмісії за виразом:

$$B_p = \eta \cdot B_{op}, \quad (5.1.)$$

де η^B, η^II - відповідно базова і проектна річна програма поточного ремонту ($\eta^B = 100 \text{рем.}, \eta^II = 150 \text{рем.}$);

B_{op} - вартість одного ремонту, грн. ($B_{op} = 3400 \text{грн.}$)

$$B_p^B = 100 \cdot 3400 = 340000 \text{грн.}$$

$$B_p^{II} = 150 \cdot 3400 = 510000 \text{грн.}$$

2. Експлуатаційні витрати (ЕВ) визначаються за виразом:

$$EB = ЗП + A + B_{ел} + B_{рем} + IB, \quad (5.2.)$$

де $ЗП$ – заробітна плата з нарахуванням, грн.;

A – амортизаційні відрахування, грн.;

$B_{ел}$ – вартість електроенергії, грн.;

$B_{рем}$ – витрати на поточний ремонт та технічне обслуговування приміщення та обладнання, грн.;

IB – інші витрати складають 3% від загальної суми експлуатаційних витрат, грн.

Заробітна плата основних робітників для базового і проектного варіанту з нарахуваннями визначається за виразом:

$$ЗП = ЗП_{cp} \cdot K_{пр} \cdot 12 + ЗП_H, \quad (5.3.)$$

де $ЗП_{cp}$ – середньомісячна заробітна плата робітника, грн.

($ЗП_{cp}^B = ЗП_{cp}^{II} = 5200 \text{грн.}$);

$K_{пр}$ – кількість основних робітників, чол (для базового варіанту

$K_{пр}^B = 1 \text{чол.}$, для проектного варіанту $K_{пр}^{II} = 2 \text{чол.}$);

$ЗП_H$ – нарахування на зарплату, грн. ($ЗП_H = 0,22 \cdot ЗП$).

$$ЗП^B = 5200 \cdot 1 \cdot 12 = 62400,0 \text{грн.}$$

$$ЗП^{II} = 5200 \cdot 2 \cdot 12 = 124800,0 \text{грн.}$$

Відповідно нарахування на зарплату визначаються:

$$ЗП_H^B = 0,22 \cdot 62400 = 13728,0 \text{ грн.}$$

$$ЗП_H^П = 0,22 \cdot 124800,0 = 27456,0 \text{ грн.}$$

Тоді заробітна плата з нарахуваннями буде становити:

$$ЗП^B = 62400 + 13728,0 = 76128,0 \text{ грн.}$$

$$ЗП^П = 124800,0 + 27456,0 = 152256,0 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування включають в себе витрати на амортизацію обладнання і приміщення.

Витрати на амортизацію обладнання розраховуються за формулою:

$$A_{OB} = \frac{B_{OB} \cdot H_A}{100}, \quad (5.4.)$$

де B_{OB} – балансова вартість обладнання, грн. (для базового варіанта

$$B_{OB} = 135000 \text{ грн.}; \text{ проектного } B_{OB}^П = B_{OB}^B + B_{OB}^B = 45000 + 135000 = 180000 \text{ грн.});$$

H_A – норма амортизації, % ($H_A = 21,93\%$).

Витрати на амортизацію будівлі визначаються за формулою:

$$A_B = \frac{B_B \cdot H_B}{100}, \quad (5.5.)$$

де B_B – балансова вартість будівлі, грн. ($B_B = 1200000 \text{ грн.}$ як для базового так і для проектного варіанту);

H_B – нормативний коефіцієнт амортизаційних відрахувань на приміщення, ($H_B = 7,76\%$).

Тоді

$$A_B = \frac{1200000 \cdot 7,76}{100} = 93120,0 \text{ грн.}$$

Загальна вартість амортизаційних відрахувань складе:

$$A = A_{OB} + A_B, \quad (5.6.)$$

Тоді
для базового варіанту

$$A^B = 29605,5 + 93120,0 = 122725,5 \text{ грн.}$$

і проектного

$$A^{\text{II}} = 39474,0 + 93120,0 = 132594,0 \text{ грн.}$$

Витрати на електроенергію визначаються, виходячи із загальної потужності обладнання і часу його роботи на рік, а також потужності освітлювальних приладів, які працюють на протязі всього робочого дня за

виразом:

$$B_{\text{ЕЛ}} = Q_{\text{ЕЛ}} \cdot C_{\text{ЕЛ}} \quad (5.7.)$$

де $Q_{\text{ЕЛ}}$ - річні витрати електроенергії, кВт/год. (для базового варіанту

$Q_{\text{ЕЛ}}^{\text{Б}} = 35000 \text{ кВт/год.}$, для проектного варіанту $Q_{\text{ЕЛ}}^{\text{II}} = 42000 \text{ кВт/год.}$);

$C_{\text{ЕЛ}}$ - ціна 1 кВт/год. електроенергії, грн ($C_{\text{ЕЛ}} = 1,96 \text{ грн.}$)

$$B_{\text{ЕЛ}}^{\text{Б}} = 35000 \cdot 1,96 = 68600,0 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{ЕЛ}}^{\text{II}} = 42000 \cdot 1,96 = 82320,0 \text{ грн.}$$

Витрати ($B_{\text{РЕМ}}$) на поточний ремонт (ПР) та технічне обслуговування (ТО) складають 30% від суми амортизаційних відрахувань і визначаються за виразом:

$$B_{\text{РЕМ}} = \frac{A \cdot 30}{100} \quad (5.8.)$$

Тоді

$$B_{\text{РЕМ}}^{\text{Б}} = \frac{122725,5 \cdot 30}{100} = 36817,7 \text{ грн}$$

$$B_{\text{РЕМ}}^{\text{II}} = \frac{132594,0 \cdot 30}{100} = 39778,2 \text{ грн}$$

