

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет інженерії та енергетики  
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Кваліфікаційна робота  
на правах рукопису

**КОВАЛЬЧУК ДАНИЛ СЕРГІЙОВИЧ**

**УДК 629.3.083**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**Проект модернізації механічної ділянки МРМ з розробкою  
пристосування для закріплення валу після нарощування на  
станині станка**

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання  
ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело  
\_\_\_\_\_ Ковальчук Д.С.

**Керівник роботи**

Міненко С.В.

кандидат технічних наук, доцент

**Житомир – 2024**

## АНОТАЦІЯ

*Ковальчук Даніл Сергійович. Проєкт модернізації механічної дільниці МРМ з розробкою пристосування для закріплення валу після нарощування на станині станка. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.*

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2024.

Кваліфікаційна робота присвячена модернізації механічної дільниці ремонтно-механічної майстерні з розробкою пристосування для закріплення валу після нарощування на станині станка. У процесі роботи було проведено аналіз існуючих методів і технологій закріплення валів, визначено їхні основні недоліки та запропоновано інноваційні рішення для їх усунення.

Основна мета проєкту полягає у підвищенні ефективності та якості ремонтних робіт шляхом розробки і впровадження нового пристосування для закріплення валу, що забезпечує надійність та точність обробки після нарощування. Запропоноване пристосування дозволяє зменшити витрати часу на закріплення і налаштування, а також підвищити безпеку роботи оператора.

В роботі детально описано конструкцію пристосування, принцип його роботи, а також наведено технологічний процес закріплення валу. Отримані результати свідчать про значне покращення характеристик обробки валів порівняно з традиційними методами.

Проєкт має важливе практичне значення, оскільки впровадження розробленого пристосування дозволить підвищити продуктивність праці, знизити витрати на технічне обслуговування та ремонт, а також покращити якість відновлених деталей. Результати досліджень можуть бути використані в інших галузях машинобудування, де необхідне точне і надійне закріплення валів під час обробки.

*Ключові слова: механічна дільниця, вал, станок, ремонт, технічний сервіс, ремонтна майстерня.*

## ANNOTATION

*Danil Sergeevich Kovalchuk. The project of modernization of the mechanical department of the repair shop with the development of a device for fixing the shaft after mounting on the machine bed. – Qualification work on the rights of the manuscript.*

Qualification work for obtaining a bachelor's degree in the specialty 208 – Agricultural Engineering. – Polissia National University, Zhytomyr, 2024.

The qualification work is devoted to the modernisation of the mechanical section of the repair and mechanical workshop with the development of a device for fixing the shaft after extension on the machine bed. In the course of the work, an analysis of existing methods and technologies for shaft fixing was carried out, their main shortcomings were identified, and innovative solutions were proposed to address them.

The main goal of the project is to improve the efficiency and quality of repair work by developing and implementing a new shaft fixture that ensures reliable and accurate machining after build-up. The proposed fixture reduces the time spent on fixing and setting up, as well as improves operator safety.

The paper describes in detail the design of the fixture, the principle of its operation, and the technological process of shaft clamping. The results obtained show a significant improvement in shaft processing performance compared to traditional methods.

The project is of great practical importance, as the implementation of the developed tooling will increase labour productivity, reduce maintenance and repair costs, and improve the quality of the refurbished parts. The results of the research can be used in other areas of mechanical engineering where precise and reliable shaft fixing is required during machining.

*Keywords: mechanical department, shaft, machine, repair, technical service, repair shop.*

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ.....	8
РОЗДІЛ 2. ОБҐРУНТУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МРМ.....	14
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ЗАКРІПЛЕННЯ ВАЛУ ПІСЛЯ НАРОЩУВАННЯ НА СТАНИНІ СТАНКА.....	21
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	28
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	29

## ВСТУП

**Актуальність теми дослідження.** сучасних умовах розвитку промислового виробництва, зокрема в галузі машинобудування, важливу роль відіграє технічне обслуговування та ремонт обладнання. Одним із ключових елементів виробничого процесу є механічні дільниці ремонтно-механічних майстерень (МРМ), які забезпечують своєчасне та якісне виконання ремонтних робіт. Модернізація таких дільниць є невід'ємною складовою підвищення ефективності виробничих процесів та забезпечення безперебійної роботи обладнання.

Одним з актуальних напрямів модернізації механічних дільниць є розробка і впровадження нових пристосувань для закріплення деталей під час їх обробки. У процесі нарощування валів, зокрема, виникає необхідність у надійному та точному закріпленні валу на станині станка. Традиційні методи закріплення часто не відповідають сучасним вимогам до точності, надійності та швидкості виконання робіт. Тому розробка інноваційного пристосування для закріплення валу після нарощування є важливою задачею для інженерів-механіків.

**Метою даного** дипломного проекту є модернізація механічної дільниці МРМ з розробкою пристосування для закріплення валу після нарощування на станині станка. Проект передбачає аналіз існуючих методів закріплення, визначення їх недоліків та розробку конструктивно нового пристосування, яке забезпечить надійне закріплення валу та високу точність його обробки.

Завдання проекту включають:

- проаналізувати існуючі технології закріплення валів після нарощування;
- визначити технічні вимоги до нового пристосування;
- розробити конструкцію пристосування та провести моделювання пристосування.

Очікувані результати проекту мають практичну значимість, оскільки дозволять підвищити продуктивність праці, знизити витрати на технічне обслуговування та ремонт обладнання, а також покращити якість обробки деталей. Запропоновані рішення можуть бути використані не лише в машинобудуванні, але й в інших галузях промисловості, де необхідне точне та надійне закріплення деталей під час їх обробки..

**Об'єктом дослідження** є механічна дільниця ремонтно-механічної майстерні (МРМ), зокрема процеси механічної обробки валів після їх нарощування.

**Предметом дослідження** розробка та впровадження пристосування для закріплення валу після нарощування на станині станка, що забезпечує підвищення точності та надійності закріплення, а також ефективності процесу обробки валів.

#### **Перелік публікацій за темою роботи:**

1. Білецький В. Р., Ковальчук Д. С., Куят В. В., Захаренко О. С., Заінчківський В. Р., Якименко Р. М. Удосконалення системи технічного обслуговування сільськогосподарської техніки. Збірник тез Х-ї всеукраїнської науково-практичної конференції «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь». м. Житомир, 20 квітня 2024 року. Житомир : ЖАТФК. С. 24-26.

