

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект виробничо-технічної бази для технічного обслуговування та ремонту вантажних автомобілів з модернізацією шиномонтажної дільниці з дослідженням технологічного процесу виготовлення гвинтових гайок

Виконав: студент 6 курсу, групи МАм-61

спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Назарій БЕЗКИДНЯК

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Андрій КОЛОДЕННИЙ

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Керівник

Віктор ГУДЬ

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Нормоконтроль

Михайло ЛЕВКОВИЧ

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Зав. кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Рецензент

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Олег ЦЬОНЬ
(підпис) (ім'я та прізвище)
«14» листопада 2025 р.

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)
студенту Безкидняку Назарію Юрійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект виробничо-технічної бази для технічного обслуговування та ремонту вантажних автомобілів з модернізацією шиномонтажної дільниці з дослідженням технологічного процесу виготовлення гвинтових гайок

Керівник роботи Гудь Віктор Зіновійович., д.т.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «14» листопада 2025 року № 4/7-970

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 грудня 2024

3. Вихідні дані до роботи Базовий ТП технічного обслуговування та ремонту вантажних автомобілів

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ. 4 Науково-дослідний розділ. 5 Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
Візок із зйомником для зняття і транспортування коліс – 1А1.

Компресор – 1А1. Дозатор для накачування шин – 1А1.

Захисна клітка з дозатором – 1А1.

Колесо в зборі – 1А1.

Стенд шиномонтажний Navigator 03-58 GIGA – 1А1.

Механізм захвату шиномонтажного стенда Navigator 03-58 GIGA – 1А2.

Пристрій зажимний для шиномонтажного стенду Navigator 03-58 GIGA – 1А2.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	к.т.н. доц. Ткаченко І.Г.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	ст. викл. Стручок В.С.		

7. Дата видачі завдання 14.11.2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	19.11.25	
2	Технологічний розділ	26.11.25	
3	Конструкторський розділ	03.12.25	
4	Науково-дослідний розділ	10.12.25	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	17.12.25	
6	Оформлення графічної частини	17.12.25	
7	Захист кваліфікаційної роботи магістра		

Студент

(підпис)

Назарій БЕЗКИДНЯК

(ім'я та прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Віктор ГУДЬ

(ім'я та прізвище)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Олег ЦЬОНЬ
(підпис) (ім'я та прізвище)
«14» листопада 2025 р.

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)
студенту Колоденному Андрію Михайловичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект виробничо-технічної бази для технічного обслуговування та ремонту вантажних автомобілів з модернізацією шиномонтажної дільниці з дослідженням технологічного процесу виготовлення гвинтових гайок

Керівник роботи Гудь Віктор Зіновійович., д.т.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «14» листопада 2025 року № 4/7-970

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 грудня 2024

3. Вихідні дані до роботи Базовий ТП технічного обслуговування та ремонту вантажних автомобілів

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ. 4 Науково-дослідний розділ. 5 Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Стенд для розбирання та складання коліс – 1А1.

Стіл для розбирання та складання коліс – 1А1.

Стенд для випробування шин коліс – 1А1.

Результати наукових досліджень – 2А1.

Планування шиномонтажної дільниці – 1А1.

Планування виробничого корпусу – 1А1.

Схема генерального плану – 1А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	к.т.н. доц. Ткаченко І.Г.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	ст. викл. Стручок В.С.		

7. Дата видачі завдання 14.11.2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	19.11.25	
2	Технологічний розділ	26.11.25	
3	Конструкторський розділ	03.12.25	
4	Науково-дослідний розділ	10.12.25	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	17.12.25	
6	Оформлення графічної частини	17.12.25	
7	Захист кваліфікаційної роботи магістра		

Студент

(підпис)

Андрій КОЛОДЕННИЙ

(ім'я та прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Віктор ГУДЬ

(ім'я та прізвище)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційної роботи магістра на тему: «Проект виробничо-технічної бази для технічного обслуговування та ремонту вантажних автомобілів з модернізацією шиномонтажної дільниці з дослідженням технологічного процесу виготовлення гвинтових гайок».

Робота виконана на кафедрі автомобілів ТНТУ ім. І. Пулюя. Керівник кваліфікаційної роботи магістра д.т.н. Гудь В.З.

Пояснювальна записка складається з п'яти розділів і 121 сторінка формату А4 та 16 аркушів формату А1 графічної частини 2 сторінки додатків.

Ключові слова: виробничо-технічна база; модернізація; технологічний процес; обладнання; контроль якості.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	11
1.1 Структура управління автотранспортним підприємством.....	11
1.2 Характеристика виробничо-технічної служби.....	14
1.3 Техніко-економічне обґрунтування роботи.....	16
1.4 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу магістра.....	19
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	21
2.1 Визначення річної виробничої програми.....	21
2.2 Розрахунок річного обсягу робіт.....	32
2.3 Визначення чисельності робітників, інженерно-технічного персоналу та службовців.....	39
2.4 Технологічний розрахунок виробничих зон, ділянок та складських приміщень.....	44
2.5 Розрахунок площ виробничих і допоміжних приміщень.....	47
2.6 Визначення ключових напрямів підвищення ефективності роботи підприємства в частині організації ТО і ТР.....	54
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	58
3.1 Узагальнена характеристика шиномонтажного станда Navigator 03-58 GIGA.....	58
3.2 Технічні параметри шиномонтажного станда.....	59
3.3 Система фіксації шиномонтажного станда.....	61
3.4 Організація керування шиномонтажним стандом.....	63
3.5 Експлуатація агрегата.....	66
3.6 Патентний пошук.....	72
3.7 Розроблений варіант удосконалення шиномонтажного станда.....	77
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ.....	81
4.1 Аналіз технологічного процесу виготовлення гвинтових гайок.....	81
4.2 Механіко-математичні засади проектування гвинтових передач зі змінним кроком.....	89
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ	

	8
СИТУАЦІЯХ.....	105
5.1 Нормативно-правова база з охорони праці в галузі.....	105
5.2 Вимоги до території підприємства та облаштування споруд і приміщень..	105
5.3 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих чинників.....	108
5.4 Загальні вимоги з безпеки праці при роботі з стендом.....	111
5.5 Заходи з цивільного захисту при надзвичайних ситуаціях.....	112
5.6 Розрахунок звукоізоляції на ділянці ремонту.....	114
5.7 Розрахунок пожежного водопроводу.....	114
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	116
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	119
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Сучасний етап розвитку автомобільного транспорту характеризується стрімким зростанням інтенсивності перевезень, збільшенням парку вантажних автомобілів та ускладненням їх конструкцій. Це зумовлює підвищення вимог до ефективності технічної експлуатації, надійності транспортних засобів та організації їх технічного обслуговування і ремонту. Автотранспортні підприємства потребують оновленої виробничо-технічної бази, здатної забезпечити раціональні технологічні потоки, скорочення простоїв автомобілів та підвищення продуктивності ремонтно-обслуговувальних процесів.

Важливим елементом ВТБ є шиномонтажна дільниця, оскільки стан шин і коліс безпосередньо впливає на безпеку руху, стабільність автомобіля, економічність його експлуатації та ресурс основних агрегатів. У процесі технічної експлуатації вантажні автомобілі зазнають значних навантажень, що спричиняє прискорений знос шин і потребує систематичного виконання шиномонтажних робіт. Наявне на багатьох підприємствах обладнання є морально і фізично застарілим, що ускладнює дотримання технологічних операцій, знижує якість ремонту та збільшує трудомісткість. Саме тому модернізація шиномонтажної дільниці є актуальним інженерним завданням, пов'язаним із впровадженням сучасного обладнання, раціональним плануванням виробничого простору та оптимізацією технологічних режимів.

Окремою складовою роботи є дослідження технологічного процесу виготовлення гвинтових гайок – типового різьбового елемента, що широко застосовується у вузлах та агрегатах автомобілів. Якість виготовлення гайок визначає надійність різьбових з'єднань, стійкість до навантажень, довговічність та безпечність конструкції. Аналіз технології їх виробництва дозволяє встановити оптимальні режими механічної обробки, вибір заготовки, інструменту, термообробки та параметрів контролю. Це забезпечує високі показники точності та міцності деталей, що є необхідною умовою для безпечної експлуатації вантажного автотранспорту.

Таким чином, тема кваліфікаційної роботи охоплює комплекс важливих науково-технічних аспектів – від проєктування виробничо-технічної бази та

модернізації конкретної ділянки до дослідження технології виготовлення машинобудівних деталей. Такий підхід дозволяє не лише удосконалити організацію робіт на АТП, а й створити науково обґрунтовану базу для підвищення якості й надійності ремонтно-обслуговувальних процесів.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю впровадження інженерних рішень, які забезпечать підвищення ефективності роботи підприємств автомобільного транспорту, скорочення витрат часу й ресурсів, підвищення безпеки праці, а також удосконалення технології виготовлення різьбових деталей, що мають критичне значення для конструкцій транспортних засобів. Результати роботи можуть бути використані при модернізації АТП, розробці нових технологічних карт, поліпшенні виробничих процесів, а також у навчальному процесі підготовки фахівців автомобільного профілю.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Структура управління автотранспортним підприємством

Процес управління підприємством є складною багаторівневою діяльністю, метою якої є забезпечення узгодженості дій усіх структурних підрозділів та їх орієнтація на досягнення спільних виробничих цілей. Ефективне управління передбачає раціональне використання наявних технічних засобів, оптимальну організацію праці персоналу, скоординовану взаємодію служб і дільниць, а також підтримання безперервності виробничих процесів. Таким чином, управління можна визначити як цілеспрямований вплив на виробничу систему з метою забезпечення її результативного функціонування.

Підприємство не є випадковим об'єднанням окремих, між собою не пов'язаних елементів; навпаки – воно формується як цілісна система. Будь-яка система складається з двох ключових підсистем: керованої та керуючої.

Керована підсистема охоплює комплекс взаємопов'язаних виробничих дільниць, технологічних комплексів та служб, які безпосередньо виконують виробничі операції.

Керуюча підсистема – це сукупність органів управління, які формують, координують і контролюють діяльність виробничих підрозділів.

Зв'язок між цими підсистемами забезпечується через потоки інформації. Дані про стан виробництва, технічні показники, виконання завдань та зовнішні умови надходять до керуючої системи, де вони аналізуються. На основі отриманої інформації формуються управлінські рішення, які у вигляді розпорядчих команд передаються до керованої підсистеми для подальшого виконання. Така схема забезпечує цілісність та керованість виробничого процесу, його адаптацію до змінних умов та оперативне реагування на відхилення.

Пропорційність і збалансованість окремих елементів системи є ключовою умовою її ефективного функціонування. Водночас жодна система не залишається незмінною: вона перебуває в стані постійного розвитку, удосконалення та структурних перетворень. На підприємство впливають не

лише внутрішні чинники, пов'язані з особливостями його власної виробничої діяльності, а й зовнішні – з боку галузевих структур, міністерств та інших керівних органів. Зовнішні та внутрішні впливи, як правило, взаємодіють між собою, формуючи складну систему взаємозалежних ефектів.

Специфіка виробничого процесу зумовлює необхідність визначення відповідних форм та функцій управління, через які реалізується багатогранність управлінської діяльності. У найзагальнішому вигляді управління виробництвом може бути представлене у вигляді послідовності етапів, що охоплюють:

- збирання та систематизацію вихідної інформації;
- передання необхідних даних керівникам відповідних підрозділів;
- їх опрацювання, аналіз та оцінку;
- формування та прийняття управлінських рішень;
- контроль їх виконання, оцінку результативності та повторний збір нової інформації для коригування подальших дій.

Така циклічність дозволяє системі управління адаптуватися до змін виробничих умов, оперативно реагувати на відхилення та забезпечувати стає функціонування підприємства.

Управлінська діяльність має багатогранний характер і охоплює низку базових функцій, серед яких ключовими є планування, організація, координація та контроль. Провідне місце в системі управління посідає саме планування, оскільки воно забезпечує узгодженість між окремими ланками виробництва та визначає оптимальне співвідношення між ресурсами, виконавцями й виробничими завданнями.

Зазначені функції притаманні будь-якій керуючій підсистемі, проте в кожній окремій системі вони набувають специфічних рис, обумовлених особливостями її діяльності та структурою виробничого процесу. Важливого значення набуває також вибір таких форм і методів управління, які стимулюють працівників до творчого підходу, ініціативності та максимально ефективного виконання поставлених завдань.

Відповідно до прийнятої організаційної схеми управління загальне керівництво автотранспортним цехом здійснює начальник цеху. У його підпорядкуванні перебувають основні виробничі підрозділи та ключові

функціональні служби, що забезпечують безперервність та ефективність транспортного процесу.

На керівника автотранспортного цеху покладається широкий спектр управлінських функцій, серед яких:

- організація праці на наукових засадах та впровадження сучасних методів раціоналізації виробничих процесів;
- керівництво роботами з упровадження нової техніки, технічних рішень і прогресивних технологій;
- забезпечення підвищення ефективності транспортного процесу та оптимізація використання рухомого складу;
- організація підбору, підготовки та підвищення кваліфікації персоналу;
- контроль за станом охорони праці, техніки безпеки та виробничої санітарії.

Організаційна структура управління автотранспортним цехом подана на рис. 1.1, де схематично відображено взаємозв'язки між ланками управління, виробничими дільницями та допоміжними службами.



Рис. 1.1. Організаційна структура управління автотранспортним цехом.

Однією з переваг представленої системи управління є відносно невелика чисельність управлінського апарату, що сприяє оперативності ухвалення рішень щодо експлуатації та ремонту рухомого складу. Оптимізована структура управління, зокрема скорочення часу на обробку інформації та використання статистичних даних про виконання поточних ремонтів за будь-який обраний період, забезпечує можливість зменшення простоїв транспортних засобів у ремонті. Це, у свою чергу, дозволяє підвищити ефективність виробничого процесу та раціоналізувати роботу управлінської служби, частково скорочуючи її чисельність без втрати функціональності.

1.2 Характеристика виробничо-технічної служби

Роботи з технічного обслуговування та ремонту автомобілів виконуються у виробничому корпусі автотранспортного підприємства. Основним призначенням технічного обслуговування (ТО) є зниження інтенсивності змін технічного стану агрегатів і механізмів, своєчасне виявлення та запобігання можливим несправностям, забезпечення економічності експлуатації, безпеки руху та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Ці завдання реалізуються шляхом виконання операцій контролю, мащення, кріплення, регулювання та інших регламентованих робіт.

Система ТО повинна гарантувати безвідмовну роботу вузлів, агрегатів і систем транспортного засобу в межах установлених міжсервісних інтервалів і згідно з переліком операцій, передбачених нормативами. У чинній на підприємстві системі технічного обслуговування і поточного ремонту (ТО і ТР) визначаються регламентовані значення періодичності проведення обслуговувань, їх трудомісткість і допустимі простої автомобілів.