Інші витрати (ІВ) включають в себе витрати на спецодяг, інструменти, заходи з охорони праці, протипожежні заходи і складають 3% від загальної суми експлуатаційних витрат:

$$IB = \frac{(3H + A + B_{\text{ЕЛ}} + B_{\text{РЕМ}}) \cdot 3}{100} \quad (5.9.)$$

$$IB^{\text{Б}} = \frac{(76128,0 + 122725,5 + 68600,0 + 36817,7) \cdot 3}{100} = 9128,1 \text{ грн.}$$

$$IB^{\text{II}} = \frac{(152256,0 + 132594,0 + 82320,0 + 39778,2) \cdot 3}{100} = 12208,5 \text{ грн.}$$

Тоді експлуатаційні витрати згідно виразу (6.2) складуть:

$$EB^B = 76128,0 + 122725,5 + 68600,0 + 36817,7 + 9128,1 = 313399,3 \text{ грн.}$$

$$EB^L = 152256,0 + 132594,0 + 82320,0 + 39778,2 + 12208,5 = 419156,7 \text{ грн.}$$

3. Повна собівартість (ПС) проведених ремонтів визначиться за виразом:

$$ПС = EB \cdot 1,02, \quad (5.10.)$$

$$ПС^B = 313399,3 \cdot 1,02 = 319667,3 \text{ грн.}$$

$$ПС^L = 419156,7 \cdot 1,02 = 427539,8 \text{ грн.}$$

4. Загальний прибуток (П) визначиться за виразом:

$$П = B_{IP} - ПС, \quad (5.11.)$$

$$П^B = 340000 - 319667,3 = 20332,7 \text{ грн.}$$

$$П^L = 510000 - 427539,8 = 82460,2 \text{ грн.}$$

5. Рівень рентабельності (Р) буде дорівнювати:

$$P = \frac{П}{ПС} \cdot 100\%, \quad (5.12.)$$

$$P^B = \frac{20332,7}{319667,3} \cdot 100\% = 6,4\%$$

$$P^L = \frac{82460,2}{427539,8} \cdot 100\% = 19,3\%$$

6. Додаткові капітальні вкладення (Б) визначаються:

$$B = B_{IP} - B_d, \quad (5.13.)$$

де B_{IP} - вартість обладнання придбаного і діючого, грн., ($B_{IP} = 180000$ грн.

);

B_d - вартість діючого обладнання, грн., ($B_d = 135000$ грн.).

$$B = 180000 - 135000 = 45000 \text{ грн.}$$

7. Річний економічний ефект (E_p) визначиться за виразом:

$$E_p = П^L - П^B, \quad (5.14.)$$

$$E_p = 82460,2 - 20332,7 = 62127,5 \text{ грн.}$$

8. Термін окупності додаткових вкладень (T_o) буде дорівнювати:

$$T_o = \frac{B}{E_r} = \frac{45000}{62127,5} = 0,7 \text{ року} \quad (5.15.)$$

Основні результати розрахунку представлені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2.

Техніко-економічні показники впроваджуваного проекту

Показники	Базовий варіант	Проектний варіант
Вид робіт	Поточн. ремонт	Поточн. ремонт
Обсяг робіт, од.	100	150
Кількість основних робітників, осіб	1	2
Обсяг додаткових капіталовкладень, грн.	-	45000
Експлуатаційні витрати всього, грн.:	313399,3	419156,7
- заробітна плата з нарахуваннями, грн.	76128,0	152256,0
- амортизаційні відрахування, грн.	102725,5	132594,0
- вартість електроенергії, грн.	68600,0	82320,0
- витрати на ГР та ТО, грн.	36817,7	39778,2
- інші витрати, грн.	9128,1	12208,5
Повна собівартість продукції, грн.	319667,3	427539,8
Загальний прибуток, грн.	20332,7	82460,2
Річний економічний ефект, грн.	-	62127,5
Термін окупності додаткових вкладень, років	-	0,7

РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1. Порядок допуску персоналу до самостійної роботи з ремонту агрегатів гідравлічних трансмісій зерно- та кормозбиральних комбайнів

До самостійної роботи як слюсаря по технічному обслуговуванню й

ремонту агрегатів гідравлічних трансмісій зерно-та кормозбиральних комбайнів допускаються особи не молодше 18 років [41], що пройшли медичний огляд і не мають протипоказань для виконання даної роботи [42], що пройшли спеціальне виробниче навчання (включаючи стажування на робочому місці відповідно до [3]), інструктаж з безпеки праці та протипожежної безпеки, які пройшли перевірку знань у кваліфікаційній комісії з оформленням протоколу [43]. Допуск персоналу до самостійної роботи оформляється наказом «Агротехсервісу».

Після навчання з охорони праці при прийманні та роботу в подальшому щорічно проводиться перевірка знань робітниками безпечних методів і прийомів робіт, яка оформляється протоколом. Особи, знання яких визнані незадовільними, до роботи не допускаються, вони повинні пройти повторне навчання.

Приступивши до самостійної роботи, слюсар повинен виконувати тільки ту роботу, яка доручена адміністрацією, за умови, що безпечні методи її виконання добре відомо і вивчені. Безпосередній керівник повинен розробити інструкцію з безпеки праці, а робітник повинен її вивчити і дотримуватися при виконанні робіт.

Слюсар повинен утримувати в чистоті і порядку своє робоче місце, пролите масло і інші рідини негайно прибрати. Обтиральні матеріал складати в ящики, призначені для цієї мети.

Слюсар повинен виконувати встановлені правила виробничої та особистої гігієни, своєчасно проходити медичні огляди і профілактичні щеплення.