2. Савченко В. М., Якименко Р. М., Ковальчук Д. С., Диняк О. В. Перспективи розвитку технічного сервісу машин та обладнання агропромислового комплексу. Збірник тез доповідей XI Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» з нагоди 117-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, віцепрезидента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-1987) 22-23 лют. 2024 р., м. Київ / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. 2024. С. 94-96.

**Практичне значення одержаних результатів.** Практичний інтерес для аграрних підприємств України представляє розроблене пристосування для закріплення валу після нарощування на станині станка.

**Структура та обсяг роботи.** Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 21 найменування. Загальний обсяг роботи становить 30 сторінок комп'ютерного тексту, містить 3 рисунки.

## РОЗДІЛ 1

### АНАЛІЗ ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ

Інноваційний розвиток галузей сільського господарства передбачає технічне й технологічне оновлення виробництва, що містить у собі не тільки вдосконалення технічної оснащеності сільськогосподарського виробництва, а й ефективне використання та обслуговування технічної бази села [4].

Нині відбувається якісна зміна техніки, що постачається до господарств, у якій істотно зросла продуктивність і застосовуються інформаційні технології, складні електронні та гідравлічні системи [7].

Це вимагає від інженерно-технічної системи агропромислового комплексу надійної реалізації всіх експлуатаційних якостей машин [1, 2].

Підтримання техніки в працездатному стані до 1990 року здійснювалося на основі планово-попереджувальної системи технічного обслуговування та ремонту. Використання системи технічного обслуговування і ремонту машин протягом багатьох десятиліть стало значним резервом підвищення надійності машинно-тракторного парку [9].

Під системою технічного обслуговування і ремонту розуміють сукупність взаємопов'язаних засобів, документації та виконавців, необхідних для підтримання і відновлення якості машин сільськогосподарського призначення. Нині внаслідок реформування економічних взаємовідносин у практиці широко використовуються терміни "технічний сервіс" і "сервісне обслуговування" [3].

Service перекладається з англійської мови як "обслуговування" або "послуга". Обслуговування означає виконання роботи із задоволення чийось потреб або надання послуги. У зв'язку з цим термін "сервісне обслуговування" є тавтологією, що являє собою повторення близьких за змістом слів, що не відображає фізичний зміст процесу технічного обслуговування [12].



У міжнародній практиці машинокористування термін "технічний сервіс" трактують як комплекс послуг, що надаються споживачеві з придбання техніки, ефективного її використання та підтримання в працездатному стані впродовж усього терміну експлуатації машини, а також її утилізації після закінчення терміну служби [7, 9, 12].

Для забезпечення працездатності сільськогосподарських машин в експлуатаційних умовах використовують три основні стратегії технічного обслуговування і ремонту:

- за потребою після виникнення відмови;
- регламентована (залежно від напрацювання або календарного часу) за терміном і змістом ремонтно-обслуговувальних впливів;
- за технічним станом з періодичним або безперервним контролем (діагностуванням).

Перша стратегія передбачає виконання ремонтно-обслуговувальних робіт, які проводять після виникнення раптової або поступової відмови.

Друга стратегія має планово-попереджувальний характер і реалізується протягом терміну служби машини незалежно від технічного стану її складових елементів. Третя стратегія має планово-попереджувальний характер, але її вид і обсяги залежать від результату оцінки технічного стану складових частин машини [1, 2, 4].

Як основний критерій при виборі стратегії користуються коефіцієнтом технічної готовності та мінімумом витрат на підтримання техніки в справному стані. Найефективнішою є стратегія виконання впливів за фактичним станом машин із використанням засобів діагностування [4].

Стратегія регламентує термін обслуговування, а зміст визначається за результатами оцінки технічного стану машини. Щодо планових поточних ремонтів незмінними є їхні обсяги, а момент проведення зсувається залежно від технічного стану елементів машини [1, 2, 3, 6].

Система технічного обслуговування і ремонту передбачає види і склад ремонтно-обслуговуючих впливів (РОВ), регламентує періодичність і трудомісткість їх виконання. Для забезпечення працездатності техніки використовується весь комплекс РОВ: вхідний контроль, передпродажне обслуговування, технічне обслуговування із застосуванням методів і засобів діагностування, поточний і капітальний ремонт, зберігання.

Важливе значення в системі технічного сервісу має її оптимальна організація, що охоплює такі аспекти: забезпечення раціональних форм організації робіт; управління виробничими процесами; формування та використання ремонтно-обслуговувальної бази; формування та використання експлуатаційних матеріалів; забезпечення належних умов праці; забезпечення нормативно-технічною документацією; інформаційний супровід; забезпечення потрібного рівня кваліфікації; забезпечення належних умов праці; забезпечення нормативно-технічною документацією; забезпечення необхідного рівня кваліфікації; забезпечення технічного обслуговування техніки; забезпечення технічної підтримки; забезпечення технічної безпеки; забезпечення технічної безпеки; забезпечення технічного обслуговування техніки; забезпечення необхідного рівня кваліфікації працівників [1, 2, 3, 6, 8].

При цьому основною цільовою функцією технічного сервісу є забезпечення за оптимальних витрат, максимальне скорочення втрат, що виникають під час експлуатації машин через технічні несправності, і максимальна реалізація потенційних можливостей машин за надійністю.

Таким чином, можна констатувати, що організація технічного сервісу в сучасних умовах потребує обґрунтованого наукового підходу, що забезпечує ефективне використання машинно-тракторного парку [1, 2, 3, 6, 9].

В умовах обмеженої кількості техніки, що поставляється для сільського господарства, її дорожнечі та нестачі грошових коштів у

сільгосптоваровиробників найважливішого значення набувають комплектність і якість машин.

З низки об'єктивних причин сільськогосподарська техніка надходить у напіврозібраному, а то й у розібраному вигляді.

Із суб'єктивних причин - буває недоукомплектованою та несправною.

Сільським товаровиробникам потрібна підготовка "нової" техніки до роботи [6].

Дослідження проблеми комплектності та надійності техніки, що поставляється, показує, що до числа об'єктивних причин того, що машини надходять у напіврозібраному вигляді, насамперед належать умови їх транспортування.