Частина операцій поточного ремонту невеликої трудомісткості, які сприяють запобіганню відмовам, впливають на безпеку дорожнього руху або можуть призвести до значних матеріальних втрат у разі їх несвоєчасного виконання, доцільно поєднувати з ТО. Такі роботи виконуються як супутній ремонт, що дає змогу підвищити ефективність технічного обслуговування без збільшення простою транспортних засобів.

Окрім власне розбірно-складальних операцій поточного ремонту, пов'язаних із заміною агрегатів, вузлів та механізмів, у процесі експлуатації часто виникає потреба у виконанні часткової розбірки з усуненням несправностей без демонтажу агрегату з автомобіля. Також до розбірно-складальних робіт належать операції при відновленні агрегатів, які вже були зняті з транспортного засобу.

До таких робіт, як правило, відносять:

- заміну несправних агрегатів, механізмів і вузлів на автомобілі на справні або відремонтовані;
- заміну пошкоджених деталей усередині агрегатів на нові або відновлені;
- виконання розбірно-складальних операцій, пов'язаних з ремонтом окремих деталей та їх припасуванням безпосередньо на місці встановлення.

Серед розбірно-складальних операцій, що виконуються під час поточного ремонту, найбільш типовими є такі види робіт:

- демонтаж та встановлення двигунів, передніх і задніх мостів, коробок передач, радіаторів та зчеплення;
- заміна елементів підвіски, ресор та деталей, що зазнали зношування в шарнірних та опорних вузлах;
- відновлення або заміна деталей шкворневого з'єднання, підшипників маточин, опорних підшипників, хрестовин карданних валів, водяних насосів та подібних механізмів;
- заміна рульових тяг і наконечників, деталей системи амортизації;
- виконання робіт із заміни поршневих кілець, вкладишів підшипників колінчастого вала, клинових ременів приводу генератора та водяного насоса;
- відновлення елементів системи запалювання, зокрема заміна контактів переривача-розподільника, високовольтних дротів, електролампочок, щіток генератора та свічок запалювання;
- заміна ущільнювачів, прокладок, різьбових кріплень, елементів випускної системи (випускних труб, глушників), облицювальних та кузовних деталей;
- роботи з відновлення та заміни компонентів гальмівної системи, паливної апаратури й інших допоміжних систем автомобіля.

На спеціалізованих виробничих дільницях виконуються ремонтно-відновлювальні операції, які за своїм характером не можуть бути реалізовані безпосередньо на постах поточного ремонту або технічного обслуговування автомобілів. До таких робіт належать операції з відновлення зношених, пошкоджених або деформованих деталей шляхом механічної та термічної обробки, а також за допомогою технологій зварювання, паяння, клеєння, гальванічного покриття, холодного чи гарячого рихтування та інших ремонтних впливів.

Окремим напрямом діяльності є ремонт шин і камер, а також операції їх монтажу та демонтажу. Ці роботи виконуються на шиномонтажній дільниці, планувальна схема якої наведена на рис. 1.2.

1.3 Техніко-економічне обґрунтування роботи

Для забезпечення стабільної й ефективної роботи автотранспортного ремонтного підприємства особливо важливим є пошук шляхів зниження експлуатаційних витрат та мінімізація втрат, пов'язаних зі специфікою транспортного процесу й ремонтних операцій. У межах даного проєкту передбачається досягнення економії коштів шляхом підвищення якості виконання робіт на шиномонтажній дільниці. Оптимізація технологічних операцій, впровадження раціональніших методів обслуговування та покращення організації праці дозволять зменшити простої автомобілів, скоротити кількість повторних звернень та знизити загальні витрати на ремонт.

На даному етапі функціонування шиномонтажної дільниці можна виділити низку суттєвих недоліків, що негативно впливають на ефективність її роботи:

- нестача технологічного обладнання, що обмежує виробничі можливості;
- підвищена трудомісткість операцій, зумовлена як застарілими методами роботи, так і недостатнім рівнем механізації;
- порушення технологічної послідовності виконання операцій, що призводить до погіршення якості ремонтних робіт;
- низький рівень механізації, який спричиняє збільшення собівартості обслуговування та потребу у значних витратах ручної праці.

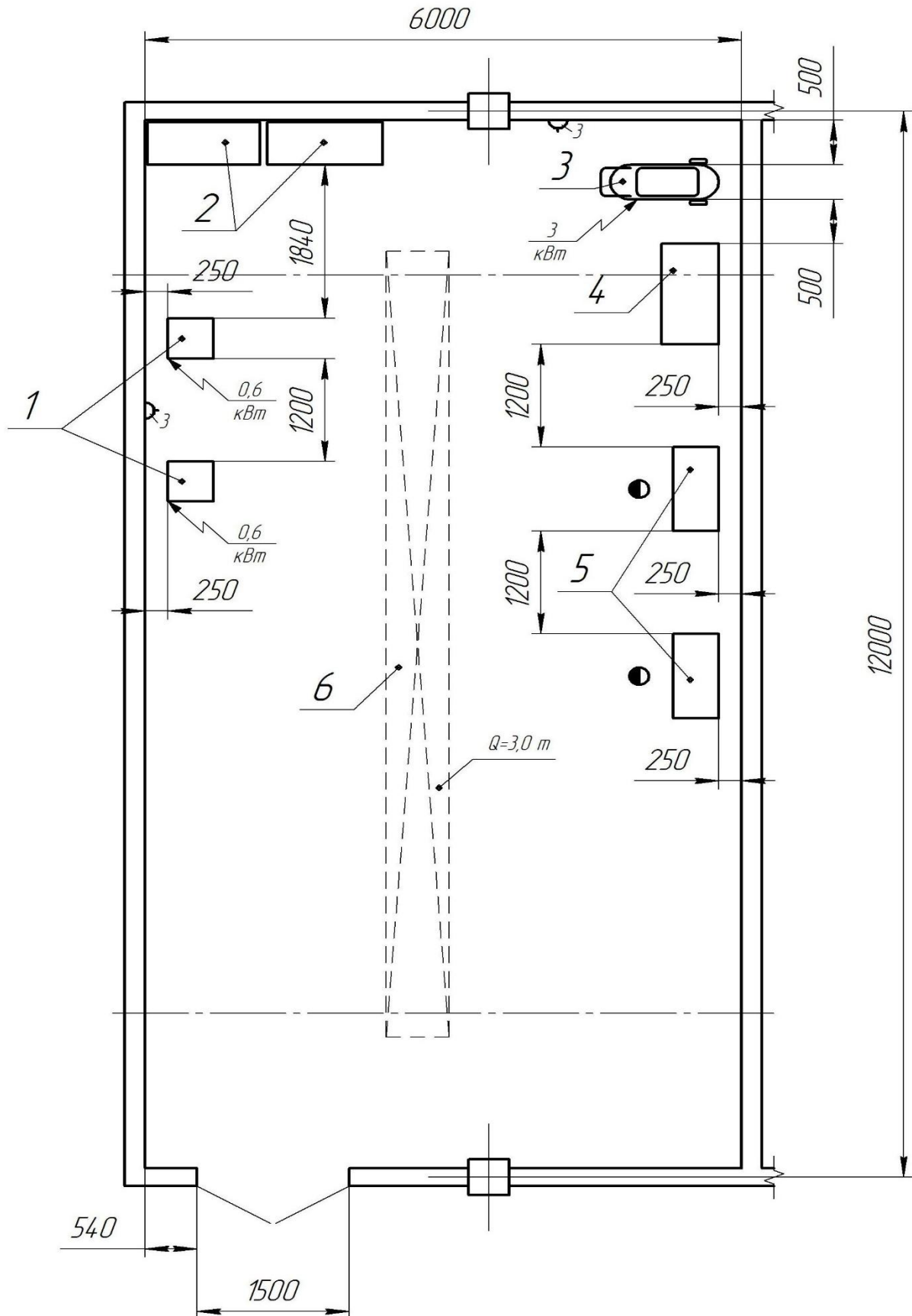


Рис. 1.2. Планувальна схема шиномонтажної дільниці:

1 – вулканізаційний прес; 2 – інструментальна шафа; 3 – компресорна установка;
 4 – ванна для контролю герметичності колісних камер; 5 – слюсарний верстак; 6
 – електрична однобалочна опорна кран-балка.

Обмеженість у наявності необхідного обладнання значною мірою збільшує тривалість операцій з ремонту, монтажу та демонтажу коліс. Це призводить до суттєвих простоїв рухомого складу, що безпосередньо знижує коефіцієнт технічної готовності автомобільного парку.

Часові втрати, пов'язані з простоєм транспортних засобів у ремонті, наведені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1. Тривалість простоїв під час проведення ремонтних робіт.

Причина простою	Причини простою та їх питома частка	
	Частка простою, % (базовий варіант)	Частка простою, % (проектний варіант)
Простої, пов'язані з проведенням ТР	91	96
Простої, спричинені шиномонтажними роботами	9	4

Часові витрати на виконання окремих операцій у межах шиномонтажної дільниці наведено в табл. 1.2.

Таблиця 1.2. Перелік робіт, що виконуються на шиномонтажній дільниці

Назва	Причини простою та їх питома частка	
	базовий варіант	проектний варіант
Монтажно-демонтажні операції	85	45
Вулканізаційні роботи	12	35
Регулювальні операції (балансування коліс)	-	15
Інші супутні роботи	3	5

Модернізація шиномонтажної дільниці забезпечує можливість досягнення низки важливих техніко-економічних та організаційних результатів, а саме:

- забезпечення відповідності технологічним вимогам процесу ремонту автомобільних шин, що підвищує надійність та стабільність експлуатаційних показників;
- зменшення трудомісткості та собівартості виконуваних робіт завдяки підвищенню рівня механізації та оптимізації технологічних операцій;
- підвищення якості ремонтних процесів, що безпосередньо впливає на збільшення ресурсу відремонтованих шин і покращення технічного стану рухомого складу;
- отримання відчутного економічного ефекту, зумовленого скороченням простоїв автомобілів, підвищенням продуктивності ділянки та зниженням витрат на експлуатаційне утримання.

1.4 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу магістра

У межах кваліфікаційної роботи необхідно здійснити комплексне дослідження, розрахунок та технічне обґрунтування удосконалення виробничих процесів автотранспортного підприємства, а також провести аналіз конструкції та модернізацію шиномонтажного стенда. Робота повинна включати технологічний, конструкторський, науково-дослідний та розділ з охорони праці з урахуванням нормативно-правових вимог.

У технологічному розділі необхідно. Визначити річну виробничу програму підприємства, врахувавши інтенсивність використання рухомого складу, періодичність проведення технічних обслуговувань та прогнозовані обсяги ремонтних робіт. Виконати розрахунок річного обсягу робіт за видами технічного обслуговування та ремонтів, визначивши трудомісткість операцій та частку кожного виду робіт у загальному виробничому навантаженні. Розрахувати чисельність персоналу – виробничих робітників, інженерно-технічного персоналу та службовців відповідно до трудомісткості річної програми та норм обслуговування робочих зон. Провести технологічний розрахунок виробничих зон, ділянок та складських приміщень, визначивши кількість постів, обладнання та площі, необхідні для ефективної організації

процесів технічного обслуговування і ремонту. Визначити площі виробничих і допоміжних приміщень, дотримуючись галузевих норм і вимог до розміщення технологічного обладнання, складських зон, побутових та адміністративних приміщень. Окреслити ключові напрями підвищення ефективності роботи підприємства, зосередивши увагу на оптимізації процесів ТО і ТР, скороченні простоїв техніки, підвищенні продуктивності та якості виконання робіт.

У конструкторському розділі необхідно. Надати узагальнену характеристику шиномонтажного станда Navigator 03-58 GIGA, описавши його конструкцію, призначення, основні вузли та функціональні можливості.

Проаналізувати технічні параметри станда, визначити його технічні переваги та обмеження, а також відповідність вимогам сучасних шиномонтажних технологій. Дослідити систему фіксації на станді, оцінити конструктивні рішення, їх надійність, швидкодію та безпеку при роботі з різними типорозмірами коліс. Описати організацію керування стандом, включаючи роботу пневматичних, гідравлічних, електромеханічних та електронних систем. Надати рекомендації щодо правильних умов експлуатації агрегата, визначити технічні регламенти, потенційні несправності та методи їх усунення. Провести патентний пошук, визначити аналогічні технічні рішення, проаналізувати їх переваги та недоліки, виявити можливості для модернізації існуючої конструкції. Розробити удосконалений варіант конструкції станда, запропонувати технічно обґрунтовані зміни, виконати необхідні розрахунки та сформувати креслення або ескізи модернізованих елементів.

У науково-дослідному розділі необхідно. Провести аналіз технологічного процесу виготовлення гвинтових гайок, дослідити технологічні операції, можливі дефекти, фактори точності та методи контролю якості. Обґрунтувати механіко-математичні засади проектування гвинтових передач зі змінним кроком, розробити математичну модель, визначити вплив змінності кроку на міцність та працездатність передач і подати результати у вигляді графічних та аналітичних залежностей.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Визначення річної виробничої програми

Для формування річної виробничої програми та уточнення загального обсягу робіт необхідно врахувати комплекс вихідних параметрів, що характеризують умови функціонування автотранспортного підприємства. До таких параметрів належать:

номенклатура та кількісна структура парку рухомого складу, у тому числі автомобілів, причепів і напівпричепів;

середній добовий або середньорічний пробіг транспортних засобів, який відображає інтенсивність їх експлуатації;

специфіка дорожніх умов та кліматичних факторів, що впливають на технічний стан автомобілів і частоту виконання робіт з обслуговування;

встановлені режими роботи рухомого складу та регламенти проведення технічного обслуговування і ремонтних операцій.

Обґрунтування та добір вихідних даних. Для оцінювання виробничих потреб автотранспортного підприємства було проаналізовано структуру наявного рухомого складу, який розподілено на шість технологічно споріднених груп. До першої групи належать великовантажні автомобілі вантажопідйомністю понад 30 т (Komatsu HD325-7) у кількості 13 одиниць. Друга група представлена дизельними вантажними автомобілями марок Volvo FMX 420, MAN TGS 33.400, Scania P440 – загалом 8 одиниць. Третю групу формує бензиновий вантажний транспорт (Mercedes-Benz Atego 1218, Renault Midlum) у кількості 4 одиниць. Четверта група охоплює спеціалізовані транспортні засоби різних модифікацій (Renault, Iveco Daily, Tatra T815, Iveco, КрАЗ) – 13 одиниць. П'ята група включає автобуси марки Bogdan A091 (4 одиниці). Шосту групу становлять легкові автомобілі різних виробників – Hyundai, Nissan і Toyota – загалом 12 одиниць.