Слюсар не повинен працювати без передбачених нормами спецодягу і засобів індивідуального захисту або в несправних засобах захисту [44, 45].

Слюсар не повинен торкатися відкритих рухомих частин верстата, навіть якщо верстат не працює, не чіпати його рукояток, ременів, шківів, шестирень і кнопок пускових електро-пристроїв [46].

Небезпечним є наступання на переносні електропроводи на підлозі.

Паління дозволяється тільки в спеціально відведених місцях.

Перед початком технічного обслуговування або ремонту комбайна

необхідно вивісити на рульове колесо табличку з написом: "Двигун не пускати - працюють люди".

Забороняється приймати на ремонт і технічне обслуговування не очищені від бруду та сміття комбайни.

При роботі з ключами з тарованим зусиллям необхідно слідкувати, щоб зусилля при затягуванні гайок, болтів (гвинтів) не перевищувала величин, зазначених у вимогах креслень, технічних умов, тех. процесів. Не треба допускати зриву ключа з гайки, головки болта.

При виправленні, (рихтуванні) деталей руки захищають від ударів молотком, кувалди і задирок, працювати необхідно в рукавицях.

6.2. Охорона праці при роботі на комбайні

До роботи на комбайнах допускаються особи не молодші 18 років, що мають відповідне посвідчення про кваліфікацію [41]. Перед початком збиральних робіт комбайнер і члени екіпажу повинні пройти інструктаж з вимог безпеки на робочому місці з оформленням в журнал [43].

Не можна перебувати поблизу рухомих механізмів. Перевірку поля розбивання його на загінки, проведення прокосів, обкосів проводять тільки в світлий час. Забороняється встановлювати на комбайні додаткові сидіння. Не допускається керування комбайном після вживання алкогольних напоїв.

Перевірити наявність і справність захисних огорожень на ланцюгових, пасових і карданних передачах [46]. При їх відсутності комбайн вважається несправним і працювати на ньому не дозволяється. Перевіряється кріплення рульової колонки, рульової сошки, довздожньої і поперечної рульових тяг, наявність і справність шплінтів. Люфт руля не повинен перевищувати 15°. Перевіряється справність і надійність кріплення гальм, моста ведучих коліс, затягування гайок дисків і ободів коліс. Забороняється експлуатація комбайна при відсутності навіть одного болта кріплення дисків чи ободів коліс. Вільний хід педалі гальм, муфти зчеплення повинен бути в межах рекомендованих заводом виготовлювачем. При накачуванні шин необхідно перевірити тиск і

доводити до норм, рекомендованих заводською інструкцією. Для застереження самовключення передач проводиться регулювання блокуючого механізму. Не допускається експлуатація комбайна при підтіканні оливи в гідравлічній системі. Акумуляторні батареї повинні бути надійно закріплені і закриті кришкою, пробки туго затягнуті, клеми покриті тонким шаром технічного вазеліну. При перевірці рівня і щільності електроліту слід уникати потрапляння його на одяг і тіло. Якщо це сталося, потрібно негайно його змити водою з милом. При готуванні електроліту заливають кислоту в воду.

Відкривати кришку радіатора гарячого двигуна слід в рукавицях і уникати опіків. При заправці пускового двигуна бензином слід дотримуватися наступних правил: заправку проводити тільки закритим способом; місця заливки етиловим бензином обробляти хлорним вапном; краплі бензину, що потрапили на шкіру, змивати водою з милом; при потраплянні крапель чи парів бензину в очі, необхідно промити їх водою і звернутися до лікаря; перед вживанням їжі обов'язково вмити з милом руки і обличчя.

Перед виконанням робіт під жаткою необхідно перекрити кран гідроциліндрів підйому жатки і застрахувати її надійними підставками. Не можна використовувати для підставок ящики, цеглу, деталі машини і т.д. Очищати ріжучий апарат слід спеціальними чистиками. Заміну ножа проводити при заглушеному двигуні. Запасні сегменти ножів повинні бути зв'язані і зберігатися окремо. Переносити ножі слід в рукавицях, тримаючи за тильну частину. Зберігають запасні ножі в дерев'яних чохлах в спеціально відведеному місці. Везти їх на комбайні забороняється. Під час приєднання корпусу жатки людям не можна знаходитись на похилій камері, а також між камерою і жаткою.

При обслуговуванні молотарки перевіряється кріплення бичів і деки, молотильного барабана комбайна, корпусів підшипників барабана, приймального і відбійного бітерів. Молотильний барабан повинен бути відбалансований, бичі барабана і дека міцно затягнуті.

Перед початком робіт слід перевірити наявність і справність інструменту і

пристосувань, засобів протипожежної безпеки, медячки, системи сигналізації, освітлення. Отримати завдання і маршрут руху комбайна, вивчити рельєф поля, на якому будуть проводитися збиральні роботи, місця розворотів і переїздів. Впевнитись у відсутності людей на комбайні, подати сигнал, запустити двигун і перевірити роботу всіх механізмів на всіх режимах. Запускати двигун повинен тільки комбайнер. Забороняється запускати комбайн буксируванням чи скорочуванням з гірки. Перед початком руху впевнитись, що це нікому не загрожує дати сигнал і почати рух.