Наприклад, повністю зібраний зернозбиральний комбайн поставити залізницею неможливо через великі габарити.

Водночас найпростіші за конструкцією сільгоспмашини економічно доцільно поставляти в компактному, напіврозібраному вигляді. Крім того, під час транспортування виникає необхідність пакування, підготовки до перевезення деяких деталей і вузлів машин (дзеркала, фари, елементи електроніки тощо), знижувати тиск у шинах, виконувати інші умови.

Слід враховувати і той фактор, що в процесі транспортування трапляються розкрадання і пошкодження складових частин машин. Таким чином, вхідний контроль, доскладання техніки, регулювання технологічних параметрів перед її використанням за призначенням - це об'єктивна необхідність.

Іншою особливістю, що викликає потребу в передпродажному обслуговуванні, є забезпечення безвідмовності машин. Із загальної кількості несправностей до 15 % виявляють і усувають у процесі передпродажного обслуговування, що дає змогу на 5...10 % підвищити ефективність використання техніки.

У цьому полягає мета передпродажного обслуговування техніки, щоб окрім доскладання машини усунути виявлені несправності, провести технічне

обслуговування, перевірити можливість технічного регулювання і, переконавшись у працездатності машини, її реалізувати [7].

Таким чином, питання технічного сервісу машин у процесі використання за призначенням є дуже важливими, особливо в гарантійний період експлуатації, тому що в цей період проявляються дефекти, які виникли з вини заводу-виробника. У цьому випадку усунення несправностей беруть на себе дилери, через які ці машини були реалізовані.

Роботи служб передпродажного та гарантійного обслуговування техніки дилерської системи свідчать, що при виконанні всіх технічних регламентів можна отримати значний ефект, який формується на основі таких складових [8]:

попередження відмов у процесі передпродажної підготовки та зменшення за рахунок цього простоїв машин у період польових робіт;

- скорочення простоїв машин за рахунок перевірки можливості технологічного регулювання сільськогосподарських машин;

- повернення грошових коштів заводами-виготовлювачами за відновлення працездатності машин, що відмовили з їхньої вини;

- збільшення продуктивності машин за рахунок скорочення тривалості простоїв з технічних причин;

- попередження відмов машин за рахунок підвищення кваліфікації майстрів-налагоджувальників і механізаторів.

Попередження відмов під час передпродажного обслуговування в процесі доскладання і регулювання машин дає подвійний ефект: це, по-перше, запобігання витратам господарств на усунення наслідків відмов, які могли б виникнути в процесі використання машин і, по-друге, зменшення витрат господарств за рахунок скорочення простоїв машин і, відповідно, підвищення їхньої продуктивності.

Скорочення простоїв машин, підвищення їхньої продуктивності, а, відповідно, і зменшення витрат господарств відбуваються також завдяки навчанню та підвищенню кваліфікації фахівців і механізаторів господарств,

попередньому технологічному регулюванню машин, а також за рахунок оперативного усунення наслідків відмов [9].

Попередження несправностей комбайнів під час передпродажного та гарантійного обслуговування, своєчасне планове технічне обслуговування силами і засобами дилерів дають змогу одержати ефект, що дорівнює додатковому введенню в роботу машин близько 12 % від кількості тих, що надходили [10].

При цьому необхідно зазначити, що дилерські підприємства забезпечують підтримання працездатності техніки і в післягарантійний період експлуатації шляхом її ремонту та модернізації на основі реалізації інноваційних технологій технічного сервісу [6].

Під модернізацією машин, що перебувають в експлуатації, розуміють поліпшення їхніх технічних характеристик і підвищення експлуатаційної надійності за допомогою проведення невеликих змін у конструкції та застосування низки технічних досягнень, які використовують у конкурентоспроможних машинах [1, 2, 3, 9, 13].

Необхідність модернізації викликана швидкими темпами розвитку технічного прогресу і виникаючим у зв'язку з цим моральним зносом машин. Будучи однією з форм технічного прогресу, модернізація дає змогу в низці випадків ціною порівняно невеликих витрат приводити діючі машини до технічного рівня нових машин [1, 2, 3, 6].

Таким чином, організація передпродажного і гарантійного обслуговування техніки є найважливішим етапом в експлуатації машин, особливо нині за ослабленої матеріально-технічної бази господарств [1, 2, 3, 6].

У такій ситуації роль і відповідальність дилерів значно зростає, і їхнє завдання зводиться тепер не тільки до своєчасного і комплектного постачання машин, а й до належної організації передпродажного, гарантійного та післягарантійного технічного сервісу [1, 2, 3, 6].

## РОЗДІЛ 2

### ОБҐРУНТУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МРМ

#### 2.1. Визначення загального об'єму РОБ

Оскільки більшість ремонтно-обслуговуючих робіт здійснюється самим виробником [5, 6, 8] в МРМ планується виконання поточних ремонтів усіх тракторів, автомобілів, комбайнів і сільськогосподарських машин, а також ТО-3 для тракторів та комплексне виконання другого, першого та сезонного технічного обслуговування інших МТП. Згідно з [5, 6, 8, 11], існує декілька методів для визначення обсягу та кількості ремонтно-обслуговуючих заходів, які різняться за трудомісткістю та точністю проведених розрахунків. Для поточного планування найбільше використовується метод розрахунків за кожною машиною окремо, а для довгострокового планування – груповий метод.

За індивідуальним методом обраховують кількість ремонтів та обслуговувань для кожного агрегату, виходячи з його реальної експлуатації з моменту останнього технічного обслуговування та планової річної експлуатації [1, 2, 3, 6].

У дипломному проекті для розрахунку загального обсягу ремонтних та обслуговуючих робіт буде використовуватися груповий метод, оскільки він менш трудомісткий і не потребує детальних даних про кожен окремий агрегат. Розрахункові формули для визначення кількості та трудомісткості ремонтних заходів за груповим методом для різноманітної сільськогосподарської техніки будуть застосовані згідно з методикою [5].

Спочатку визначаємо кількість ремонтно-обслуговуючих днів.