Умови експлуатації для кожної групи рухомого складу визначено згідно з класифікацією експлуатаційних категорій: для першої та другої груп прийнято III категорію, тоді як для всіх інших груп встановлено II категорію.

Функціонування транспортних засобів передбачає роботу в однозмінному режимі з тривалістю зміни 10,5 години. Загальна річна кількість робочих днів становить 305, що забезпечує стабільне навантаження на виробничі підрозділи АТП.

Ураховуючи регламенти та дані таблиці 6, визначено оптимальні режими роботи відповідних виробничих зон і ділень, що узагальнені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Режими роботи виробничих зон і ділень.

Вид робіт	Кількість робочих днів в році	Число змін
ЩО	305	2
Д	255	1
ТО-1	255	1
ТО-2	255	1
ПР	255	2
Виробнича ділень	255	1

Узагальнені нормативні показники пробігу подано в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2. Нормативні пробіги рухомого складу.

		1	2	3	4	5	6
Нормування періодичності, км	ТО-1	2500	4000	4000	4000	5000	5000
	ТО-2	10000	15000	15000	15000	20000	20000
	КР	250000	300000	300000	300000	400000	400000

Періодичність проведення технічного обслуговування та величина ресурсу рухомого складу підлягають уточненню з урахуванням експлуатаційних чинників, що впливають на інтенсивність зношування агрегатів і систем транспортних засобів. Для цього застосовують систему коригувальних коефіцієнтів, кожен з яких відображає певний аспект умов експлуатації.

Коефіцієнт K_1 характеризує категорію експлуатаційних умов рухомого складу. Коефіцієнт K_2 враховує конструктивні особливості конкретної модифікації транспортного засобу, а також специфіку його виробничого

використання. Коефіцієнт K_3 відображає вплив природно-кліматичних умов регіону експлуатації.

Сумарне коригування нормативних показників здійснюється шляхом перемноження наведених коефіцієнтів, у результаті чого отримують інтегральний коригувальний коефіцієнт.

Коригована періодичність технічного обслуговування визначається за таким загальним співвідношенням:

$$L' = L^{(i)} \cdot K_1 \cdot K_3, \quad (2.1)$$

Для визначення ресурсу пробігу транспортного засобу до проведення капітального ремонту застосовують систему коригувальних коефіцієнтів, які враховують вплив різних експлуатаційних чинників на інтенсивність зношування основних агрегатів.

$$L'_k = L_k^{(i)} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (2.2)$$

Узагальнені значення цих коефіцієнтів подано у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3. Значення коригувальних коефіцієнтів ресурсу пробігу.

	1	2	3	4	5	6
K_1	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9
K_2	0,85	0,85	1	0,9	1	1
K_3 (ТО)	1	1	1	1	1	1
K_3 (КР)	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1

Для подальших розрахунків необхідно встановити інтервали виконання технічного обслуговування, а також визначити ресурс пробігу кожної технологічно сумісної групи до моменту проведення капітального ремонту. Такі параметри дають змогу сформулювати обґрунтовану виробничу програму та оцінити очікуване навантаження на ремонтно-обслуговувальні підрозділи.

Періодичність виконання першого технічного обслуговування для транспортних засобів, що входять до першої групи, розраховується таким чином:

$$L'_1 = 2500 \cdot 0,8 \cdot 1 = 2000 \text{ км.}$$

Друге технічне обслуговування для першої групи транспортних засобів:

$$L'_2 = 10000 \cdot 0,8 \cdot 1 = 8000 \text{ км.}$$

Ресурс пробігу до проведення капітального ремонту для транспортних засобів першої групи:

$$L'_\kappa = 250000 \cdot 0,8 \cdot 0,85 \cdot 1,1 = 187000 \text{ км.}$$

Розраховані нормативні показники підлягають подальшому уточненню з метою узгодження їх зі середньодобовим пробігом транспортних засобів, а також з установленими інтервалами проведення ТО-1 та ТО-2. Після коригування значення приводять до зручного формату шляхом округлення їх до найближчих десятків кілометрів.

$$L_1 = \varepsilon \left(\frac{L'_1}{l_{cc}} \right) \cdot l_{cc}; \quad (2.3)$$

$$L_2 = \varepsilon \left(\frac{L'_2}{L_1} \right) \cdot L_1; \quad (2.4)$$

$$L_{\kappa p} = \varepsilon \left(\frac{L'_{\kappa p}}{L_2} \right) \cdot L_2, \quad (2.5)$$

де ε – ціла частина величини, наведеної в дужках.

У процесі внесення коригувань до значень пробігів, встановлених для проведення ТО-1, ТО-2 та капітального ремонту, необхідно дотримуватися вимоги щодо максимально допустимої похибки – вона не повинна перевищувати 10% від базового показника.

Визначене з урахуванням середньодобового напрацювання значення скоригованого пробігу до виконання ТО-1 для транспортних засобів першої групи має вигляд:

$$L_1 = 18 \cdot \left(\frac{2000}{110} \right) \cdot 110 = 1980 \text{ км.}$$

Подальше уточнення інтервалу до виконання ТО-2 здійснюємо на основі скоригованого пробігу, визначеного для ТО-1 у межах першої групи транспортних засобів.

$$L_2 = 4 \cdot \left(\frac{8000}{1980} \right) \cdot 1980 = 7920 \text{ км.}$$

Аналогічним чином проводимо коригування ресурсу пробігу до капітального ремонту, використовуючи як базовий показник уточнений інтервал до проведення ТО-2 для першої групи.

$$L_{кр} = 23 \cdot \left(\frac{187000}{7920} \right) \cdot 10880 = 182160 \text{ км.}$$

Узагальнені дані щодо визначених інтервалів пробігів і величин похибок для решти груп транспортних засобів подано в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4. Розрахункові показники пробігів та відповідних відхилень.

	1	2	3	4	5	6
L'_1	2000	3200	3600	3600	4500	4500
L'_2	8000	12000	13500	13500	18000	18000
$L'_{кр}$	187000	224400	297000	267300	396000	396000
ε_l	18	18	90	36	28	20

ε_2	4	4	4	4	4	4
$\varepsilon_{кр}$	23	18	20	18	22	22
L_1	1980	3060	3600	3600	4480	4400
L_2	7920	12240	14400	14400	17920	17600
$L_{кр}$	182160	220320	288000	259200	394240	387200

Показник технічної готовності, який визначають окремо для певної групи автомобілів ($\alpha_{тп}$) та для всього експлуатаційного парку ($\alpha_{ти}$), обчислюється на основі відповідних розрахункових залежностей, наведених нижче

$$\alpha_{Tj} = \frac{1}{1 + \ell_{ссj} \cdot \left(\frac{D'_{kj} \cdot K_{крj}}{L_{kj}} + \frac{D_{ТО-ТРj} \cdot K'_{4j}}{1000} \right)}; \quad (2.6)$$

$$\alpha_{тп} = \frac{\sum \alpha_{Tj} \cdot A_{Иj}}{\sum A_{Иj}}, \quad (2.7)$$

При цьому величину D'_{kj} встановлюють на основі відповідної розрахункової залежності, що має такий вигляд:

$$D'_{kj} = D_{Kj} + D_{Tj}, \quad (2.8)$$

$$D_{Tj} = (0,1 \dots 0,2) \cdot D_{Kj}.$$

Параметри D_{Kj} та $D_{ТО-ТРj}$ встановлюють відповідно до нормативних даних, що регламентує тривалість простою рухомого складу під час проведення ремонтних і технічних операцій.

$$\alpha T = 1 / (1 + 110 \cdot (0,7 \cdot 1 / 1000)) = 0,928.$$

Розраховані значення відповідних коефіцієнтів для всіх інших технологічно однорідних груп рухомого складу узагальнено та подано в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5. Показники технічної готовності для кожної технологічно сумісної групи (ТСГ).

№ ТСГ	1	2	3	4	5	6
$D_{\text{то-тр}}$	0,7	0,43	0,38	0,38	0,25	0,18
D'_k	0	0	0	0	0	0
D_k	0	0	0	0	0	0
D_T	0	0	0	0	0	0
$K_{\text{кр}}$	0	0	0	0	0	0
l_{cc}	110	170	40	100	160	220
L_k	182160	220320	288000	259200	394240	387200
K_4	1	1,3	1,3	1	1	1
α_T	0,928	0,913	0,980	0,963	0,961	0,961

Інтегральний показник технічної готовності, розрахований для всього експлуатаційного парку транспортних засобів, має такий вигляд:

$$\alpha_{ТП} = \frac{13 \cdot 0,928 + 8 \cdot 0,913 + 4 \cdot 0,98 + 13 \cdot 0,963 + 4 \cdot 0,961 + 12 \cdot 0,961}{13 + 8 + 4 + 13 + 4 + 12} = 0,948.$$

Обсяг річного напрацювання для групи транспортних засобів j-ї моделі розраховується на основі відповідної аналітичної залежності, поданої нижче:

$$L_{zj} = D_{\text{роб.з}} \cdot \alpha_{Tj} \cdot l_{cc} \cdot A_{\text{лж}}, \quad (2.9)$$

Для 1-ї групи:

$$L_{zj} = 305 \cdot 0,928 \cdot 110 \cdot 13 = 404968 \text{ км.}$$

Розрахункові показники для решти груп транспортних засобів узагальнено та подано в таблиці 2.6, що дає змогу порівняти інтенсивність їх експлуатаційного напрацювання.

Кількість проведення технічного обслуговування ТО-1 як для окремої групи, так і для всього автопарку визначають відповідно до таких аналітичних залежностей:

$$N_{1ej} = L_{ej} \cdot \left(\frac{1}{L_{1J}} - \frac{1}{L_{2J}} \right); \quad (2.10)$$

$$N_{1e} = \sum_{j=1}^m N_{1ej}. \quad (2.11)$$

Для 1-ї групи:

$$N_{1ej} = 404968 \cdot \left(\frac{1}{1980} - \frac{1}{7920} \right) = 153,4$$

Частота виконання технічного обслуговування ТО-2 як для окремої групи транспортних засобів, так і для всього автопарку в цілому визначається на основі відповідних розрахункових формул, наведених нижче.

$$N_{2ej} = L_{ej} \cdot \left(\frac{1}{L_{2J}} - \frac{1}{L_{KPJ}} \right); \quad (2.12)$$

$$N_{2e} = \sum_{j=1}^m N_{2ej}. \quad (2.13)$$

Для 1-ї групи:

$$N_{2ej} = 404968 \cdot \left(\frac{1}{7920} - \frac{1}{182160} \right) = 48,9.$$

Комплекс щоденного технічного обслуговування (ЩТО) поділяють на два різновиди: ЩТОс – регулярне обслуговування, яке виконується після кожної доби роботи автомобіля, та ЩТОт – підготовче обслуговування, що проводиться безпосередньо перед виконанням операцій ТО-1, ТО-2 або перед ремонтами, які передбачають заміну агрегатів.

Розрахунок кількості виконань щоденного обслуговування типу ЩТОс для окремої групи транспортних засобів і для всього автопарку здійснюють на основі таких математичних залежностей:

$$N_{\text{ЩТО}cj} = \alpha_{Tj} D_{\text{раб.э}J} A_{\text{ш}j}; \quad (2.14)$$

$$N_{\text{ЩТО}сз} = \sum_{j=1}^m N_{\text{ЩТО}сзj}. \quad (2.15)$$

Для 1-ї групи:

$$N_{\text{ЩТО}с} = 0,928 \cdot 305 \cdot 13 = 3682.$$

Обсяги виконання щоденного технічного обслуговування типу ЩТО_т, як для конкретної технологічно сумісної групи, так і для всього автопарку, визначаються на основі відповідних аналітичних залежностей, наведених нижче.

$$N_{\text{ЩТО}mj} = 1,6(N_{1Гj} + N_{2Гj}), \quad (2.16)$$

Для 1-ї групи:

$$N_{\text{ЩТО}m} = 1,6 \cdot (153,4 + 48,9) = 324$$

Розраховані показники кількості технічних впливів для окремих груп транспортних засобів, а також для автопарку загалом, зведені у таблиці 2.6, що дає змогу оцінити інтенсивність виконуваних робіт у межах експлуатаційного циклу.

Формування виробничої програми діагностичних операцій здійснюється з метою визначення оптимальної структури технологічного процесу ТО і ТР за умови застосування методів технічного діагностування рухомого складу.

Обсяг програми діагностування типу Д-1 для кожної підгрупи транспортних засобів визначають за такою розрахунковою залежністю:

$$N_{\text{Д}1эj} = 1,1 \cdot N_{1эj} + N_{2эj}. \quad (2.17)$$

Для 1-ї групи:

$$N_{\text{Д}1э} = 1,1 \cdot 153,4 + 48,9 = 218.$$

Розрахунок обсягу програми діагностування типу Д-2 для кожної підгрупи транспортних засобів здійснюють відповідно до такої аналітичної залежності:

$$N_{D2zj} = 1,2 \cdot N_{2zj}, \quad (2.18)$$

Для 1-ї групи:

$$N_{D2zj} = 1,2 \cdot 48,9 = 59.$$

Узагальнені результати щодо кількості діагностичних операцій, виконуваних як у межах окремих груп транспортних засобів, так і по автопарку в цілому, наведено в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6. Обсяги виконання діагностичних впливів для груп транспортних засобів та загального парку.

№ ТСГ	1	2	3	4	5	6	Σ
L_{Γ}	404968	378802	47854	381985	187692	774529	-
$N_{1\Gamma}$	153,4	92,8	10,0	79,6	31,4	132,0	499,2
$N_{2\Gamma}$	48,9	29,2	3,2	25,1	10,0	42,0	158,4
$N_{\text{ЩТОс}}$	3682	2228	1196	3820	1173	3521	15620
$N_{\text{ЩТОт}}$	324	195	21	167	66	278	1052
$N_{Д1}$	218	131	14	113	45	187	708
$N_{Д2}$	59	35	4	30	12	50	190

Добова виробнича програма виступає ключовим показником, що визначає раціональний підхід до організації технічного обслуговування – як на універсальних індивідуальних постах, так і на спеціалізованих потокових лініях. Вона також є базовим параметром під час розрахунку необхідної кількості постів та ліній для забезпечення безперервного функціонування системи ТО.