Під час роботи не передавати керування комбайном особам, не закріпленим за даним комбайном. Не допускати знаходження будь-кого, в тому числі і помічника комбайнера на комбайні під час руху. Перевіряти і регулювати робочі органи і механізми, надівати і натягувати паси, ланцюги, усувати несправності, проводити мащення, очищати ріжучий інструмент, молотильний барабан, копнувач і т.п. потрібно тільки при заглушеному двигуні. Перед виконанням цих робіт на рульовому колесі вивішують табличку «Не включати! Працюють люди!» Під час руху комбайна забороняється залишати його без керування. Забороняється керувати комбайном стоячи. Постійно стежити за місцями жатки і барабана, де намотується солома. Очищення проводити спеціальними крічками і обов'язково в рукавицях. При поворотах і розворотах швидкість руху знижувати до 3-4 км на годину. При вивантаженні зерна в машину обслуговуючому персоналу не можна сидіти на бортах автомобіля, знаходитись під вивантажуючим шнеком, зерна в бункері не можна проштовхувати руками чи ногами для цього необхідно застосовувати дерев'яні лопати. При переїзді від комбайна забороняється стояти в кузові під час руху машини. Під час транспортування зерна забороняється знаходження людей в кузові, в копицях, на валках, біля і під комбайнами, а також на обочинах польових доріг поблизу працюючих агрегатів. Відпочивати можна тільки на спеціально відведеному місці за межами ділянки, де проводиться збирання урожаю. Місце відпочинку повинно бути відмічено видимими віхами, а при настанні темряви освітлюватися. Під час грози роботу комбайна зупиняють.

Після дощу переїжджають через канави, рухаючись вздовж суглиб, на поворотах і т.п. слід тільки на першій передачі.

При підготовці комбайна до роботи в нічний час перевіряється справність освітлення, проводиться його регулювання для забезпечення освітлення фронту роботи і робочих органів, перевіряється освітлення щитка вимірювальних приладів. Заправлення комбайнів паливом, водою і маслом для роботи в нічний час проводиться тільки в світлий час. В разі вимушеної заправки в нічний час слід користуватися переносною електролампю або освітленням від іншого комбайна, автомобіля і т.п. Місце відпочинку в нічний час необхідно позначати ліхтарем або іншим джерелом світла.

При перегоні кількох комбайнів, незалежно від відстані перегону, призначається старший по колоні. Перед переїздом через дорогу слід зупинитись і впевнитись у тому, що шлях безпечний і немає поблизу транспорту. При русі по шляхах в денний час кінці жатки позначають попереджувочими червоними прапорцями, а в нічний час – червоними сигнальними лампочками. Вивантажуючий шнек повинен бути встановлений в транспортне положення. При наближенні до охороняемого залізничного переїзду необхідно керуватись попереджувочими знаками «Залізничний переїзд», «Стережись поїзда»

сигналами світлофорів звуковими сигналами положенням шлагбаумів та вказівками чергового по переїзду. При закритому положенні шлагбаума на червоному світлі світлофора – зупинись не ближче 5 м до шлагбаума. При наближенні до неохороняемого залізничного переїзду, знизити швидкість руху.

Не доїжджаючи 10 м до найближчої рейки залізничної дороги, зупинись і впевнитись у відсутності поїзда. Переїжджати через переїзд слід зі швидкістю 3-4 км/год., при цьому переключати передачу під час руху не дозволяється. Не можна проїжджати під лінією електропередач, якщо відстань від найвищої точки комбайна до електропровода менше 2 м. При русі комбайнів один за одним або

за колісним трактором слід витримувати інтервал не менше 30 м. На підйомах і спусках інтервал збільшують до 50 м. Триматися правої сторони і стежити, щоб відстань між зустрічними машинами і крайніми виступами комбайнів була не

менше 2 м. Обганяти транспорт, що рухається з швидкістю понад 10 км/год забороняється. При зупинці комбайна ставити його тільки на узбіччі дороги, залишаючи достатньо місця для проїзду. В нічний час габарити комбайна

повинні бути позначені червоними лампочками. На спусках і підйомах слід рухатись на першій передачі, на мінімальних оборотах двигуна. Максимально

допустимий спуск не повинен перевищувати 15° . Під час спуску з гори і при підйомі не можна включати муфту зчеплення і переключати передачу. На випадок вимушеної зупинки включати гальма зафіксувати їх в загальмованому

стані, під колеса підкласти упори. Рух заднім ходом, а також розвороти і

повороти виконувати на малій швидкості, подавши сигнал і впевнившись у

відсутності людей на шляху руху. При русі заднім ходом ногу тримати на педалі гальма. Переїжджати вброд можна тільки у виняткових випадках при

підготовленому з'їзді в місцях з піщаним дном і при умові, що рівень води в

місцях переїзду не перевищує 0,5 м. В'їзд і виїзд повинні бути пологими.

Рухатись через брід слід на першій передачі з постійною швидкістю, без гальмування, зупинок і різкої зміни числа обертів двигуна. При переїздах через мости керуватися установленими біля них знаками вантажопідйомності і

шириною проїжджої частини. В тумані, а також під час дощу, при недостатній

видимості включати освітлення і періодично подавати звуковий сигнал. При русі по слизькій дорозі проявляти обережність. Не можна різко гальмувати та міняти напрямок руху. Гальмувати слід плавно, не виключаючи муфти зчеплення. При

буксуванні не можна підтримувати і підштовхувати руками чи ногами підкладені під колеса предмети.

При появі сторонніх шумів, диму, несправностей, іскринні електрообладнання, підвищеному нагріві підшипників, редукторів, інших частин негайно зупинити комбайн. При загоранні, по можливості, відвести комбайн від

хлібного масиву, подати сигнал пожежної тривоги і приступити до гасіння. На

випадок травми вжити заходів по наданню долі карської допомоги потерпілому, при необхідності відправити його в медпункт. Про нещасний випадок негайно повідомити адміністрацію господарства і профкомітету. Місце нещасного

випадку слід зберегти непорушним до повного розслідування нещасного випадку. При неможливості його збереження, робиться детальна схема розміщення всіх предметів та самого потерпілого. Після закінчення роботи

Поставити комбайн на місце стоянки, опустити жатку, загальмувати і під колеса підкласти упори. Оглянути, почистити комбайн, привести в порядок робоче місце.