Для тракторів [8, 9, 10, 11, 12]:

$$K_{KM} = NQ_{KM} \Pi_1 \Pi_2 ; \quad (2.1)$$

$$K_{TM} = (NB_p/M_T) - K_{KM}; \quad (2.2)$$

$$K_{3M} = (NB_p/M_3) - K_{KM} - K_{TM}; \quad (2.3)$$

$$K_{2M} = \frac{3}{4} (NB_p/M_2); \quad (2.4)$$

$$K_{1M} = \frac{3}{4} (NB_p/M_1); \quad (2.5)$$

$$K_{COM} = 2N, \quad (2.6)$$

де  $K_{KM}$ ,  $K_{TM}$ ,  $K_{3M}$ ,  $K_{2M}$ ,  $K_{1M}$ ,  $K_{COM}$  – кількість, відповідно капітальних і поточних ремонтів, технічних обслуговувань ТО-3, ТО-2, ТО-1 та сезонних обслуговувань тракторів, шт. [8, 9, 10, 11, 12];

$N$  – кількість тракторів, шт.;

$V_p$  – річне планове напрацювання одного трактора, мото-годин;

$M_{п}$ ,  $M_3$ ,  $M_2$ ,  $M_1$  – нормативне напрацювання, відповідно до поточного ремонту, ТО-3, ТО-2, ТО-1, мото-годин [8, 9, 10, 11, 12];

$Q_{KM}$  – коефіцієнт охоплення капітальним ремонтом [8, 9, 10, 11, 12];

$\Pi_1$  – поправочний коефіцієнт до середнього річного коефіцієнту охоплення капітальним ремонтом тракторів, що враховує зональні умови експлуатації [8, 9, 10, 11, 12];

$\Pi_2$  – поправочний коефіцієнт, що враховує середній вік машин в парку.

Для автомобілів:

$$K_{KM} = NQ_{KM}\Pi_3\Pi_4, \quad (2.7)$$

$$K_{2M} = (NB_p/M_2)\Pi_3\Pi_4 - K_{KM}, \quad (2.8)$$

$$K_{1M} = \frac{3}{4} (NB_p/M_1))\Pi_3\Pi_4 , \quad (2.9)$$

$$K_{COM} = 2N , \quad (2.10)$$

де  $K_{KM}$  ,  $K_{2M}$  ,  $K_{1M}$  ,  $K_{1M}$  ,  $K_{COM}$  – кількість, відповідно капітальних ремонтів, технічних обслуговувань ТО-2, ТО-1 та сезонних обслуговувань автомобілів, шт.;

$N$  – кількість автомобілів, шт.;

$V_p$  – річне планове напрацювання одного автомобіля, км;

$M_2$  ,  $M_1$  – нормативне напрацювання, відповідно до ТО–2, ТО–1, км;

$\Pi_3$  – поправочний коефіцієнт до нормативів на технічне обслуговування і ремонт автомобілів, що враховує категорію дорожніх умов експлуатації;

$\Pi_4$  – поправочний коефіцієнт до нормативів на технічне обслуговування і ремонт автомобілів, що враховує природно-кліматичні умови експлуатації.

Для самохідних комбайнів:

$$K_{KM} = NQ_{KM}\Pi_5 , \quad (2.11)$$

$$K_{2M} = (NB_p/M_2) - K_{KM} , \quad (2.12)$$

$$K_{1M} = \frac{3}{4} (NB_p/M_1) , \quad (2.13)$$

$$K_{COM} = 2N , \quad (2.14)$$

де  $K_{KM}$  ,  $K_{2M}$  ,  $K_{1M}$  ,  $K_{COM}$  – кількість, відповідно капітальних ремонтів, технічних обслуговувань ТО-2, ТО-1 та сезонних обслуговувань самохідних комбайнів, шт. [8, 9, 10, 11, 12];

$N$  – кількість самохідних комбайнів, шт.;



$V_p$  – річне планове напрацювання одного самохідного комбайна, мото-годин;

$M_2, M_1$  – нормативне напрацювання, відповідно до ТО–2, ТО–1, мото-годин;

$P_5$  – поправочний коефіцієнт до середнього річного коефіцієнту охоплення капітальним ремонтом комбайнів, що враховує зональні умови експлуатації [8, 9, 10, 11, 12].

Для сільськогосподарських машин:

$$K_{\text{ПР}} = N P_6, \quad (2.15)$$

де  $K_{\text{КМ}}$  – кількість капітальних ремонтів с.г. машин, шт.;

$P_6$  – коефіцієнт, що враховує списання сільськогосподарської техніки.

Після визначення кількості ремонтно-обслуговуючих діянь визначаємо їх трудомісткість.

Для тракторів [8, 9, 10, 11, 12]:

$$T_{\text{КМ}}^c = K_{\text{КМ}} T_{\text{КМ}}, \quad (2.16)$$

$$T_{\text{ТМ}}^c = (N B_p / 1000) \cdot g_{\text{ТР}}, \quad (2.17)$$

$$T_{\text{ЗМ}}^c = K_{\text{ЗМ}} T_{\text{ЗМ}}, \quad (2.18)$$

$$T_{\text{2М}}^c = K_{\text{2М}} T_{\text{2М}}, \quad (2.19)$$

$$T_{\text{1М}}^c = K_{\text{1М}} T_{\text{1М}}, \quad (2.20)$$

$$T_{\text{СОМ}}^c = K_{\text{СОМ}} T_{\text{СОМ}}, \quad (2.21)$$

де  $T_{\text{КМ}}^{\text{C}}$ ,  $T_{\text{ТМ}}^{\text{C}}$ ,  $T_{\text{ЗМ}}^{\text{C}}$ ,  $T_{\text{2М}}^{\text{C}}$ ,  $T_{\text{1М}}^{\text{C}}$ ,  $T_{\text{СОМ}}^{\text{C}}$  – трудомісткість, відповідно капітальних, поточних ремонтів, ТО–3, ТО–2, ТО–1, сезонних обслуговувань тракторів, люд–год [8, 9, 10, 11, 12];

$g_{\text{пр}}$  – сумарна питома трудомісткість поточного ремонту тракторів, люд·год / 1000 мото–год.