Для кожного виду технічного обслуговування (ЩТО, ТО-1, ТО-2) та діагностування (Д-1, Д-2) добову програму визначають на основі відповідної розрахункової залежності, наведеної нижче:

$$N_{i,C} = \frac{N_{zj}}{D_{\text{поб.з } i}}. \quad (2.19)$$

Показник добового обсягу виконання щоденного технічного обслуговування для першої групи транспортних засобів має такий вигляд:

$$N_{\text{ЩТОсс}} = 3682 / 305 = 12,1.$$

Обсяг виконання щоденного обслуговування підготовчого типу, що проводиться безпосередньо перед регламентними роботами технічного обслуговування та ремонтами для першої групи транспортних засобів, визначається таким чином:

$$N_{\text{ЩТОмс}} = 324 / 305 = 1,1.$$

Обсяг робіт і періодичність виконання першого технічного обслуговування (ТО-1) для транспортних засобів першої групи

$$N_{1c} = 153,4 / 305 = 0,5.$$

Комплекс робіт другого технічного обслуговування (ТО-2) для транспортних засобів першої групи

$$N_{2c} = 48,9 / 305 = 0,2.$$

Обсяг і періодичність виконання діагностування типу Д-1 для транспортних засобів першої групи

$$N_{Д1c} = 218 / 305 = 0,7.$$

Комплекс діагностичних операцій Д-2 для транспортних засобів першої групи визначається

$$N_{Д2ej} = 59 / 305 = 0,2.$$

Узагальнені результати щодо визначення добової виробничої програми для кожної групи транспортних засобів, а також для автопарку в цілому, подано у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7. Показники добової виробничої програми для груп транспортних засобів та всього парку.

№ ТСГ	1	2	3	4	5	6	Σ
$N_{\text{ЩТО}_{\text{ос}}}$	12,071	7,306	3,922	12,524	3,846	11,543	51,212
$N_{\text{ЩТО}_{\text{тс}}}$	1,061	0,640	0,069	0,549	0,217	0,913	3,450
$N_{1\text{с}}$	0,503	0,304	0,033	0,261	0,103	0,433	1,637
$N_{2\text{с}}$	0,160	0,096	0,010	0,082	0,033	0,138	0,519
$N_{\text{Д1с}}$	0,714	0,431	0,046	0,369	0,146	0,614	3,450
$N_{\text{Д2с}}$	0,192	0,115	0,012	0,099	0,039	0,165	0,623

2.2 Розрахунок річного обсягу робіт

Формування річного обсягу робіт з технічного обслуговування здійснюється на основі визначеної річної виробничої програми за кожним видом виконуваних операцій. Обсяг робіт з ЩТО, ТО-1 і ТО-2 визначають шляхом множення відповідної програми на нормативну трудомісткість цих видів обслуговування. У свою чергу річний обсяг поточного ремонту (ТР) обчислюють, виходячи із загального річного пробігу автопарку та питомої трудомісткості ремонтних операцій, нормованої на 1000 км пробігу.

Зведені дані щодо нормативних трудомісткостей та значень коригувальних коефіцієнтів для окремих видів технічних впливів наведено в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8. Нормативні трудомісткості технічних впливів та коригувальні коефіцієнти.

№ ТСГ		1	2	3	4	5	6
Нормативна труд ємність,	ЩТО _с	1,2	0,35	0,3	0,3	0,3	0,2
	ЩТО _т	0,6	0,175	0,15	0,15	0,15	0,1

чол-зод.	ТО-1	13,1	5,7	3,6	3,6	6	2,6
	ТО-2	63,7	21,6	14,4	14,4	24	10,5
	ТР	20,4	5	3,4	3,4		1,8
K_1		1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1
K_2		1,15	1,15	1,2	1,4	1,25	1,25
K_3		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
K_4		1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55
K_5		0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95

Розрахункові значення нормативної, з урахуванням коригування, трудомісткості операцій щоденного обслуговування типу ЩТОс та ЩТОт для новостворених автотранспортних підприємств визначаються таким чином:

$$t_{\text{ЩТОт}} = t_{\text{ЩТОс}}^{(н)} \cdot k_2.$$

Трудомісткість ЩТОс для 1-ї групи:

$$t_{\text{ЩТОс}} = 1,2 \cdot 1,15 = 1,38.$$

Трудомісткість ЩТОт для 1-ї групи:

$$t_{\text{ЩТОт}} = 0,6 \cdot 1,15 = 0,69.$$

Розраховане значення нормативної трудомісткості, скориговане з урахуванням експлуатаційних умов, для виконання робіт першого технічного обслуговування (ТО-1) рухомого складу першої групи

$$t_1 = 13,1 \cdot 1,15 \cdot 1,55 = 23,35.$$

Розраховане значення нормативної трудомісткості, скориговане з урахуванням експлуатаційних умов, для виконання робіт першого технічного обслуговування (ТО-2) рухомого складу першої групи

$$t_2 = 63,7 \cdot 1,15 \cdot 1,55 = 113,55.$$

Питоме значення розрахункової нормативної трудомісткості поточного ремонту, скориговане з урахуванням умов експлуатації для транспортних засобів першої групи, визначається таким чином:

$$t_{mp} = 20,4 \cdot 1,2 \cdot 1,15 \cdot 0,9 \cdot 1,55 \cdot 0,95 = 37,31.$$

Узагальнені результати щодо скоригованих значень трудомісткості технічних впливів для решти технологічно сумісних груп транспортних засобів подано у таблиці 2.9.

Таблиця 2.9. Скориговані показники трудомісткості технічних впливів.

№ ТСГ	1	2	3	4	5	6
$t_{ЩТОс}$	1,38	0,40	0,36	0,42	0,37	0,25
$t_{ЩТОт}$	0,69	0,20	0,18	0,21	0,18	0,12
$t_{ТО1}$	23,35	10,16	6,70	7,81	11,63	5,04
$t_{ТО2}$	113,55	38,50	26,78	31,25	46,50	20,34
$t_{ТР}$	37,31	9,14	5,95	6,94	5,47	3,28

Підсумковий річний обсяг виробничих робіт – у перерахунку на людино-години – для операцій ЩТОс, ЩТОт, ТО-1 та ТО-2 визначають шляхом перемножування фактичної кількості виконань кожного виду технічного обслуговування на відповідне нормативне значення їх трудомісткості, скориговане з урахуванням умов експлуатації та характеристик рухомого складу.

$$T_{ЩТОс} = \sum N_{ЩТОс} \cdot t_{ЕЩТОс}. \quad (2.20)$$

Для 1-ї групи:

$$T_{ЩТОс,г} = 3682 \cdot 1,38 = 5081.$$

$$T_{ЩТОт} = \sum N_{ЩТОт} \cdot t_{ЩТОт}. \quad (2.21)$$

Для 1-ї групи:

$$T_{\text{цтОмз}} = 324 \cdot 0,69 = 223.$$

$$T_{1z} = \sum N_{1z} \cdot t_1. \quad (2.22)$$

Для 1-ї групи:

$$T_{1z} = 153 \cdot 23,35 = 3582.$$

$$T_{2z} = \sum N_{2z} \cdot t_2. \quad (2.23)$$

Для 1-ї групи:

$$T_{2z} = 49 \cdot 113,55 = 5553.$$

Річний обсяг виконання робіт з поточного ремонту (ТР), виражений у людино-годинах

$$T_{\text{ТРз}} = L_z \cdot A_u \cdot t_{\text{ТР}} / 1000. \quad (2.24)$$

Для 1-ї групи:

$$T_{\text{ТРз}} = 404969 \cdot 13 \cdot 37,31 / 1000 = 196413.$$

Підсумкові значення річної трудомісткості операцій технічного обслуговування та поточного ремонту, розраховані окремо для кожної групи рухомого складу та для автопарку загалом, систематизовано у таблиці 2.10.

Сезонне технічне обслуговування (СО) виконують двічі протягом року. Воно охоплює комплекс профілактичних та підготовчих робіт, спрямованих на забезпечення надійної експлуатації транспортних засобів у холодний та теплий періоди. Трудомісткість СО визначають залежно від кліматичних умов регіону експлуатації, виражаючи її у вигляді частки від трудомісткості ТО-2: для районів із дуже холодним кліматом – 50 %, для холодних зон – 30 %, а для решти територій – 20 %.

$$T_{\text{СОj}} = 0,02 \cdot K_{\text{СО}} \cdot t_{2j} \cdot A_{\text{Иj}}. \quad (2.25)$$

Для 1-ї групи:

$$T_{\text{СОз}} = 0,02 \cdot 20 \cdot 113,55 \cdot 13 = 590.$$

Узагальнені дані щодо трудомісткості сезонного технічного обслуговування, розраховані окремо для кожної групи транспортних засобів та для автопарку в цілому, подано в таблиці 2.10.

Для коректного визначення фактичного річного обсягу робіт, що має бути віднесений до зон технічного обслуговування (ТО) та поточного ремонту (ТР), здійснюють перерозподіл частини ремонтних операцій. Зокрема, від 10 до 20 % трудомісткості, запланованої в зоні ТР, переводять до відповідних зон ТО з урахуванням характеру та складності робіт. Такий підхід дає змогу точніше відобразити реальну структуру виконуваних впливів.

Після виконання перерозподілу до річної програми ТО-2 додатково включають трудомісткість сезонного технічного обслуговування, оскільки його операції технологічно та організаційно наближені до робіт, характерних для ТО-2.

Таблиця 2.10. Зведена річна трудомісткість робіт з ЩТО, ТО, ТР і СО.

№ ТСГ	1	2	3	4	5	6	Σ
$T_{\text{ЩТОсг}}$	5081	897	431	1604	440	880	9332
$T_{\text{ЩТОмг}}$	223	39	4	35	12	35	349
$T_{1\epsilon}$	3582	943	67	622	365	665	6244
$T_{2\epsilon}$	5553	1125	85	783	465	855	8866
$T_{\text{ТР}\epsilon}$	196413	27711	1138	34458	4104	30485	294310
$T_{\text{СО}\epsilon}$	590	123	43	162	74	98	1091

$$T'_{1\epsilon} = 1,1 \cdot T_{1\epsilon}; \quad (2.26)$$

$$T'_{2\epsilon} = 1,1 \cdot T_{2\epsilon} + T_{\text{СО}\epsilon}; \quad (2.27)$$

$$T'_{\text{ТР}\epsilon} = T_{\text{ТР}\epsilon} - 0,1 \cdot (T_{1\epsilon} + T_{2\epsilon}). \quad (2.28)$$

Для 1-ї групи:

$$T'_{1\epsilon} = 1,1 \cdot 3582 = 3940;$$

$$T'_{2\epsilon} = 1,1 \cdot 5553 + 590 = 6699;$$

$$T'_{TP_2} = 196413 - 0,1 \cdot (5553 + 3582) = 195500.$$

Узагальнені дані щодо перерозподілу трудомісткості робіт між зонами технічного обслуговування та поточного ремонту для кожної технологічно сумісної групи транспортних засобів, а також для автопарку загалом, подано в таблиці 2.11.

Таблиця 2.11. Показники перерозподіленої трудомісткості технічних впливів.

№ ТСГ	1	2	3	4	5	6	Σ
T'_{12}	3940	1038	73	684	402	732	6868
T'_{22}	6699	1361	136	1024	586	1038	10843
T'_{TP_2}	195500	27504	1123	34317	4021	30333	292799

Річний обсяг робіт за окремими видами технічних впливів, що виконуються на спеціалізованих постах зон технічного обслуговування (ТО), поточного ремонту (ТР) та на відповідних виробничих ділянках, визначають за допомогою наступної розрахункової залежності:

$$T_{ej} = T_{ej} \cdot B_j \cdot 10^{-2}, \quad (2.29)$$

Узагальнені дані щодо структури виконуваних робіт за видами технічних впливів, сформовані окремо для кожної групи транспортних засобів і для автопарку в цілому, наведено у таблиці 2.12.

Таблиця 2.12. Структура розподілу робіт за видами для груп транспортних засобів та автопарку загалом/

Види робіт ТО и ТР	Вj %	Трудоємність по групам						Σ
		1	2	3	4	5	6	
ЩТОс								
Мийні	9	457	81	39	144	40	79	840
Прибиральні (включаючи сушіння-обтирання)	14	711	126	60	225	62	123	1307
Заправні	14	711	126	60	225	62	123	1307

Контрольно-діагностичні	16	813	143	69	257	70	141	1493
Ремонтні (усунення дрібних несправностей)	47	2388	422	202	754	207	414	4386
Разом:	100	5081	897	431	1604	440	880	9332
ЩТОг								
Прибиральні	40	89	16	2	14	5	14	140
Мийні (включаючи сушіння-обтирання)	60	134	24	2	21	7	21	209
Разом:	100	223	39	4	35	12	35	349
ТО-1								
Загальна діагностика (Д-1)	10	394	104	7	68	40	73	687
Кріпильні, регулювальні, змащувальні та інші	90	3546	934	66	615	362	658	6182
Разом:	100	3940	1038	73	684	402	732	6868
ТО-2								
Поглиблена діагностика	10	670	136	14	102	59	104	1084
Кріпильні, регулювальні, змащувальні та інші	90	6029	1225	122	921	527	934	9759
Разом:	100	6699	1361	136	1024	586	1038	10843
ТР								
Пстові роботи								
Загальна діагностика (Д-1)	1	1955	275	11	343	40	303	2928
Поглиблена діагностика (Д-2)	1	1955	275	11	343	40	303	2928
Регулювальні та розбірно-складальні роботи	35	68425	9626	393	12011	1407	10617	102480
Зварювальні роботи для рухомого складу з металевими кузовами	4	7820	1100	45	1373	161	1213	11712
Жерстяні роботи для рухомого складу з металевими кузовами	3	5865	825	34	1030	121	910	8784
Фарбувальні роботи	6	11730	1650	67	2059	241	1820	17568
Разом:	50	97750	13752	562	17159	2011	15167	146399
Дільничі роботи								
Агрегатні роботи	18	35190	4951	202	6177	724	5460	52704
Слюсарно-механічні	10	19550	2750	112	3432	402	3033	29280
Електротехнічні роботи	5	9775	1375	56	1716	201	1517	14640
Акумуляторні роботи	2	3910	550	22	686	80	607	5856
Ремонт приладів паливної системи	4	7820	1100	45	1373	161	1213	11712
Шиномонтажні роботи	1	1955	275	11	343	40	303	2928
Вулканізаційні роботи	1	1955	275	11	343	40	303	2928

Ковальсько-ресорні роботи	3	5865	825	34	1030	121	910	8784
Мідницькі роботи	2	3910	550	22	686	80	607	5856
Зварювальні роботи	1	1955	275	11	343	40	303	2928
Жерстяні роботи	1	1955	275	11	343	40	303	2928
Арматурні роботи	1	1955	275	11	343	40	303	2928
Обойні роботи	1	1955	275	11	343	40	303	2928
Разом	50	97750	13752	562	17159	2011	15167	146399
Всього	100	195500	27504	1123	34317	4021	30333	292799

Під час організації діагностичних операцій на спеціалізованих постах важливо точно встановити обсяг робіт, що підлягають виконанню на кожному з них. Інтегральний обсяг діагностування визначається як сукупність робіт, передбачених регламентами ТО-1, ТО-2 та поточного ремонту. Одержані величини враховуються під час подальших інженерних розрахунків, а також вилучаються з загального обсягу робіт ТО-1, ТО-2 і ТР при визначенні необхідної кількості постів для виконання цих технологічних операцій.