Систематично перевіряти щільність з'єднання колектора з головкою двигуна і вихлопною трубою. Не допускати підтікання палива і масла, особливо біля двигуна. Слідкувати, щоб електропроводка була надійно закріплена, не мала

провисань і не торкалась рухомих частин комбайна. Не допускати перегріву двигуна. Не заправляти паливний бак комбайна при працюючому двигуні. Не допускати розливання масла і палива. Заправляти комбайн і ставити на стоянку

в неробочий час можна тільки на майданчику очищеному від стерні, сухої трави і т.д. Стоянка комбайнів повинна розміщуватися не ближче 80-100 м від жилих приміщень, хлібних масивів. Відстань між комбайнами повинна бути не менше

10 м. Заправку комбайна в полі дозволяється проводити тільки закритим способом. Забороняється використовувати відра, лійки та інший інвентар, що не забезпечує закритої заправки. Швидкість руху заправ очного агрегату при

під'їзді до комбайна не повинна перевищувати 5 км на годину. Заправочний агрегат слід зупиняти не ближче 3 м від комбайна. Забороняється мати на комбайні додаткові ємності з паливо-мастильними матеріалами. При заправленні

і замірі рівня палива не можна користуватися відкритим вогнем. Пробки паливних баків не можна відкривати ударами металічних предметів. Зварювальні роботи з загінці проводити тільки при крайній потребі. При цьому слід

розчистити майданчик від стерні. Комбайн, особливо двигун і електропроводку, вали прийомних і відбійних бітерів, транспортерів необхідно очищати від молодистої маси. Вивчити будову і вміти користуватися вогнегасником. На

вогнегасник не можна вшати одяг, класти зайві речі. Поблизу агрегатів не можна розпалювати вогнищ. На комбайнах і біля них (на стерні, на полі, на якому не зібраний урожай, біля валків, копниць соломи і т.д.) не можна курити.

ВИСНОВКИ

1. Проведений аналіз технологічних процесів показав на необхідність впровадження операцій передремонтного діагностування аксіально-поршневих гідромашин і окремо передремонтне діагностування вузлів (гідророзподільника керування робочим об'ємом гідронасоса та клапанної коробки гідромотора), що обумовлює розроблення методів передремонтного діагностування гідроагрегатів та технологічної оснастки для покращення розбирально-складальних та обкаточно-випробувальних операцій.

2. Розроблена конструкція стена являється універсальною завдяки застосуванню її при проведенні робіт з перед ремонтного діагностування і по його результатам, без демонтажу гідромашин, проводити за необхідності розбирально-складальні та регульовальні роботи в процесі ремонту аксіально-поршневих гідромашин. Відновлені агрегати трансмісії транспортуються за допомогою стенда до силової установки з обкатки та випробовування гідроагрегатів. Посідання проведення декількох основних операцій з застосуванням однієї конструкції стенда дає можливість значно скоротити тривалість робіт і покращити умови праці робочого.

3. Конструкція стенда дозволяє проводити різнохарактерні роботи з агрегатами трансмісії, крім того основною відмінною рисою є те, що агрегати об'ємних гідравлічних трансмісій ГСТ-90 при ремонті встановлюється в зручному положенні, забезпечуючи зниження ручної праці й розширюючи функціональні можливості технологічного оснащення використовуваної при ремонті агрегатів і вузлів.

4. Аналіз ергономічних показників стенда для проведення робіт з ремонту агрегатів об'ємних гідравлічних трансмісій ГСТ-90 показав, що розташування робочих поверхонь забезпечує зручність зчитування інформації і стану деталей, поверхонь, ремонттованих вузлів, у вертикальній площині під кутом $\pm 15^\circ$ (допускається $\pm 30^\circ$) до нормальної лінії погляду і в горизонтальній площині під кутом $\pm 15^\circ$ (допускається $\pm 30^\circ$), що підтверджує вдалу конструкцію стенда.

5. Теоретичне обґрунтування стійкості пересувного стенду для ремонту

ГСТ-90 показує, що центр S_y і радіус r_y кола сталості, які являються одночасно центром і радіусом сталості системи і також являються критеріями сталості. При $\lambda_y = 0$ коло сталості доторкується до опорного контуру, сталість рівноваги системи порушується. Сталість стенда визначається не тільки силою R_L і точкою N її прикладення, але також і розмірами та формою опорного контуру ABCD, центром сталості S_y і його зміщенням відносно центру геометричної симетрії контуру, максимальним значенням r_y .

6. При оцінці впливу ергономічних факторів, що виявляють істотний вплив на показники діяльності людини в системі «людина-машина», виходять із того, що час виконання людиною окремих операцій і алгоритму в цілому t_p можна представити сумою двох складових: часу t_{p1} затрачуваного їм на пошук елементів інформаційного і операційного полів робочого місця, і часу t_{p2} необхідного для виконання операцій і дій відповідно до алгоритму без обліку часу на пошук окремих елементів робочого місця й інструмента.

7. Для визначення витрат ручної праці, при розбирально-складальних роботах агрегатів ГСТ-90, на основі хронометражних спостережень, коли розбирання і складання ГСТ-90, ведеться за допомогою підручних засобів витрати оперативного часу склали - 264 хв., на стенді 70-7825.-1519 ГОСНИТИ витрати оперативного часу - 180 хв., а на стенді для діагностики, ремонту й обкатування ГСТ-90 витрати оперативного часу склали - 144 хв., що на 20 % нижче, чим при використанні стенда 70-7825.-1519 ГОСНИТИ.

8. Запропонована методика визначення об'єму інформації при проведенні розбирально-складальних робіт, на основі фотографії робочих процесів дає можливість визначити на фоні тривалості основних операцій виробничого процесу також і тривалість допоміжних операцій, і визначитися з заходами для зменшення тривалості останніх.