Для автомобілів [8, 9, 10, 11, 12]:

$$T_{\text{КМ}}^{\text{C}} = K_{\text{КМ}} T_{\text{КМ}} , \quad (2.22)$$

$$T_{\text{ТМ}}^{\text{C}} = (N_{\text{ВР}}/1000) \cdot g_{\text{ТР}} \Pi_3 \Pi_4 , \quad (2.23)$$

$$T_{\text{2М}}^{\text{C}} = K_{\text{2М}} T_{\text{2М}} , \quad (2.24)$$

$$T_{\text{1М}}^{\text{C}} = K_{\text{1М}} T_{\text{1М}} , \quad (2.25)$$

$$T_{\text{СОМ}}^{\text{C}} = K_{\text{СОМ}} T_{\text{СОМ}} , \quad (2.26)$$

де  $T_{\text{КМ}}^{\text{C}}$ ,  $T_{\text{ТМ}}^{\text{C}}$ ,  $T_{\text{2М}}^{\text{C}}$ ,  $T_{\text{1М}}^{\text{C}}$ ,  $T_{\text{СОМ}}^{\text{C}}$  – трудомісткість, відповідно капітальних, поточних ремонтів, ТО–2, ТО–1, сезонних обслуговувань автомобілів, люд–год;

$g_{\text{ТР}}$  – сумарна питома трудомісткість поточного ремонту автомобілів, люд·год / 1000 км пробігу [8, 9, 10, 11, 12].

Для самохідних комбайнів:

$$T_{\text{КМ}}^{\text{C}} = K_{\text{КМ}} T_{\text{КМ}} , \quad (2.27)$$

$$T_{\text{ТР}}^{\text{C}} = N g_{\text{ТР}} \Pi_5 , \quad (2.28)$$

$$T_{\text{2М}}^{\text{C}} = K_{\text{2М}} T_{\text{2М}} , \quad (2.29)$$

$$T_{1M}^c = K_{1M} T_{1M}, \quad (2.30)$$

$$T_{COM}^c = K_{COM} T_{COM}, \quad (2.31)$$

де  $T_{KM}^c, T_{ПР}^c, T_{2M}^c, T_{1M}^c, T_{COM}^c$  – трудомісткість, відповідно капітальних, поточних ремонтів, ТО–2, ТО–1, сезонних обслуговувань самохідних комбайнів, люд–год [8, 9, 10, 11, 12];

$g_{ПР}$  – сумарна питома трудомісткість поточного ремонту самохідних комбайнів, люд·год / 1000 мото-годин.

Для с.г. машин [8, 9, 10, 11, 12]:

$$T_{ПР}^c = K_{ПР} \cdot T_{ПР}, \quad (2.32)$$

де  $T_{ПР}^c$  – трудомісткість поточних ремонтів с.г. машин, люд–год;

$T_{ПР}$  – трудомісткість одного поточного ремонту с.г. машин, люд–год.

Нормативні значення періодичності, трудомісткості технічного обслуговування та ремонту, коефіцієнти охоплення капітальним ремонтом, а також значення поправочних коефіцієнтів наведені у додатках [5]. Результати розрахунків обсягів і розподілу робіт з ремонту та технічного обслуговування зведені в Додатку А. З цього додатку видно, що загальна трудомісткість робіт з ремонту та технічного обслуговування МТП, які планується виконувати в МРМ, становить  $T_{сум} = 9881,3$  люд·год [8, 9, 10, 11, 12].

Оскільки МРМ, окрім зазначених робіт, також виконує додаткові завдання, пов'язані з ремонтом та виготовленням деталей для інших підрозділів господарства, загальна річна трудомісткість робіт підприємства повинна враховувати ці роботи [8, 9, 10, 11, 12]:

$$T_{МГ} = K \cdot T_{сум}, \quad (2.33)$$

де  $K$  – коефіцієнт, враховуючий додаткові роботи,  $K = 1,15 \dots 1,20$  [1, 2].

$$T_{\text{мг}} = (1,15 \dots 1,2) \cdot 9881,3 = 11363,4 \dots 11857,5 \text{ люд} \cdot \text{год}$$

## 2.2. Розрахунок площі МРМ

Розрахунок виробничих площ діляниць проводимо за формулою:

$$FM = A + BW_y, \quad (2.34)$$

де  $B$  – питома площа, що приходить на один умовний ремонт,  $\text{м}^2$ ;

$A$  – площа, що не залежить від програми майстерні,  $\text{м}^2$ .

Для майстерні загального призначення і майстерні господарства потужністю від 30 до 50 умовних ремонтів  $A = 1000 \text{ м}^2$ ,  $B = 2,4 \text{ м}^2$ .

$$FM = 1000 + 2,4 \cdot 38 = 1091 \text{ м}^2.$$

З урахуванням додаткових площ МРМ, приймаємо параметри будівлі майстерні  $24 \times 54 = 1296 \text{ м}^2$ .

## РОЗДІЛ 3

### РОЗРОБКА ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ЗАКРІПЛЕННЯ ВАЛУ ПІСЛЯ НАРОЩУВАННЯ НА СТАНИНІ СТАНКА

Технічне переозброєння, впровадження нових видів продукції в машинобудуванні та покращення процесів ремонту сільськогосподарської техніки і відновлення деталей машин потребують модернізації виробничих засобів. Цей процес включає проектування та виготовлення засобів технологічного оснащення, серед яких значну частину складають верстатні пристосування. Використання таких пристосувань забезпечує надійне базування та закріплення деталей, зберігаючи їх жорсткість під час обробки.

#### **3.1. Опис конструкції та принцип дії пристосування**

Проектоване пристосування для закріплення деталей під час механічної обробки призначене для швидкого і надійного закріплення валоподібних деталей при фрезеруванні та свердлінні отворів.

Загальний вигляд пристосування для закріплення деталей під час механічної обробки показано на рис. 3.1. Пристосування (рис. 3.1) включає раму 1, стіл 2, на якому встановлені передня та задня призми 6, 12, пневматичний притискний пристрій та планку 3. Планка 3 має отвір для направляючої кондукторної втулки 18. Пневматичний притискний пристрій складається з циліндра 10, всередині якого рухаються поршень 9 та шток 14.