Узагальнені дані щодо обсягів діагностування для окремих груп транспортних засобів, а також для всього парку рухомого складу, подано у табл. 2.13.

Таблиця 2.13. Обсяг діагностичних робіт для груп автомобілів та загального парку рухомого складу.

№ ТСГ	1	2	3	4	5	6	Σ
$T_{д1}$	2349	379	19	412	80	376	3615
$T_{д2}$	2625	411	25	446	99	407	4012

2.3 Визначення чисельності робітників, інженерно-технічного персоналу та службовців

Планування кадрового забезпечення підприємства базується на розрахунку річного обсягу робіт, який подають у людино-годинах. До цього показника включають трудомісткість операцій з ЄО, ТО-1, ТО-2, поточного

ремонту, а також обсяг допоміжних і забезпечувальних робіт, необхідних для стабільного функціонування виробничої структури. Саме ці дані є вихідною основою для визначення чисельності персоналу, закріпленого за виробничими зонами та відповідними ділянками.

Розрахунок кількості виробничих робітників здійснюють шляхом співвідношення річної трудомісткості робіт з фондом робочого часу. Для визначення штатної чисельності використовують ефективний річний фонд часу одного працівника, тоді як явочну чисельність визначають на основі номінального фонду часу.

Кінцевий результат, тобто технологічно необхідну чисельність виробничих робітників, отримують за формульним виразом, наведеним у методичних рекомендаціях.

$$P_{mj} = T_{zj} / \Phi_{mj}, \quad (2.30)$$

Штатна чисельність робітників визначається таким чином:

$$P_{uj} = T_{zj} / \Phi_{uj}, \quad (2.31)$$

Після виконання розрахунків можуть бути отримані часткові (дробові) значення чисельності персоналу.

Узагальнені результати визначення чисельності виробничого персоналу подано в табл. 2.14.

Таблиця 2.14. Чисельність виробничих робітників.

Вид робіт ТО и ТР	T_{zj} , Люд- год.	Φ_{uj} , год.	Φ_{mj} , год.	P_{uj} , Люд.	P_{mj} , Люд.	Прийняте значення	
						P_{uj} , Люд.	P_{mj} , Люд.
ЩТОс							
Прибиральні	840	1820	2070	0,46	0,41	1	1
Мийні	1307			0,72	0,63		
Заправні	1307			-	-	0*	0*
Контрольно-діагностичні	1493			0,82	0,72	1	1

Ремонтні	4386			2,41	2,12	2	2
Разом:	9332			4,41	3,88	4	4
ЩТОг							
Прибиральні	140	1820	2070	0,08	0,07	0**	0**
Мийні за двигуном і шасі	209			0,11	0,10		
Разом:	349			0,19	0,17	0	0
ТО-1							
Загальна діагностика (Д-1)	687	1820	2070	0,38	0,33	1	1
Кріпильні та регулювальні роботи	6182			3,40	2,99	3	3
Разом:	6868			3,77	3,32	4	4
ТО-2							
Поглиблена діагностика (Д-2)	1084	1820	2070	0,60	0,52	1	1
Кріпильні та регулювальні роботи	9759			5,36	4,71	5	5
Разом:	10843			5,96	5,24	6	6
ТР							
Постові роботи							
Загальна діагностика (Д-1)	2928	1820	2070	1,61	1,41	3	3
Поглиблена діагностика (Д-2)	2928			1,61	1,41		
Регулювальні та розбірно-складальні роботи	102480			56,31	49,51	56	50
Зварювальні роботи для рухомого складу з металевими кузовами	11712			6,44	5,66	11	10
Жерстяні роботи для рухомого складу з металевими кузовами	8784			4,83	4,24		
Фарбувальні роботи	17568	1610	1830	10,91	9,60	11	10
Разом по постах:	146399	-	-	81,70	71,84	81	73
Дільничі роботи							
Агрегатні роботи	52704	1820	2070	28,96	25,46	29	26
Слюсарно-механічні роботи	29280			16,09	14,14	16	14
Арматурні роботи	2928			1,61	1,41	2	2
Електротехнічні роботи	14640			8,04	7,07	8	7
Акумуляторні роботи	5856			3,22	2,83	3	3
Ремонт приладів паливної системи	11712			6,44	5,66	7	6
Шиномонтажні роботи	2928			1,61	1,41	3	3

Вулканізаційні роботи	2928			1,61	1,41		
Ковальсько-ресорні роботи	8784			4,83	4,24	5	4
Мідницькі роботи	5856			3,22	2,83	4	3
Зварювальні роботи	2928			1,61	1,41	3	3
Жерстяні роботи	2928			1,61	1,41		
Обойні роботи	2928			1,61	1,41	2	2
Разом по дільницях	146399			80,44	70,72	82	73
Всього за ТР	292799	-	-	162,14	142,56	163	146
Разом:				176,47	155,16	176	159

Кількість водіїв для кожної групи автомобілів встановлюється індивідуально відповідно до розрахункової формули:

$$N_{\text{вод}} = \frac{A_u \cdot D_{\text{роб } p} \cdot T_p \cdot \alpha_m}{\Phi_m}, \quad (2.32)$$

Для 1-ї групи:

$$N_{\text{вод}} = \frac{13 \cdot 305 \cdot 10,5 \cdot 0,928}{2070} = 18,67 \text{ люд.}$$

На підставі виконаних розрахунків визначено необхідну кількість водіїв для інших транспортно-експлуатаційних груп. Зведені дані щодо їх чисельності наведено у табл. 2.15.

Таблиця 2.15. Чисельність водіїв.

№ ТСТ	1	2	3	4	5	6	Σ
A_u	13	8	4	13	4	12	-
$D_{\text{роб } p}$	305	305	305	305	305	305	-
T_p	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	-
α_m	0,928	0,913	0,980	0,963	0,961	0,961	-
$N_{\text{вод роз.}}$	18,67	11,30	6,07	19,38	5,95	17,86	-
$N_{\text{вод прин.}}$	19	12	6	20	6	18	81

Визначення чисельності допоміжного персоналу здійснюють за нормативним підходом, базованим на питомій вазі допоміжних робітників відносно штатної чисельності основних виробничих кадрів. Конкретні значення цього відсоткового співвідношення регламентовано див. табл. 2.15.

Таблиця 2.15. Розподіл чисельності допоміжних робітників за видами робіт залежно від типу підприємств.

Штатна чисельність виробничих робітників, осіб	Норматив чисельності допоміжних робітників, % до чисельності виробничих робітників
понад 150 до 180	23

У підсумку отримаємо:

$$N_{\text{всп}} = 176 \cdot 0,23 \approx 40 \text{ люд.}$$

Зазначені дані забезпечують можливість коректно визначити потребу в робітниках з урахуванням типу підприємства, його технологічних процесів та виробничої організації (див. табл. 2.16).

Таблиця 2.16. Розподіл чисельності допоміжних робітників.

Види допоміжних робіт	Розподіл,	
	%	Чисельність
Ремонт і обслуговування технологічного обладнання	20	8
Ремонт і обслуговування інженерного обладнання	15	6
Транспортні роботи	10	4
Приймання, зберігання та видача матеріальних цінностей	15	6
Перегін рухомого складу	15	6
Прибирання виробничих приміщень	10	4
Прибирання території	10	4
Обслуговування компресорного обладнання	5	2

2.4 Технологічний розрахунок виробничих зон, ділянок та складських приміщень

Визначення площі виробничих приміщень для постів технічного обслуговування та ремонту здійснюється з урахуванням розрахованої кількості робочих і допоміжних постів, а також зон очікування. Додатково беруть до уваги габаритні параметри рухомого складу та нормативи його розміщення відповідно до класифікаційних груп автомобілів за розмірами.

Розрахунок необхідної кількості робочих постів виконується диференційовано – для кожної групи транспортних засобів, що є технологічно сумісними, а також окремо за видами робіт, передбачених регламентами ТО і ТР.

Для виконання мийних операцій приймається механізований спосіб їх реалізації, що є обґрунтованим за умови експлуатації понад 50 одиниць рухомого складу.

Мінімальна кількість робочих постів за окремими видами робіт (за винятком механізованих мийних постів) визначається на основі розрахункового виразу, наведеного у відповідній методиці.

$$X_{ЩТО} = \frac{T_{ЩТОг} \cdot K\% \cdot K_p}{100 \cdot D_{роб\ h} \cdot C \cdot T_{см} \cdot P_n \cdot K_{вик}}, \quad (2.33)$$

Кількість прибиральних постів

Для 1-ї групи:

$$X_{ЩТО} = \frac{5081 \cdot 58 \cdot 1,4}{100 \cdot 305 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,5 \cdot 0,97} = 0,69.$$

Розраховані показники щодо потреби в прибиральних постах для інших транспортно-експлуатаційних груп зведено в табл. 2.17, що дозволяє оцінити необхідний обсяг виробничих ресурсів.

Таблиця 2.17. Кількість прибиральних постів.

№ ТСГ	1	2	3	4	5	6	Σ
$T_{ЩТОср}$	5081	897	431	1604	440	880	9332
$K\%$	58	58	63	63	59	48	-
K_p	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	-
$T_{см}$	8	8	8	8	8	8	-
c	2	2	2	2	2	2	-
P_n	0,5	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	-
$K_{вик}$	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	-
$X_{цто}$	0,69	0,39	0,15	0,48	0,22	0,12	2,05

Приймаємо до встановлення два робочі пости.

Подальше визначення кількості механізованих мийних і сушильних постів здійснюється на основі розрахункового виразу:

$$X_M = \frac{A_i \cdot \alpha_m \cdot K_n}{T_e \cdot A_c}, \quad (2.34)$$

Для 1-ї групи:

$$X_M = \frac{13 \cdot 0,928 \cdot 0,7}{1 \cdot 28} = 0,3.$$

Підсумкові результати щодо визначення потреби в механізованих мийних і сушильних постах для інших транспортно-експлуатаційних груп наведено в табл. 2.18.

Таблиця 2.18. Кількість механізованих мийних і сушильних постів.

№ ТСГ	1	2	3	4	5	6	Σ
A_i	13	8	4	13	4	12	54
a_m	0,9285	0,9132	0,9806	0,9634	0,9615	0,9619	-
K_n	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	-
T_e	1	1	1	1	1	1	-
A_c	28	28	28	28	28	28	-
X_M	0,30	0,18	0,10	0,31	0,10	0,29	1,28

Для подальших розрахунків приймаємо наявність двох потокових постів.

Кількість робочих постів, призначених для виконання робіт за ЩТО_т, визначається на основі такого розрахункового виразу:

$$X_{\text{ЩТО}_m} = \frac{T_{\text{ЩТО}_g} \cdot K\% \cdot K_p}{100 \cdot D_{\text{роб } p} \cdot c \cdot T_{\text{см}} \cdot p \cdot K_{\text{вип}}}; \quad (2.35)$$

Для 1-ї групи:

$$X_{\text{ЩТО}_m} = \frac{223 \cdot 40 \cdot 1,8}{100 \cdot 305 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 0,5 \cdot 0,97} = 0,14.$$

Зведені результати розрахунку кількості постів, призначених для виконання робіт за ЩТО_т для інших транспортно-експлуатаційних груп, подано в табл. 2.19.

Таблиця 2.19. Кількість постів за ЩТО_т.

№ ТСГ	1	2	3	4	5	6	Σ
$T_{\text{ЩТО}_g}$	223	39	4	35	12	35	-
$K\%$	40	40	40	40	55	60	-
K_p	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	-
$T_{\text{см}}$	8	8	8	8	8	8	-
C	1	1	1	1	1	1	-
P_n	0,5	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	-
$K_{\text{вип}}$	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	-
$X_{\text{ЩТО}_m}$	0,14	0,05	0,00	0,04	0,02	0,03	0,28

Передбачається, що на одних і тих самих робочих постах будуть виконуватися роботи ТО-1 і ТО-2 для автомобілів та автопоїздів з організацією цих операцій у різні зміни доби.

Приймається така система технічного обслуговування:

роботи ЩТО виконуються в окремій будівлі;

ТО-1 здійснюється на одній потоковій лінії, що включає 5 постів;

ТО-2 виконується на семи індивідуальних постах;

діагностичні роботи проводяться на діагностичній дільниці, яка складається з трьох постів Д-1 і трьох постів Д-2, що працюють в одну зміну.

Кількість допоміжних постів контрольно-пропускного пункту визначається за формулою:

$$X_{всп} = \frac{A_i \cdot \alpha_m \cdot K_n}{T_B \cdot A_{\text{ч}}}, \quad (2.36)$$

$$X_{всп} = \frac{13 \cdot 0,928 \cdot 0,70}{1 \cdot 40} = 0,211.$$

Узагальнені дані, отримані в результаті розрахунку необхідної кількості допоміжних постів, подано в табл. 2.20.

Таблиця 2.20. Кількість допоміжних постів.

№ ТСГ	1	2	3	4	5	6	Σ
A_i	13	8	4	13	4	12	-
α_m	0,9285	0,9132	0,9806	0,9634	0,9615	0,9619	-
K_n	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	-
$T_{\text{в}}$	1	1	1	1	1	1	-
$A_{\text{ч}}$	40	40	40	40	30	60	-
$X_{всп}$	0,211	0,128	0,069	0,219	0,090	0,135	0,851

Приймаємо до проєктування один допоміжний пост.

2.5 Розрахунок площ виробничих і допоміжних приміщень

Планування площ автотранспортного підприємства здійснюється з урахуванням їх функціонального призначення, відповідно до чого всі приміщення поділяють на три ключові групи: виробничо-складські зони, простори для зберігання рухомого складу та комплекс допоміжних приміщень.

До виробничо-складського блоку належать зони технічного обслуговування та ремонту, дільниці поточного ремонту, складські приміщення, а також технічні кімнати, у яких розміщуються енергетичні й санітарно-технічні системи (зокрема компресорні, трансформаторні, насосні, вентиляційні тощо). Для автотранспортних підприємств із невеликою програмою робіт допускається об'єднання окремих дільниць, що мають подібну технологічну спрямованість, або укрупнення складських площ.

До складу площ, призначених для зберігання (стоянки) транспортних засобів, входять закриті чи відкриті стоянки з урахуванням території, яку займає обладнання для підігріву двигунів (у разі відкритого зберігання), а також рампи та міжповерхові проїзди – характерні для багатоповерхових стоянок закритого типу.