9. Розроблена конструкція силової установки для обкати та випробування агрегатів гід्रोприводу трансмісії дозволяє забезпечити необхідні режими згідно

технічних вимог і може бути впроваджена на спеціалізованих підприємствах з їх ремонту для проведення передремонтного діагностування.

10. Розроблення структурної схеми розбирання аксіально-поршневого гідромотора дало можливість провести його структурний аналіз, який показав, що коефіцієнт доступності до деталей, які потребують ремонту знаходиться в інтервалі $0,125 \dots 0,20$, що вказує на конструктивну складність для умов відновлення робоздатного складу, і обумовлює організацію заходів з розроблення технологічної оснастки для удосконалення розбирально-складальних операцій.

11. Розроблення ефективної технології передремонтного діагностування технічного стану деталей качаючого вузла аксіально-поршневої гідромашини, на основі контролю їх внутрішньої герметичності, досягається тим, що до дренажного отвору корпусу агрегату, який перевіряється попередньо подається робоча рідина під тиском в інтервалі $0,24 \dots 0,357$ МПа.

12. Створення дренажного тиску в корпусі гідроагрегату забезпечує необхідне розташування поверхонь тертя основних деталей рухомих з'єднань качаючого вузла агрегату в момент подання робочої рідини під номінальним тиском, що дає можливість більш точно виявити функціональну залежність між об'ємними витратами і технічним станом структурних параметрів деталей рухомих з'єднань качаючих вузлів.

13. Проведений контроль технічного стану ремонтного фонду агрегатів гідравлічної трансмісії ГСТ-90, з застосуванням розробленої технології передремонтного діагностування, показав, що близько 60 % агрегатів мають об'ємні втрати робочої рідини, які не досягли граничного значення, що пояснюється не достатньо ефективною системою діагностування гідравлічних трансмісій в умовах експлуатації.

14. Впровадження в технологічний процес ремонту агрегатів гідравлічних трансмісій операції передремонтного діагностування дозволяє відновити робоздатний стан аксіально-поршневих гідромашин, які потрапили до ремонту з незначними об'ємними втратами робочої рідини з мінімальними

матеріальними затратами, за рахунок проведення контрольно-регулювальних операцій для клапанно-розподільчастих пристроїв, кількість яких становить близько 30%, уникаючи не обгрунтованих розбирань.

15. Проведені розрахунки техніко-економічної ефективності розроблених організаційно-технічних заходів з ремонту гідравлічних трансмісій ГСТ-90 показують, що при запланованій програмі ремонту 150 комплектів на рік рівень рентабельності складе 19,3%, річний економічний ефект становить 62 127,5 грн, а строк окупності матеріальних затрат 0,7 року, що вказує на доцільність проведених досліджень.

16. Розгляд питань з охорони праці при допуску персоналу до самостійної роботи з ремонту агрегатів гідравлічних трансмісій зерно-та кормозбиральних комбайнів, намітив організаційні заходи, які необхідно проводити перед початком роботи, під час виконання роботи і після її закінчення, реалізація яких значно покращить умови праці робочих та попередить появу травматизму на робочих місцях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гидронасос НПА-90Р. Технический паспорт / ОАО «Гидросила», 2006. - 20 с.
2. Балыков Н.М. Обеспечение работоспособности и повышение ресурса гидроприводов сельскохозяйственной и мелиоративной техники применением комплексных покрытий: автореф, дис. канд. техн. наук. Саратов, СГАУ 2002. - 16с.
3. Камчугов Н.В. Причины появления ресурсных отказов и оценка долговечности гидростатических трансмиссий сельскохозяйственной техники: автореф. дис. канд. техн. наук, Челябинск, ЧИМЭСХ, 1992. - 16 с.
4. Прокофьев В.Н. Аксиально-поршневой регулируемый гидропривод / В. Н. Прокофьев. М.: Машиностроение, 1968. - 495 с.
5. Сато Я. Влияние загрязнений рабочих жидкостей на характеристики гидравлических механизмов, // Я. Сато, М. Сасаки - Юнкид Гидзону. - №1. - 1976. - С.27-34.
6. Вакуленко И. А. Повышение эксплуатационной надежности гидроприводов строительных и дорожных машин применением рациональной очистки рабочих жидкостей, // Автореферат канд, дисс-Харьков, 1989. - С.19.
7. Дидур В.А. Влияние технологической среды на износ гидроагрегатов / В.А. Дидур // Техника в сельском хозяйстве. 1984. №3, - С. 41.
8. Волков В.И. Совершенствование системы очистки масла в автомобильном двигателе: Автореферат канд. дисс. - М., 2000. - 18 с.
9. Технічний регламент безпеки машин та устаткування, затверджений Постановою Кабінету Міністрів України від 12 жовтня 2010 р. N 933 - К.: К.: Центр наукової літератури 2010. - 124 с.
10. Остриков В. В. Смазочные материалы и изменение их свойств при эксплуатации сельскохозяйственной техники [Текст] / В. В. Остриков, Н. Н. Тупотилов, В. П. Коваленко, В. В. Жилин - Тамбов, ВИИТиН, - 2003. - 68 с.
11. Бродский Г.С. Фильтры и системы фильтрации для мобильных машин / Г. С. Бродский - М.: Горн, пром.- 2004. - 360 с.
12. ГОСТ Р 50554 -93. Промышленная чистота. Фильтры и фильтрующие

элементы. Методы испытаний. - М.: Изд. Стандартов, 1993. - 35с.

13. Королев И. А. Пути повышения чистоты рабочей жидкости гидросистем сельскохозяйственной техники / И. А. Королев - Молодые ученые - сельскому хозяйству. Сб. научных трудов. - М., ФГОУ ВПО МГАУ, 2006. - С.216.