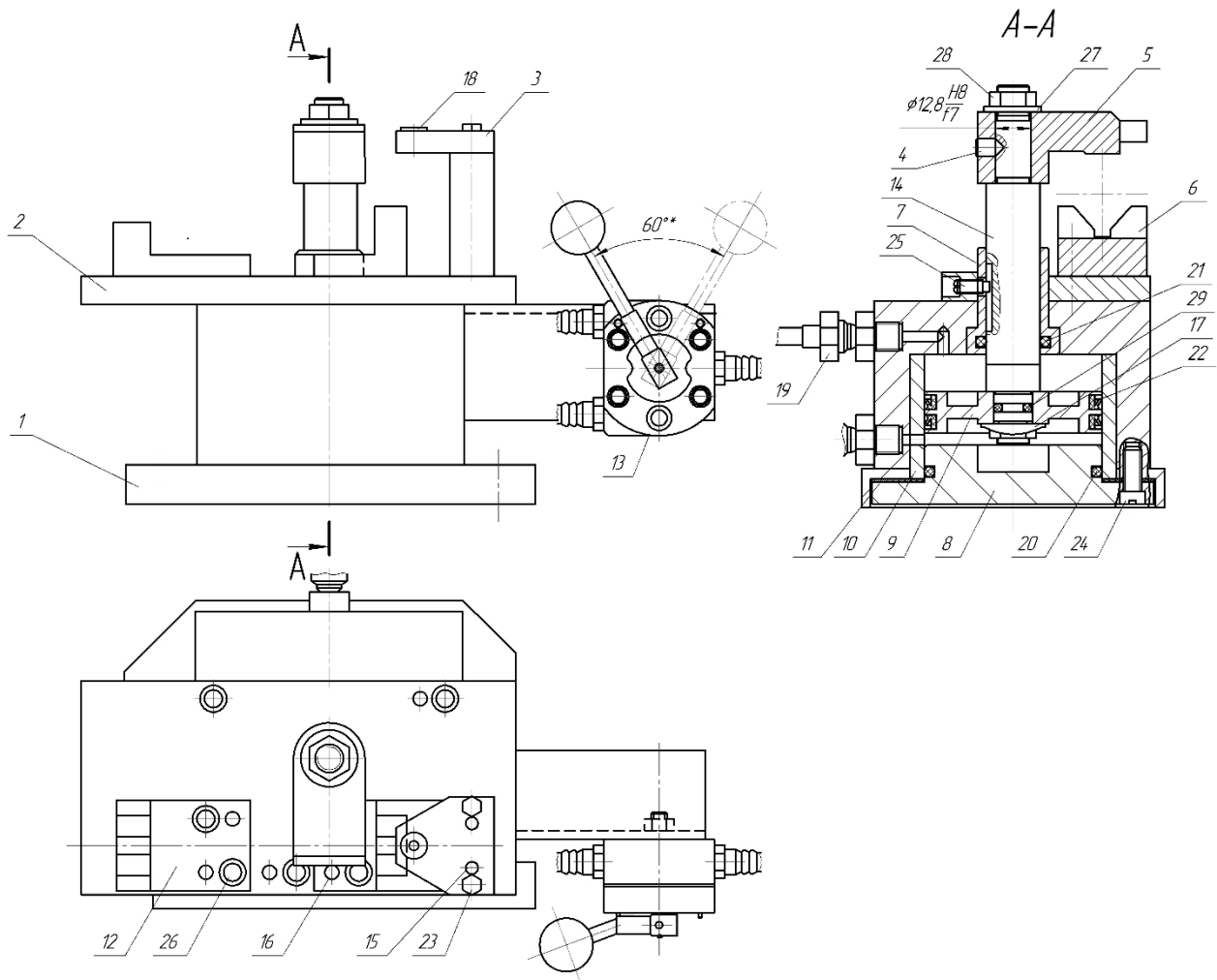


Рис. 3.1. Пристосування для закріплення валу після нарощування на станині станка: 1 – рама; 3 – планка; 2 – стіл; 4, 25 – фіксатор; 6 – призма; 8 – кришка; 5 – прижим; 7 – втулка; 9 – поршень; 10 – циліндр; 11 – поркладка; 12 – призма; 13 – кран; 14 – шток; 16 – штифт; 15 – штифт; 18 – втулка; 17 – стопор; 19 – штуцер; 22 – манжета; 20, 21 – кільце; 23, 24 – гвинт; 26 – болт; 28 – гайка; 27 – шайба; 29 – кільце.

На валу 14 закріплений прижимний елемент 5. В столі 2 розміщено порожнечу з циліндром 10. Стисле повітря подається через отвори в корпусі столика та циліндра, до яких приєднані штуцери 19 з гнучкими шлангами 19, що також обладнані штуцерами і підключені до крану управління 13, встановленого на столику 2. Стисле повітря до цього крану подається від компресора.

Пристрій використовується так:

Закріплюємо оброблювану деталь горизонтально у самоцентрируючі призми 6 і 12. Для запобігання зміщенню валу під час дій, таких як свердління чи фрезерування, його фіксують за допомогою прижиму 5, який активується пневмоприводом. Після монтажу і закріплення деталі проводять свердління або фрезерування.

Пневматичний прижимний механізм функціонує наступним чином: повітря спрямовується на кран управління 13. Залежно від позиції важеля керування, повітря спрямовується або до верхнього, або до нижнього шланга. Коли повітря йде в верхній шланг, воно тисне на поршень 9, який з'єднаний з валом 4, внаслідок чого вал разом з прикріпленим прижимом опускається, фіксуючи деталь. Коли повітря направляється у нижній канал, поршень і вал 14 з прижимом 5 піднімаються, звільняючи деталь.

### 3.2. Визначення параметрів пневматичного приводу

Першочергово, для цього аналізу необхідно встановити величину сили різання, яка виникає під час механічної обробки, наприклад, під час свердління. Важливо вибрати метод закріплення, щоб зрозуміти, як сила різання та сила притискання впливають на деталь, і здійснити їх порівняння.

Далі розглянемо модель дії сил на свердло під час використання пристосування, представлену на схемі (рис. 3.2). При свердлінні генерується крутний момент  $M$ , який може призвести до обертання оброблюваної деталі.

Визначимо розрахункове значення цього крутного моменту.

$$M = C_1 d^{X_1} S^{Y_1}, \text{ кг} \cdot \text{мм}, \quad (3.1)$$

де  $C_1$  – емпіричний коефіцієнт, що враховує матеріал деталі,  $C_1 = 15$ ;

$d$  – діаметр свердла,  $d = 8$  мм;

$S$  – подача свердла,  $S = 0,5$  мм/об;

$X_1$  – емпіричний коефіцієнт,  $X_1 = 1,8$ ;

$Y_1$  – емпіричний коефіцієнт,  $Y_1 = 0,78$ .