Адміністративно-побутові приміщення підприємства формуються відповідно до вимог «Адміністративні та побутові будівлі». До них належать санітарно-побутові кімнати, заклади харчування, медичні пункти, приміщення для культурно-побутового обслуговування, адміністративні кабінети, аудиторії для навчання персоналу та приміщення для діяльності громадських організацій.

Попередню площу зон технічного обслуговування та ремонту визначають на основі такого розрахункового виразу:

$$F_{зj} = f_a \cdot X_j \cdot K_{nj}, \quad (2.37)$$

$$K_{nj} = 4-6; K_{nj} = 6; K_{nj} = 5; K_{nj} = 4.$$

Узагальнені результати щодо визначення площ виробничих зон та окремих постів подано в табл. 2.21.

Таблиця 2.21. Площі зон і постів.

Зона чи пост	Кількість постів	K_{nj}	Площа авто	Площа
ЩТО	5	4	37,4	748
ТО-1	5	4		748

ТО-2	7	6		1571
Діагностування	6	6		1346
Розбірно-складальний	5	6		1122
Зварювально-облицювальний (жерстяний)	6	6		1346
фарбувальний	2	6		449
Разом	7330			

Оскільки роботи з ТО-1 проводяться на лініях ТО-2 у другу зміну, потреби в додаткових виробничих площах не виникає.

Орієнтовне визначення площ виробничих ділянок здійснюють на основі такого розрахункового виразу:

$$F_{yj} = f_{p1j} + f_{p2j}(P_{mj} - 1), \quad (2.38)$$

Узагальнені результати визначення площ виробничих ділянок подано в табл. 2.30.

Таблиця 2.22. Площі ділянок

Ділянка	Площа		Число роб	Площа ділянки	Загал. площа
	f_{p1}	f_{p2}			
Агрегатна	22	12	176	176	176
Слюсарно-механічна	18	7	90	90	90
Електротехнічна	15	7	48	48	48
Акумуляторна	21	6	96	96	96
Ділянка ремонту паливної системи	14	1	14	14	14
Шиномонтажна	18	3	48	72	72
Вулканізаційна	12	3	24		
Ковальсько-ресорна	21	3	31	31	31
Мідницька	15	2	24	24	24

Зварювальна	15	1,5	19,5	43,5	43,5
Жерстяна	18	1,5	24		
Арматурна	12	3	33	33	33
Обойна	18	1	18	18	18
Разом	645,5				

Розрахунок площі, необхідної для зберігання рухомого складу, здійснюють на основі такого виразу:

$$F_x = f_a \cdot A_i \cdot k_n, \quad (2.39)$$

$$f_a = 37,4 \text{ м}^2; k_n = 2,5.$$

З огляду на те, що рухомий склад експлуатується в одну зміну, під час зберігання жоден автомобіль не залишається на лінії, отже на стоянці розміщується весь парк. Крім того, слід урахувувати можливість, коли всі пости ТО та ТР виявляються вільними. У такому випадку площа стоянки має бути не меншою за величину, що забезпечує одночасне розміщення всього рухомого складу:

$$F_x = 37,4 \cdot 54 \cdot 2,5 = 5049 \text{ (м}^2\text{)}$$

Розмір складських приміщень і споруд автотранспортного підприємства визначають на основі розрахункової залежності, що передбачає множення нормативної питомої площі на кількість одиниць рухомого складу з урахуванням відповідних коригувальних коефіцієнтів:

$$F_c = 0,1 \cdot A_e \cdot f_y \cdot K_{1c} \cdot K_{2c} \cdot K_{3c} \cdot K_{4c} \cdot K_{5c}, \quad (2.40)$$

Загальну площу складських приміщень одного типу для всього парку автотранспортного підприємства обчислюють на основі такого розрахункового виразу:

$$F_c = 0,9 \sum_{j=1}^m F_j. \quad (2.41)$$

Вихідні параметри, необхідні для визначення площ складських приміщень, подано у табл. 2.23 та 2.24. Зазначені дані включають коригувальні коефіцієнти, що враховують особливості експлуатації, тип рухомого складу та умови зберігання матеріальних ресурсів.

Таблиця 2.31 Коефіцієнти для розрахунку складських приміщень.

№ ТСГ	1	2	3	4	5	6
K_{1c}	0,81	0,87	0,74	0,8	0,86	0,92
K_{2c}	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
K_{3c}	2,2	1,3	1	1	0,6	1
K_{4c}	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
K_{5c}	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1,05
K_c	3,70	2,35	1,47	1,59	1,02	1,83

Таблиця 2.24. Питомі площі складських приміщень.

Найменування складських приміщень і споруд	Питома площа складських приміщень на 10 одиниць рухомого складу, м ²					
	1	2	3	4	5	6
Запасних частин, деталей, електроматеріалів	4,00	4,00	4,00	4,00	4,40	2,00
Двигунів, агрегатів і вузлів	2,50	2,50	2,50	2,50	3,00	1,50
Змащувальних матеріалів	1,60	1,60	1,60	1,60	1,80	1,50
Лакофарбових матеріалів	0,50	0,50	0,50	0,50	0,60	0,11
Інструменту	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,05
Кисню, азоту та ацетилену в балонах	0,15	0,15	0,15	0,15	0,20	0,15
Пиломатеріалів	-	0,30	0,30	-	-	-
Металу, металобрухту та цінної вторинної сировини	0,25	0,25	0,25	0,25	0,30	0,20
Автомобільних шин	2,40	2,40	2,40	2,40	2,60	1,60
Автомобілів, що підлягають списанню	6,00	6,00	6,00	6,00	7,00	4,00

Проміжного зберігання запасних частин	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,40
---------------------------------------	------	------	------	------	------	------

Узагальнені результати визначення площ складських приміщень для забезпечення виробничих потреб автотранспортного підприємства подано в табл. 2.25.

Таблиця 2.25. Сумарні площі складських приміщень.

Найменування складських приміщень і споруд	Питома площа складських приміщень на 10 одиниць рухомого складу, м²						Σ
	1	2	3	4	5	6	
Запасних частин, деталей, електроматеріалів	39,22	7,52	2,35	8,26	1,80	4,38	39,22
Двигунів, агрегатів і вузлів	25,10	4,70	1,47	5,16	1,23	3,29	25,10
Змащувальних матеріалів	17,08	3,01	0,94	3,30	0,74	3,29	17,08
Лакофарбових матеріалів	4,64	0,94	0,29	1,03	0,25	0,24	4,64
Інструменту	1,42	0,28	0,09	0,31	0,06	0,11	1,42
Кисню, азоту та ацетилену в балонах	1,63	0,28	0,09	0,31	0,08	0,33	1,63
Пиломатеріалів	0,67	0,56	0,18	0,00	0,00	0,00	0,67
Металу, металобрухту та цінної вторинної сировини	2,61	0,47	0,15	0,52	0,12	0,44	2,61
Автомобільних шин	24,31	4,51	1,41	4,95	1,06	3,51	24,31
Автомобілів, що підлягають списанню	60,95	11,29	3,52	12,38	2,87	8,76	60,95
Проміжного зберігання запасних частин	7,81	1,50	0,47	1,65	0,33	0,88	7,81
Разом	185,44						

До адміністративно-побутового фонду підприємства відносять приміщення, призначені для забезпечення управлінських, санітарно-гігієнічних

та соціально-побутових потреб персоналу. До їх складу входять кабінети адміністративного призначення, санітарно-побутові кімнати, медичні пункти, приміщення для організації харчування, культурно-побутові зали, службові кімнати та інші функціональні простори.

Для автотранспортного підприємства, де працює 325 осіб, відповідно до нормативів приймається питома площа $6,5 \text{ м}^2$ на одного працівника (див. рис. 2.1).

Загальна площа адміністративно-побутового комплексу становитиме:

$$6,5 \times 325 = 2112,5 \text{ м}^2.$$

Припускаємо, що споруда адміністративно-побутового призначення матиме три поверхи, а її будівельна ширина складатиме 15 м. За таких умов площа одного поверху визначається як:

$$2112,5 / 3 = 704,2 \text{ м}^2.$$

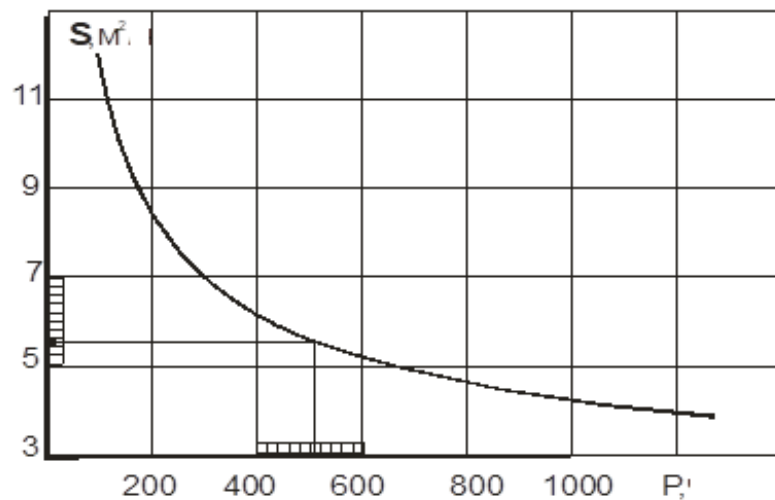


Рис. 2.1. Залежність питомої площі адміністративно-побутових приміщень від чисельності персоналу.

Розрахункова довжина будівлі визначається як:

$$704,2 / 15 = 46,9 \text{ м}.$$

З метою уніфікації будівельних рішень приймаємо довжину, кратну 6 м, тобто 48 м. За таких умов уточнена площа адміністративно-побутового комплексу становить 720 м², що відповідає нормативним вимогам та забезпечує раціональне використання площ.

2.6 Визначення ключових напрямів підвищення ефективності роботи підприємства в частині організації ТО і ТР

У контексті стратегічного розвитку автотранспортного підприємства одним із найбільш перспективних напрямів є інвестування у високопродуктивне технологічне обладнання. Незважаючи на значні первинні витрати, така модернізація забезпечує суттєве підвищення ефективності виробничих процесів, зменшення трудомісткості робіт і, як наслідок, помітну економію експлуатаційних витрат у довгостроковій перспективі.

З огляду на те, що значну частину парку підприємства становлять транспортні засоби підвищеної вантажопідйомності, використання стандартного нормокомплекту для оснащення шиномонтажної дільниці не забезпечує необхідного технологічного рівня. Така комплектація не враховує специфічних вимог щодо обслуговування крупногабаритних коліс і шин, що потребують застосування більш потужного та спеціалізованого обладнання.

З урахуванням особливостей технологічного процесу сформовано оптимізований набір устаткування для шиномонтажної та вулканізаційної дільниць. Його склад представлено у табл. 2.26.

Проектне планувальне рішення дільниці з урахуванням раціонального розташування технологічного обладнання подано на рис. 2.2. Під час формування схеми розміщення устаткування було забезпечено дотримання нормативних відстаней як між окремими верстатами, так і між устаткуванням та огорожувальними конструкціями приміщення.

Опис технологічного процесу на проєктованій шиномонтажній дільниці. Після демонтажу колеса з транспортного засобу та його доставки на шиномонтажну дільницю розпочинається первинний етап технологічного циклу. За умови, що подальша робота передбачає відновлення покриття (вулканізацію)

або проведення балансування, колесо піддається очищенню у ванні 7. Така операція забезпечує належну якість подальших технологічних впливів. Якщо ж подальші ремонтні процедури не заплановані, а стан поверхні колеса не вимагає очищення, мийний етап допустимо пропустити.

Після підготовки колесо встановлюють на шиномонтажний стенд 9, де виконують його розбирання. У подальшому кожен елемент колісного комплексу спрямовується на відповідну операцію залежно від характеру пошкоджень. Наприклад, відновлення камери здійснюють на електровулканізаторі 10, а ремонт покришки після проколу – на обладнанні позицій 4 або 5, вибір яких визначається типорозміром та конструкцією колеса. Для виконання підготовчих і допоміжних операцій за потреби задіюється слюсарний верстак 2.

Після завершення ремонту або заміни окремих елементів колісного модуля проводиться його повторне складання. Далі колесо під'єднують до компресора 3 для накачування, а у випадку легкових автомобілів – додатково виконують балансування на стенді 11. Після завершення цих операцій відновлене колесо встановлюють на транспортний засіб.

Таблиця 2.26. Перелік обладнання для шиномонтажної та вулканізаційної дільниці.

Назва	Позначення	Кіл.
Кліть запобіжна для накачування шин	-	1
Верстак слюсарний	М.1-105L-5015/G	1
Компресор	АВАС В 3800В/100	1
Електровулканізатор для великогабаритних шин	Комплекс-3	1
Електровулканізатор для вантажних шин	Комплекс-2	1
Вішалка для камер	-	2
Ванна	МЕС 80/6-G	1
Стенд шиномонтажний	Navigator 03-58 GIGA	1
Шафа для зберігання інструменту та матеріалів	КД-01-И	1

Електровулканізатор для ремонту камер	Гном-Т	1
Балансувальний стенд	Galaxy СБМП-60 3D	1