14. Королев И. А. Экспресс-метод контроля загрязненности рабочих жидкостей гидравлических систем / И. А. Королев, В. П. Коваленко, Е. А. Улюкина // Очистка рабочих жидкостей в гидравлических системах тракторов и сельскохозяйственных машин. Сб. научных трудов международной научно-технической конференции. - СПб, СПбГАУ, 2007. - С. 361 – 373.

15. Королев И.А. Обоснование эксплуатационных параметров фильтроэлемента для очистки рабочих жидкостей в гидравлических системах сельхозмашин. Сб. материалов Международной научно-практической конференции. - СПб, СПбГАУ, 2007. - С. 45-48.

16. Королев И. А. Разработка фильтроэлементов для очистки рабочих жидкостей в гидравлических системах сельскохозяйственной техники [Текст] / И. А. Королев, В. П. Коваленко, Е. А. Улюкина / Разработка фильтроэлементов для очистки рабочих жидкостей в гидравлических системах сельскохозяйственной техники. Вестник МГАУ, Агроинженерия №1. - М., ФГОУ ВПО МГАУ, 2008 - с122.

17. Мартыненко А. Г. Очистка нефтепродуктов в электрическом поле постоянного тока [Текст] / А.Г. Мартыненко, В. П. Коноплев, С. П. Ширяева - М.: Химия, 1974. - 88 с.

18. Жужико В. А. Фильтрация. Теория и практика разделения суспензий [Текст] / В. А. Жужиков - М.: Химия, 1980 - 400 с, Пат. РФ Электроцентробежный очиститель жидкости Ю. А. Микипорис, Б.А. Русаков. №2014153, Бюлл. изобр. №4, 15.06.1994.

19. Пат. РФ. Электроцентробежный очиститель жидкости. Ю. А. Микипорис, Н.Н. Красиков. №2056951. Бюлл. изобр. №9. 27.03.1996.

20. Белянин П. Н. Центробежная очистка рабочих жидкостей авиационных гидросистем [Текст] / П. Н. Белянин - М.: Машиностроение, 1976. - 328 с

21. Kozeny I. (1927-a) S. Ber. Wiener Akad., abt., 136, 271.

22. ГОСТ 12.0.003 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация - М.: Изд-во стандартов, 2003.- 125 с.

23. ДБН В.1.1.7-2002. Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва. – К.: Держбуд України, 2003 – 47 с.

24. НПА ОП 40.1-1.01-97 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. – К.: Держгірпромнагляд України, 2001 – 94 с.

25. Буренніков Ю. А. Гідравліка і гідропневмопривод: Навчальний посібник. Ч. I. Гідравліка і гідропривод/ Ю.А. Буренніков, І. А. Немировський, Л. Г. Козлов; МОН України, – Вінниця: ВНТУ, 2003. – 123 с.

26. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи, гідропневмоавтоматика: лабораторний практикум/Ю.А.Буренніков, О.В.Дерібо, Л.Г.Козлов; ВНТУ – Вінниця: ВНТУ, 2016.– 100 с

27. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи: курсове проектування для студентів напрямів підготовки 6.050502 – «Інженерна механіка», 6.050503 «Машинобудування»: навчальний посібник/ Ю. А. Буренніков, Л. Г. Козлов, В. П. Пурдик, С. В. Репінський; ВНТУ. – Вінниця, 2014. – 238 с.

28. Гидравлика: Основной курс: Учебное пособие. Т.2 /Д. Меркле, Б. Шрадер, М. Томес. – К.: ДП «Фесто», 2002 – 281 с.

29. Гідравліка, гідромашини та гідропневмоавтоматика: підручник /Д.Є. Пелевін, Д.О. Міщук, В.П. Рашківський [et al.]; МОН України, КНУБА – Київ: КНУБА, 2015.

30. Гідравліка: підручник/В.А. Дідур, Д. П. Журавель, М.А. Палішкін; за ред. проф. В. А. Дідура. – Херсон: ОЛДІ-ПІЛОС, 2015. – 624 с.

19. Методичні вказівки до виконання самостійної роботи з дисципліни «Гідравліка та гідропневмопривод»/ВНТУ ; уклад.: Р. Д. Іскович-Лотоцький, Я. В. Іванчук. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 66 с.

20. Монтаж, експлуатація та ремонт гідромашин і гідропневмоприводів: навчальний посібник/ В. О. Панченко, О. Г. Гусак, А. А. Панченко, С. О. Хованський; СумДУ. – Суми: Сумський державний університет, 2015. – 151 с.

21. Основоволожник вітчизняної гідравліки: Т. Башта// Урядовий кур'єр.– 2019.– 9 лютого (№ 27).– С. 6.

22. Гевко Б.М. Гідропривод і гідроавтоматика сільськогосподарської техніки : посібник / Б.М.Гевко, С.Г.Білик., А.Ю.Ліник, О.В.Фльонц.– Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2015. – 384 с.

23. Маяк В. И. Гидравлика и гидравлические машины : уч. пособие / В. И. Маяк, В. М. Михайлов, О. А. Маяк. – Х. : Харьк. гос. ун-т питания и торговли, 2007. – 178 с.

24. Гідравліка : навчальний посібник / Л. В. Возняк, П. Р. Гімер, М. І. Мердух, О. В. Паневник. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2012. – 327 с.

25. Шамрай Ю.А. Математическая модель кинематических параметров холодильника МБЛЗ с шагающими балками / Ю.А. Шамрай, Е.В. Ошовская, В.А. Сидоров // Инновационные перспективы, г. Днепр 2017 С. 113 – 118.