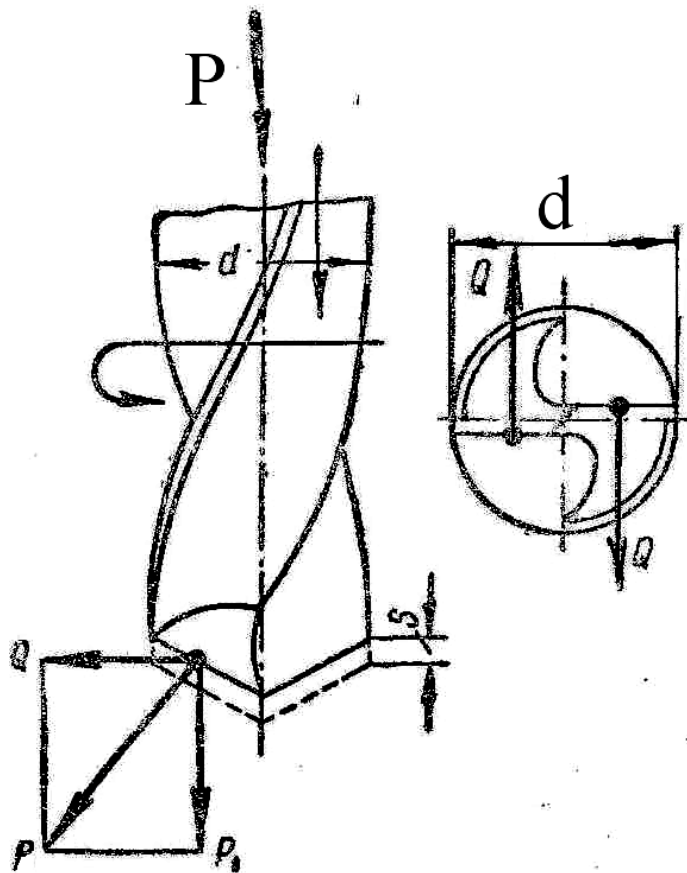


Рис. 3.2. Схема дії сил, що діють на свердло

З формули (3.1):

$$M = 15 \cdot 8^{1,8} \cdot 0,5^{0,78} = 368,85 \text{ кг} \cdot \text{мм} = 3614,73 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

З урахуванням напрямків дії крутного моменту та зажиму пристрою під час свердління, ми можемо визначити необхідну силу  $P$  для зажиму деталі, використовуючи наступну формулу:

$$P = 2K \cdot M \cdot r / (d \cdot f \cdot L), \quad (3.2)$$

де  $M$  – момент свердління, Н·мм;



$r$  – діаметр деталі, мм ( $r = 60$  мм);

$d$  – діаметр сверла,  $d = 8$  мм;

$f$  – коефіцієнт тертя для варіанту закріплення заготовки,  $f = 0,7$ ;

$L$  – плече,  $L = 45$  мм.

$K$  – коефіцієнт запасу,  $K = 1,2$ .

$$P = 2 \cdot 1,2 \cdot 3614,73 \cdot 60 / (8 \cdot 0,7 \cdot 45) = 2065,6 \text{ Н.}$$

Сила  $Q$  на штоці поршневого приводу розраховується за формулою:

$$Q = \frac{\pi}{4} D^2 p \eta, \text{ Н} \quad (3.3)$$

де  $D$  – діаметр пневмоциліндра, візьмемо пневмоциліндр з  $D = 10$  см;

$p$  – тиск стисненого повітря ( $p = 3,9 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2 = 4 \text{ кг/см}^2$ );

$\eta$  – к.к.д. ( $\eta = 0,90$ ).

Умова надійного затиснення заготовки (деталі):

$$P < Q. \quad (3.4)$$

Або запишемо умову (3.4) наступним чином:

$$Q = \frac{\pi}{4} D^2 p \eta > P. \quad (3.5)$$

Визначимо значення діаметру пневмоциліндру з умови (3.5):

$$D > \sqrt{\frac{4P}{\pi p \eta}}. \quad (3.6)$$

Підставляючи відомі значення  $P = 2065,6 \text{ Н}$ ,  $p = 3,9 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$ ,  $\eta = 0,90$ :

$$D > \sqrt{\frac{4 \cdot 2065,6}{3,14 \cdot 3,9 \cdot 10^5 \cdot 0,90}} = 0,087 \text{ м} = 87 \text{ мм.}$$

Округлюємо отриманий діаметр до найближчого значення:  $D = 100 \text{ мм}$ .

Виконаємо перевірку на надійність закріплення (3.5):

$$Q = \frac{3,14}{4} \cdot 10^2 \cdot 4 \cdot 0,90 = 282,6 \text{ кг} = 2769,5 \text{ Н} > 2065,6 \text{ Н} = P.$$

Отже, умова надійного закріплення виконується.

### 3.3. Розрахунок на міцність штоку пневмоциліндру

Виконаємо перевірку на міцність штоку пневмоциліндру на який, при затисканні деталі діє сила  $Q = 2769,5 \text{ Н}$ .

Умова міцності має вигляд:

$$\sigma < [\sigma] = \frac{\sigma_p}{n}, \quad (3.7)$$

де  $\sigma$  – напруження, що діють в небезпечному перерізі штоку, Па;

$[\sigma]$  – допустиме напруження, Па;

$\sigma_p$  – межа міцності на розтяг, Па;

$n$  – коефіцієнт запасу міцності.

$$\sigma = \frac{Q}{S}, \quad (3.8)$$

де  $S$  – площа поперчного перерізу штока,  $\text{м}^2$  (рис. 3.3).