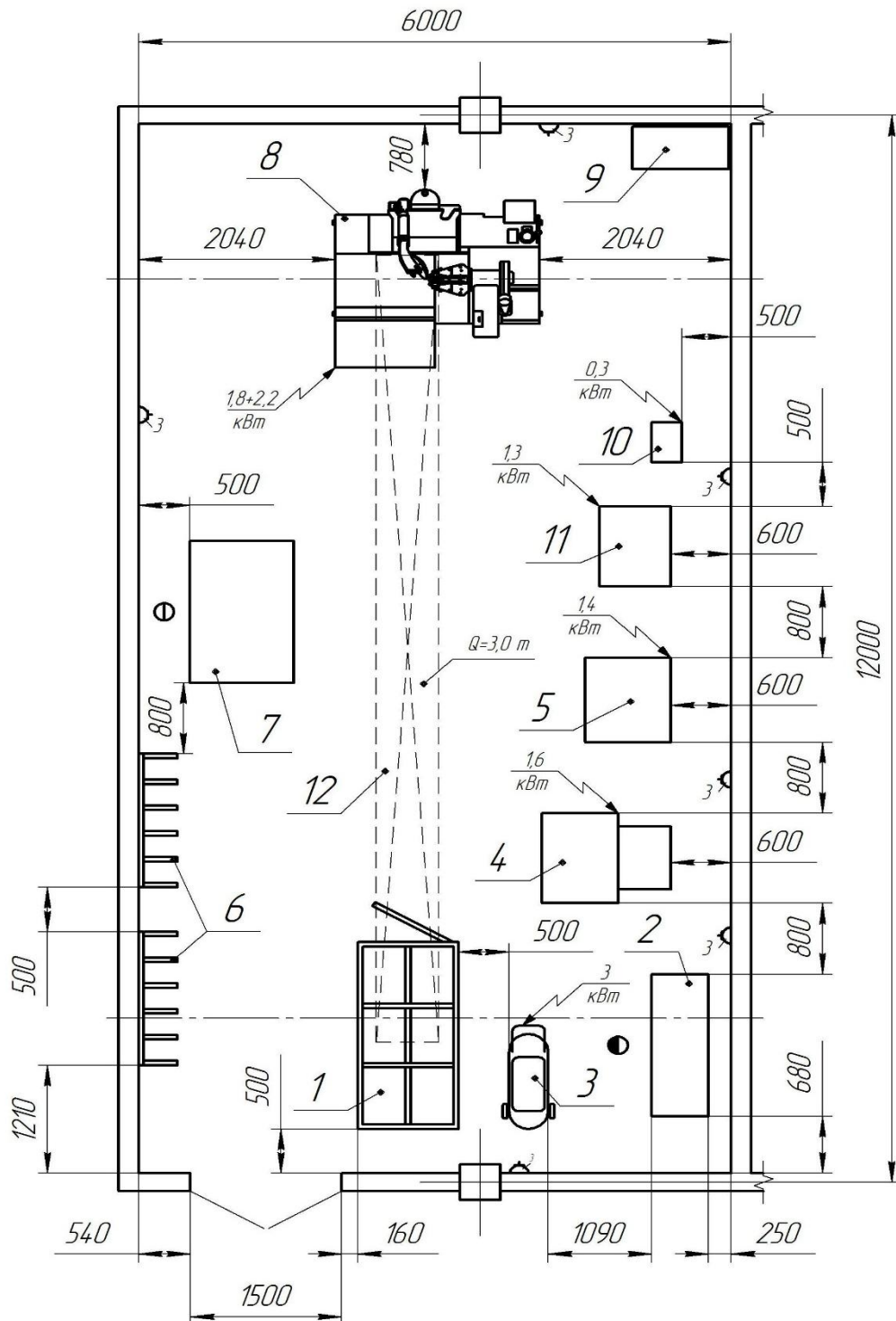


Рис. 2.2. Схема планування шиномонтажно-вулканізаційної дільниці:

1 – захисна кліть для безпечного накачування шин; 2 – слюсарний робочий верстак; 3 – компресорна установка; 4 – електровулканізатор, призначений для ремонту шин великого діаметра; 5 – електровулканізатор для відновлення шин вантажних автомобілів; 6 – пристрій для підвішування та зберігання камер; 7 – технологічна ванна; 8 – універсальний стенд для шиномонтажних робіт; 9 – шафа

для інструменту та витратних матеріалів; 10 – електровулканізатор для ремонту камер; 11 – обладнання для балансування коліс; 12 – електрична опорна однобалкова кран-балка для переміщення важких вузлів і колісних комплектів.

Особливої уваги потребує технологія накачування великогабаритних коліс, оскільки вона має підвищені вимоги до безпеки. На відміну від коліс легкових і стандартних вантажних автомобілів, ця операція обов’язково здійснюється у захисній кліті 1. Використання кліті мінімізує ризик травмування персоналу у разі раптового розривання обода або інших елементів конструкції колеса.

Технологічний процес накачування великогабаритних коліс складається з двох послідовних стадій. Спочатку повітря подають до досягнення попереднього тиску 0,5 атм, після чого виконується контроль надійності встановлення замкового кільця. Лише переконавшись у його правильній фіксації, оператор продовжує подачу повітря до встановленої нормативами величини тиску.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Узагальнена характеристика шиномонтажного станда Navigator 03-58 GIGA

Шиномонтажний стенд Navigator 03-58 GIGA (його зовнішній вигляд подано на рис. 3.1) належить до високопродуктивного універсального обладнання, призначеного для виконання широкого спектра операцій зі зняття та встановлення шин у виробничих підрозділах гірничодобувної галузі. Конструктивні особливості станда дозволяють працювати з колесами вантажних автомобілів різних марок – КрАЗ, MAN, Scania, DAF, Volvo, Iveco та ін., – а також обслуговувати великогабаритні колісні модулі кар'єрної техніки. До останніх належать автосамоскиди та важкі навантажувачі таких виробників, як Caterpillar, Hitachi, Komatsu тощо.



Рис. 3.1. Загальний вигляд шиномонтажного станда Navigator 03-58 GIGA.

Завдяки широкому діапазону підтримуваних типорозмірів і значній потужності привідних механізмів стенд є ключовим елементом технологічного оснащення автотранспортних підприємств зі складними умовами експлуатації.

Шиномонтажний стенд Navigator 03-58 GIGA спеціально розроблений для виконання операцій з монтажу та демонтажу шин на колесах різних конструктивних типів – із суцільним, глибоким або складеним ободом. Конструкція стенда дозволяє працювати з крупногабаритними колісними модулями, діаметр яких може досягати 2700 мм (106"), ширина – 1500 мм (59"), а максимальна маса – 2500 кг. Такі параметри відповідають технічним характеристикам, задекларованим виробником, і забезпечують можливість обслуговування коліс важкої кар'єрної та спеціалізованої техніки.

Основні напрями використання на підприємствах гірничодобувної галузі. Шиномонтажний стенд застосовується у широкому спектрі операцій, пов'язаних з обслуговуванням важкої кар'єрної техніки. Зокрема, він забезпечує ефективне збирання та розбирання коліс вантажопідйомність 30 т, шина 18.00-25, 42 т, шина 21.00-33, 45 т, бескамерна шина 21.00-35 та 55 т, шина 24.00-35.

Окрім цього, стенд повністю адаптований до роботи з колесами імпоротної кар'єрної техніки, оснащеної шинами розмірів 18.00-R25, 21.00-R35, 24.00-R35, а також дозволяє виконувати операції зі збирання та розбирання коліс потужних фронтальних навантажувачів із шинами 20,5-R25, 23,5-R25, 29,5-R25.

Також обладнання широко використовується для розбортовування коліс вантажних автомобілів різних виробників: КрАЗ, MAN, Scania, DAF, Volvo, Iveco та ін.

3.2 Технічні параметри шиномонтажного стенда

Комплекс технічних характеристик стенда зведено у табл. 3.1.

Габаритні параметри стенда, зокрема його висота та ширина, подані на рис. 3.2, тоді як довжину обладнання відображено окремо на рис. 3.3.

Таблиця 3.1. Технічні характеристики шиномонтажного станда.

Найменування параметра	Одиниці виміру	Значення
Розмір обода	"	11-58
Максимальний діаметр колеса	мм ("")	2700 (106)
Максимальна маса колеса	кг	2500
Максимальна ширина колеса	мм ("")	1500 (59)
Двигун редуктора	кВт, В/ Гц	1,5-2,2, 400/50
Швидкість обертання затискного пристрою	об/мин	3,5-7
Двигун гідравлічного насоса	кВт, В/ Гц	1,2-1,8, 400/50
Рівень шуму	дБ	<80
Маса станда	кг	1500

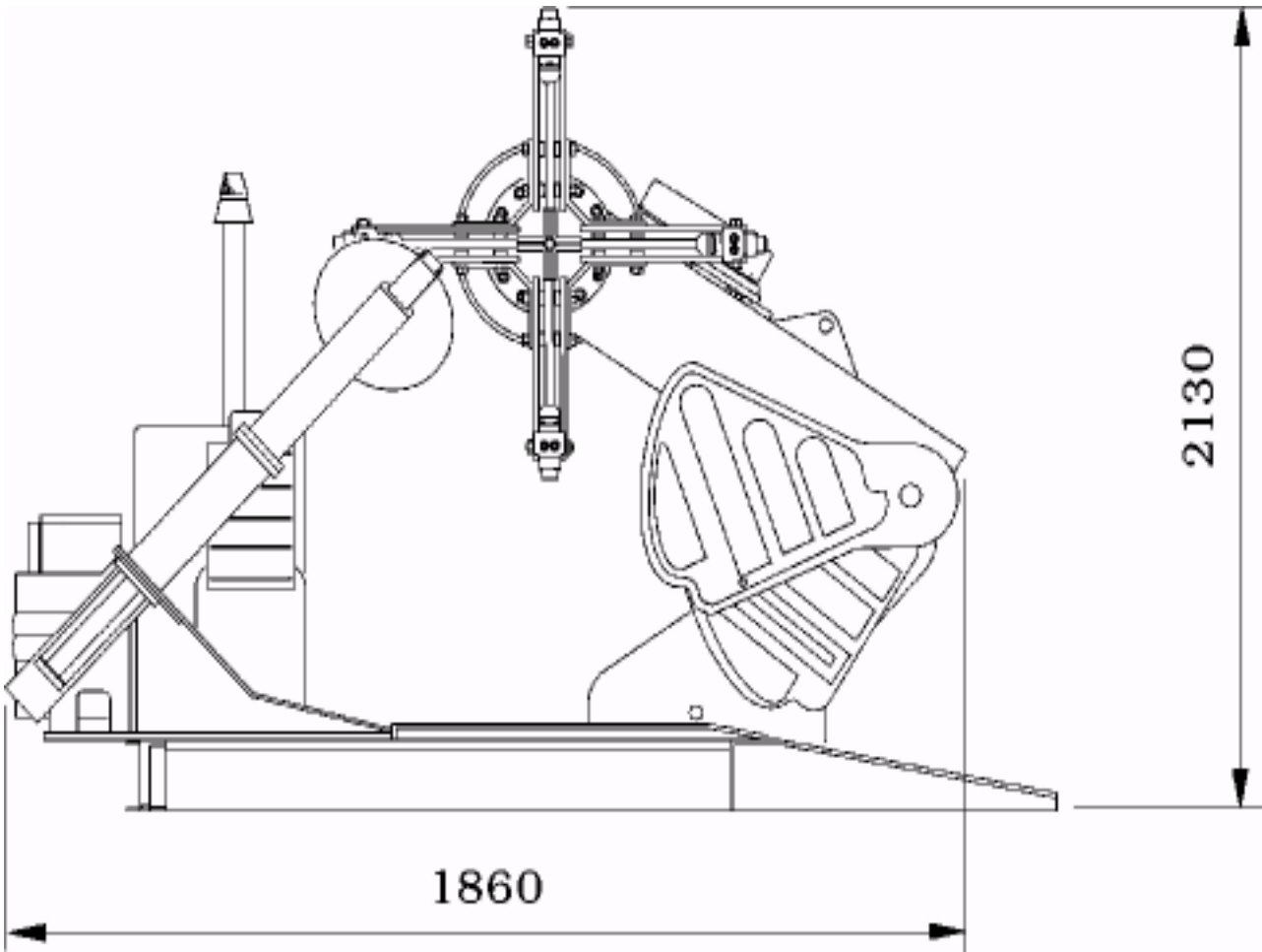


Рис. 3.2. Загальний вигляд шиномонтажного станда з відображенням його габаритної висоти та ширини.

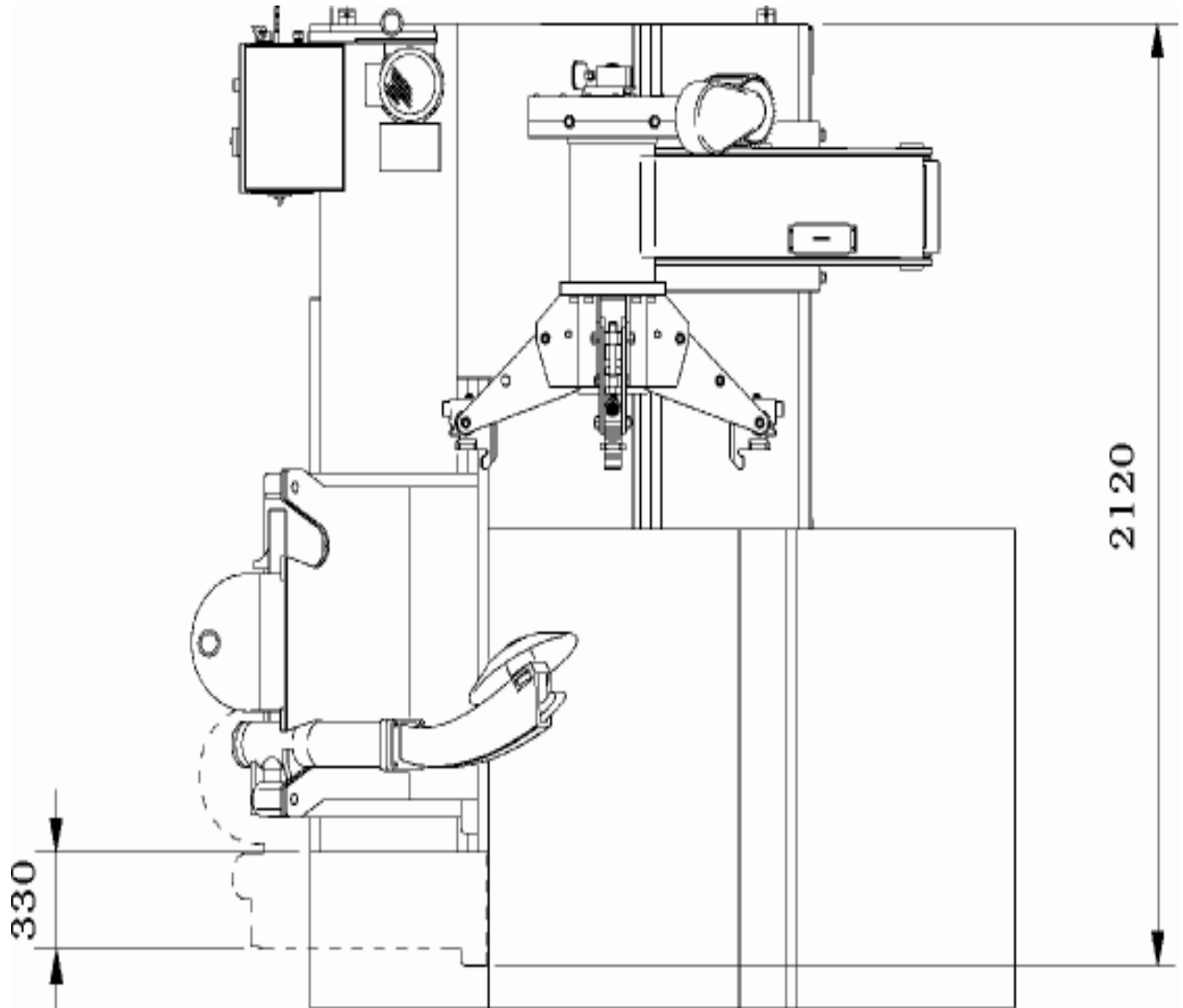


Рис. 3.3. Конструктивна довжина шиномонтажного стенда.