26. Т.М. Башта, С.С. Руднев, Б.Б. Некрасов и др., « Гидравлика, гидромашини и гидроприводы»/Т.М. Башта, С.С. Руднев, Б.Б. Некрасов и др.//М.: Машиностроение,1982. С. 382-383.

27. В.В. Лозовецкий, « Гидро- и Пневмосистемы транспортно-технологических машин»/ В.В. Лозовецкий. //Лань,2012. С. 5-10.

28. Б.А. Гавриленко, В.А. Минин, С.Н. Рождественский, «Гидравлический привод» /Б.А. Гавриленко, В.А. Минин, С.Н. Рождественский.// М.: Машиностроение, 1968. С. 14-16

29. Т.М. Башта, С.С. Руднев, Б.Б. Некрасов и др., « Гидравлика, гидромашини и гидроприводы»/Т.М. Башта, С.С. Руднев, Б.Б. Некрасов и др.//М.: Машиностроение,1982. С. 396-398.

30. В.В. Лозовецкий, « Гидро- и Пневмосистемы транспортно-технологических машин»/ В.В. Лозовецкий. //Лань,2012. С. 13-17.

31. Буренніков Ю. А. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи : навч. посібник / Ю. А. Буренніков, І. А. Немировський, Л. Г. Козлов. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 273 с.

32. Черевко О. І. Процеси і апарати харчових виробництв : підручник / О. І.

Черевко, А. М. Поперечний. – 2-ге вид., доп. та випр. – Х. : Світ Книг, 2014. – С. 42–86.

33. Черевко О. І. Процеси і апарати харчових виробництв : підручник / О. І. Черевко, А. М. Поперечний. – Х., 2002. – С. 36–76.

34. Пасынков Р. М. Расчёт гидрообъёмных трансмиссий с учётом динамических нагрузок [Текст] / Р. М. Пасынков, М. М. Гацгори // Вестник машиностроения. – 1967. – № 10. – с. 48-51.

35. НПАОП 01.0-1.01-12. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві - К.: Держстандарт, 2012. – 129 с.

36. Іванчук Я. В. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи: навчальний посібник. Ч. 1. Основні закони, рівняння і визначення / Я. В. Іванчук, Р. Д. Іскович-Лотоцький, ВНТУ. – Вінниця: ВНТУ, 2019. – 183 с.

37. Кулінченко В. Р. Гідравліка, гідравлічні машини і гідропривід: Підручник/ МОН України; НУХТ. К.: «Фірма «ІНКОС»; Центр навч. літ-ри, 2006.– 616 с.

38. Мельничук С. В. Гідравлічні системи автомобіля: навчальний посібник/ МОН України, ЖДГУ. – Житомир: ЖДГУ, 2004. – 294 с.: іл.

39. Методичні вказівки до виконання самостійної роботи з дисципліни «Гідравліка та гідропневмопривод»/ВНТУ ; уклад.: Р. Д. Іскович-Лотоцький, Я. В. Іванчук. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 66 с.

40. Монтаж, експлуатація та ремонт гідромашин і гідропневмоприводів: навчальний посібник/ В. О. Панченко, О. Б. Гусак, А. А. Панченко, С. О. Хованський; СумДУ. – Суми: Сумський державний університет, 2015. – 151 с.

41. Основоположник вітчизняної гідравліки: Т. Башта// Урядовий кур'єр.– 2019.– 9 лютого (№ 27). – С. 6.

42. Гевко Б.М. Гідропривод і гідроавтоматика сільськогосподарської техніки : посібник / Б.М.Гевко, С.Г.Білик., А.Ю.Ліник, О.В.Фльонц.– Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2015. – 384 с.

43. Маяк В. И. Гидравлика и гидравлические машины : уч. пособие / В. И. Маяк, В. М. Михайлов, О. А. Маяк. – Х. : Харьк. гос. ун-г питания и торговли, 2007. – 178 с.

44. Гідравліка : навчальний посібник / Д. В. Возняк, П. Р. Гімер, М. І. Мердух, О. В. Паневник. – Івано-Франківськ : ІФНТУНУ, 2012. – 327 с.

45. Константинов Ю. М. Технічна механіка рідини та газу : підручник / Ю. М. Константинов, О. О. Гіжа. – К. : Вища шк., 2002. – 277 с.

46. Кулінченко В. Р. Гідравліка, гідравлічні машини і гідропривід : підручник / В. Р. Кулінченко. – Київ : ІНКОС, Центр навчальної літератури, 2006. – 616 с.

47. Буренніков Ю. А. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи : навч. посібник / Ю. А. Буренніков, І. А. Немировський, Л. Т. Козлов. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 273 с.

48. Буренніков Ю. А. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи : навч. посібник / Ю. А. Буренніков, І. А. Немировський, Л. Т. Козлов. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 273 с.

49. Черевко О. І. Процеси і апарати харчових виробництв : підручник / О. І. Черевко, А. М. Поперечний. – 2-ге вид., доп. та випр. – Х. : Світ Книг, 2014. – С. 42–86.

50. Мельничук С. В. Гідравлічні системи автомобіля : навчальний посібник / МОН України, ЖДТУ. – Житомир : ЖДТУ, 2004. – 294 с.: іл.

51. Гевко Б.М. Гідропривід і гідроавтоматика сільськогосподарської техніки : посібник / Б.М. Гевко, С.Г. Білик, А.Ю. Ліник, О.В. Фльонц. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2015. – 384 с.

52. НПАОП 01.0-1.01-12. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві - К.: Держстандарт, 2012. – 129 с.

53. Іванчук Я. В. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи: навчальний посібник. Ч. 1. Основні закони, рівняння і визначення / Я. В. Іванчук, Р. Д. Іскович-Дотоцький; ВНТУ. – Вінниця: ВНТУ, 2019. – 183 с.