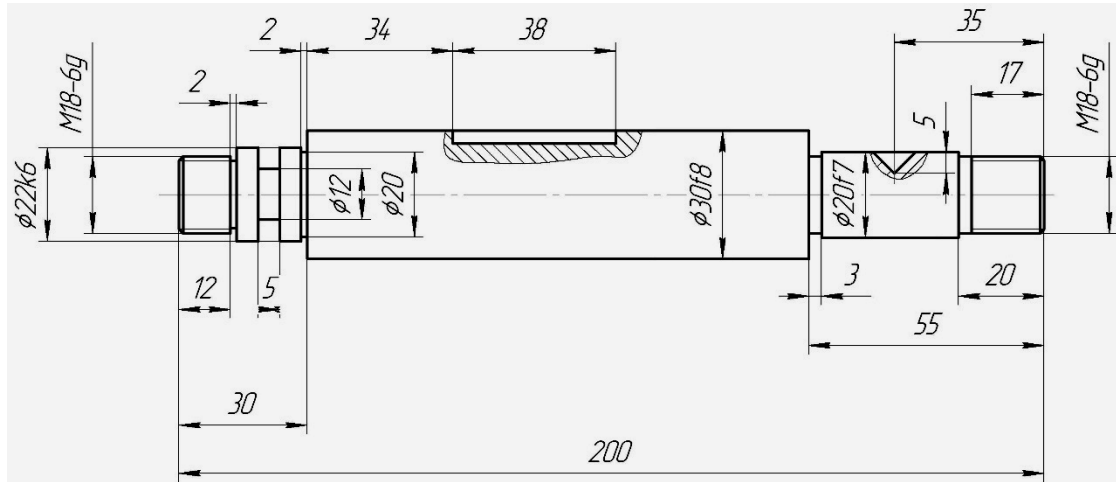


Рис. 3.3. Шток пневмоприводу. Матеріал – Сталь 40 ДСТУ 7809:2015

При найменшому діаметрі штоку  $d = 0,012$  м,  $Q = 2769,5$  Н:

$$\sigma = \frac{2769,5}{\frac{3,14 \cdot 0,012^2}{4}} = 24500177 \text{ Па} = 24,5 \text{ МПа.}$$

Перевіряємо умову міцності:  $24,5 \text{ МПа} = \sigma < [\sigma] = \frac{700}{2} = 350 \text{ МПа.}$

Отже, умова міцності виконується.

### Висновки до розділу

Сконструйовано пристрій для фіксації деталей під час механічної обробки, встановлено параметри його пневматичного приводу, здійснено розрахунки на міцність. Також створено загальні креслення та робочі креслення унікальних компонентів.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У ході виконання дипломного проекту на тему "Проект модернізації механічної дільниці МРМ з розробкою пристосування для закріплення валу після нарощування на станині станка" було досягнуто основних цілей та вирішено поставлені завдання.

Проведено всебічний аналіз існуючих технологій та пристосувань для закріплення валів після нарощування. Виявлено основні недоліки, такі як недостатня точність, ненадійність та складність в експлуатації.

Визначено технічні вимоги до нового пристосування, що включають підвищену точність закріплення, простоту використання, надійність та безпеку під час експлуатації. Розроблено конструкцію нового пристосування для закріплення валу після нарощування. Детально описано принцип його роботи, матеріали, що використовуються, та основні конструктивні елементи. Отримані результати свідчать про значне покращення характеристик закріплення валів порівняно з існуючими методами.

Запропоновано рекомендації щодо впровадження нового пристосування у виробничий процес. Очікується, що його використання дозволить покращити якість обробки валів, знизити кількість дефектів та підвищити загальну ефективність роботи ремонтно-механічної майстерні.

Таким чином, виконаний проект модернізації механічної дільниці МРМ з розробкою пристосування для закріплення валу після нарощування на станині станка сприятиме підвищенню якості та ефективності ремонтних робіт, зниженню витрат на технічне обслуговування та ремонт, а також покращенню умов праці. Результати досліджень та розробки можуть бути використані у різних галузях промисловості, що вимагають високої точності та надійності закріплення деталей під час обробки.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бондаренко І. І. Основи машинобудування. Київ: Вища школа, 2018. 256 с.
2. Ковальчук П. М. Технологія механічної обробки. Львів: Львівська політехніка, 2019. 310 с.
3. Петров С. В. Технологія ремонтних робіт. Харків: ХНТУ, 2020. 220 с.
4. Левченко О. П. Основи механіки. Дніпро: ДНУ, 2017. 280 с.
5. Ткаченко А. М. Методи механічної обробки матеріалів. Одеса: ОНМУ, 2018. 240 с.
6. Гончарук В. І. Технічне обслуговування та ремонт машин. Вінниця: ВНТУ, 2016. 320 с.
7. Руденко М. М. Технологія металорізання. Суми: СумДУ, 2019. 270 с.
8. Борак К. В. Комплексний підхід підвищення довговічності та зносостійкості робочих органів ґрунтообробних машин : дис. ... д-ра. техн. наук : 05.05.11 / Поліський національний університет, м. Житомир. 2021. 380.
9. Дяченко С. О. Системи автоматизованого проектування. Київ: Видавничий дім "Києво-Могилянська академія", 2020. 300 с.
10. Іванов Ю. М. Основи технології машинобудування. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2017. 350 с.
11. Кузнєцов В. В. Модернізація технологічних процесів. Полтава: ПДАА, 2018. 200 с.
12. Мороз О. Г. Технологічне обладнання машинобудівних підприємств. Миколаїв: НУК, 2019. 260 с.
13. Нікіфоров П. С. Проектування технологічних процесів. Харків: ХНУРЕ, 2016. 280 с.
14. Литвин О. В. Основи інженерної механіки. Дніпро: ДНУ, 2018. 310 с.

15. Савченко В. П. Технологічні процеси в машинобудуванні. Одеса: ОНАХТ, 2019. 290 с.
16. Кузьменко М. І. Машинобудівні технології. Львів: Львівська політехніка, 2020. 320 с.
17. Яковенко А. М. Основи проектування машинобудівного виробництва. Суми: СумДУ, 2017. 250 с.
18. Степанов П. В. Ремонт і технічне обслуговування промислового обладнання. Вінниця: ВНТУ, 2018. 300 с.
19. Кравченко О. І. Основи технічного сервісу машинобудівного обладнання. Київ: НАУ, 2019. 280 с.
20. Черненко П. П. Методи та засоби модернізації виробництва. Полтава: ПДАА, 2016. 270 с.
21. Шевченко В. І. Основи автоматизації виробничих процесів. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2020. 330 с.