3.3 Система фіксації шиномонтажного стенда

Під час транспортування обладнання на підприємство агрегат закріплюється на піддоні за допомогою самонарізних гвинтів, що забезпечують його стійкість у процесі переміщення. Після демонтажу упаковки та зняття стенда з піддона ці кріпильні елементи не використовуються повторно й можуть бути вилучені з експлуатації.

Монтаж стенда здійснюється відповідно до габаритних параметрів, наведених на рис. 3.4 і 3.5. Розміщення обладнання має гарантувати зручний доступ до робочих зон з усіх боків, що є обов'язковою умовою безпеки та ергономіки технологічного процесу.

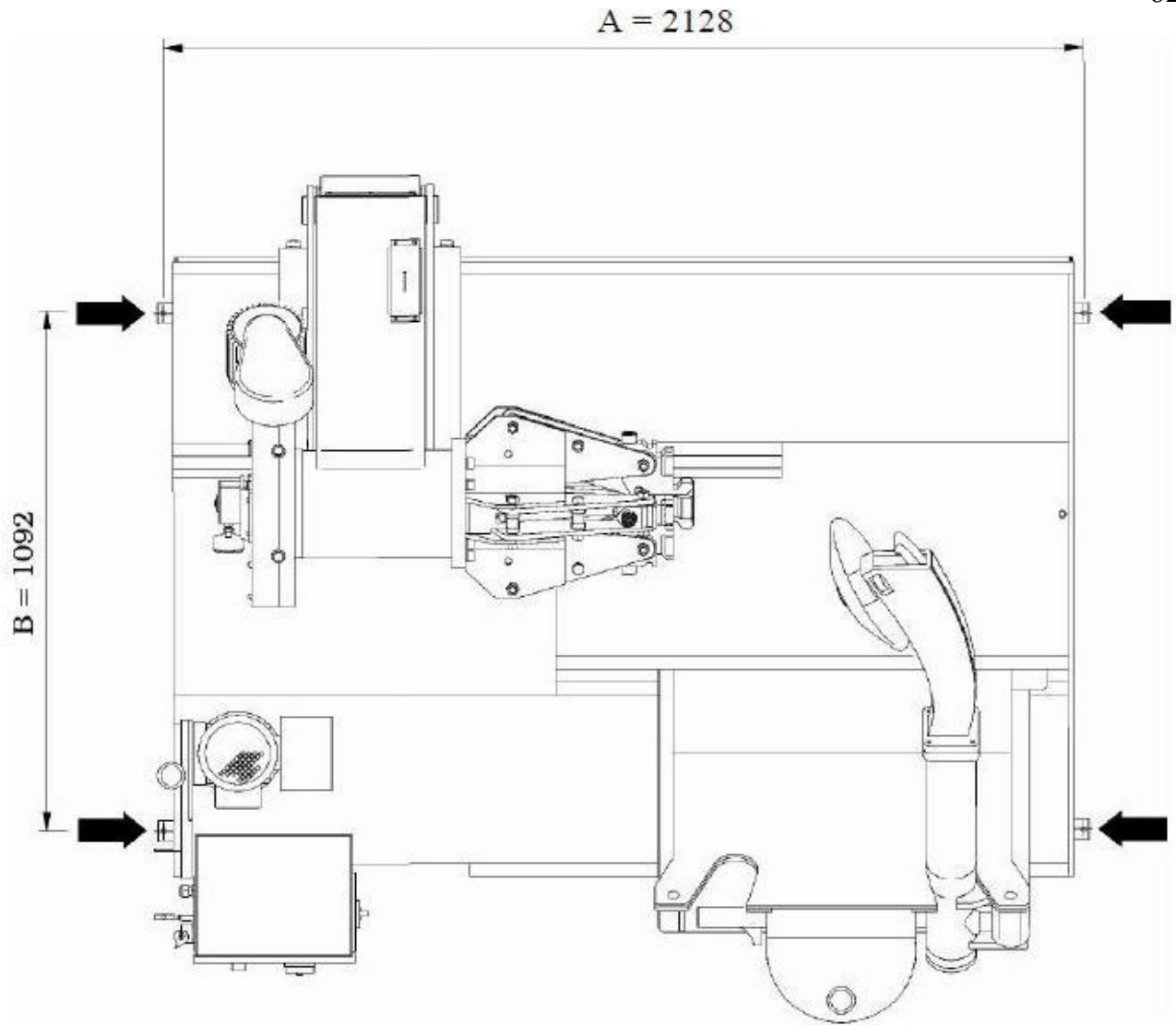


Рис. 3.4. Розміщення анкерних болтів у зоні встановлення стенда.

Фіксація стенда на робочій поверхні виконується шляхом установлення чотирьох анкерних болтів. Для цього у бетонній основі попередньо свердлять отвори глибиною 100–150 мм та діаметром 10 мм. Після встановлення анкерів їхні гайки необхідно рівномірно та надійно затягнути, забезпечивши повну стабільність конструкції під час подальшої експлуатації.

Встановлення обладнання на нестабільних, ослаблених або таких, що зазнають осідання, поверхнях категорично не допускається. Опорна основа має забезпечувати сприйняття усіх експлуатаційних навантажень, що виникають під час роботи шиномонтажного стенда. Мінімальна допустима несна здатність поверхні повинна становити не менше 500 кг/м², а товщина монолітної підлоги – гарантувати можливість надійної фіксації анкерних болтів у повному обсязі.

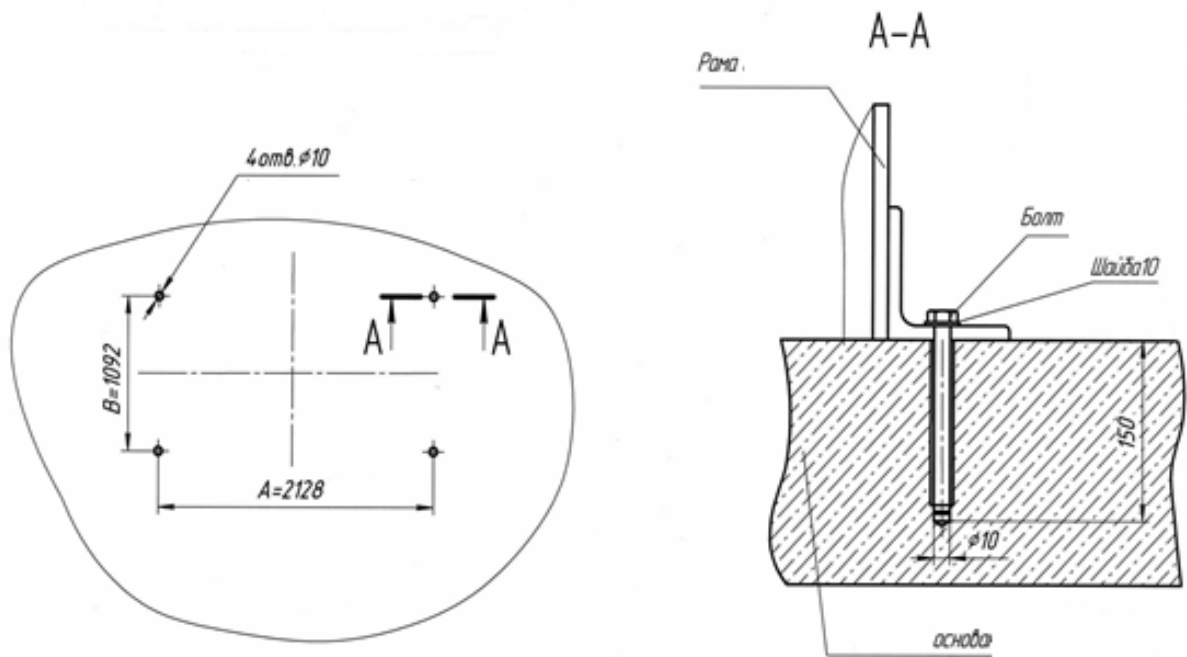


Рис. 3.5. Конструктивна схема монтажу анкерних болтів у основу.

3.4 Організація керування шиномонтажним стендом

Функціонування та керування стендом реалізується через спеціальний пульт управління, конструкцію та розташування якого показано на рис. 3.6. Пульт забезпечує повний контроль за роботою механізмів стенда та дає можливість оператору безпечно виконувати всі технологічні операції.

Пульт керування, обладнаний зручним руків'ям, має можливість переміщення в межах, визначених довжиною з'єднувального кабелю, що дозволяє оператору обирати оптимальне робоче місце. Його рекомендується розташовувати у вільній від перешкод зоні, що забезпечує максимальний огляд робочої ділянки та підвищує безпеку виконання операцій.

Особливе значення має кнопка «А» (аварійне вимкнення), яка передбачає два фіксовані стани роботи:

Натиснуте положення: здійснюється повне відключення всіх функцій пульта, що є обов'язковою процедурою після завершення кожного циклу монтажно-демонтажних робіт.

Верхнє положення: активує всі функції системи керування, відновлюючи нормальний режим роботи стенда.

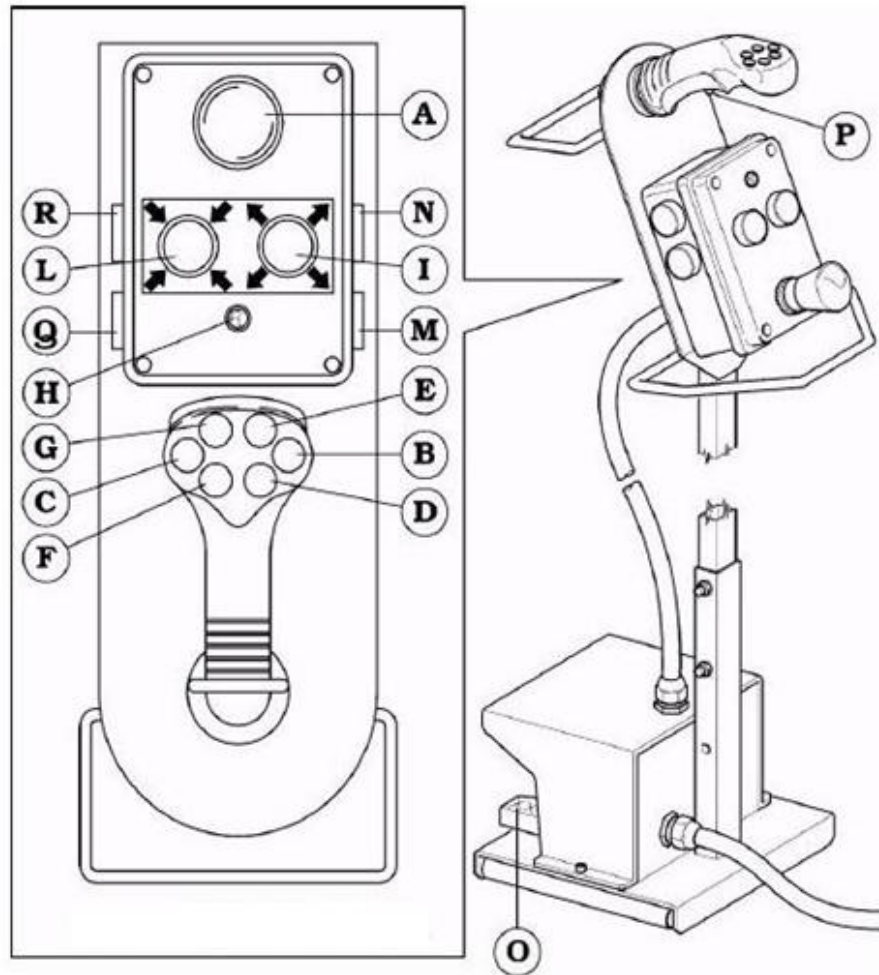


Рис. 3.6. Пульт керування шиномонтажним стендом.

Кнопка «В» активується натисканням і забезпечує керування підніманням самоцентрувального важеля, що використовується для встановлення колеса у робочу позицію.

Кнопка «С» у натиснутому положенні відповідає за опускання самоцентрувального важеля, дозволяючи точно позиціонувати колесо в процесі монтажно-демонтажних робіт.

Кнопка «D» виконує функцію переміщення самоцентрувального важеля у горизонтальній площині, що забезпечує необхідну адаптацію до геометрії колісного модуля.

Кнопка «Е» керує переміщенням інструментальної каретки вправо, що дозволяє оператору оперативно позиціонувати робочий інструмент у зоні обробки.

Кнопка «F» забезпечує аналогічну функцію у протилежному напрямку – переміщення каретки вліво для виконання технологічних операцій.

Кнопка «G» додатково контролює рух інструментальної каретки вліво, що дозволяє тонко налаштовувати траєкторію інструмента під час складних операцій.

Світлодіодний індикатор «H» виконує роль візуального інформатора. У разі миготіння він сигналізує, що стенд перебуває у режимі очікування. Активація будь-якого елемента керування автоматично переводить систему у робочий стан. Під час активного виконання операцій індикатор залишається вимкненим, що підтверджує нормальний хід технологічного процесу.

Кнопка «I» активується натисканням і відповідає за розблокування та відкривання затискного механізму, що забезпечує можливість встановлення або зняття колеса з утримувача.

Кнопка «L» у натиснутому положенні здійснює зворотну функцію – замикає та фіксацію затискного пристрою, гарантуючи стабільне утримання колісного модуля під час виконання робіт.

Кнопка «N» забезпечує керування переміщенням робочого важеля відносно опорної точки каретки за допомогою гідроциліндра. Це дає змогу точно позиціонувати робочий орган відповідно до геометрії колеса.

Педаль «O» виконує функцію керування обертанням шпинделя, забезпечуючи його рух як у напрямку за годинниковою стрілкою, так і в протилежному напрямку – залежно від поставленого технологічного завдання.

Кнопка «P» відіграє роль функціонального прискорювача. При одночасному натисканні разом із кнопками D, F, E або G відбувається подвоєння швидкості переміщення самоцентрувального та інструментального візків. У поєднанні з кнопками B або C вона відповідно збільшує швидкість піднімання або опускання самоцентрувального важеля.

Кнопка «Q» забезпечує обертання робочого інструмента за годинниковою стрілкою, що використовується під час певних етапів монтажно-демонтажних робіт.

Кнопка «R» виконує аналогічну дію в протилежному напрямку, забезпечуючи обертання інструмента проти годинникової стрілки та розширюючи можливості оператора при виконанні складних технологічних операцій.

3.5 Експлуатація агрегата

Перед початком роботи оператор зобов'язаний переконатися, що робоча зона очищена від сторонніх предметів та осіб, а пульт керування розташований так, щоб забезпечувати максимальну видимість і контроль за всіма технологічними операціями.

Підготовчі заходи. Конструктивні можливості механізму відокремлення дозволяють виконувати операції з великими та важкими колесами – діаметром до 2700 мм і масою до 2500 кг.

Під час проведення робіт необхідно дотримуватися підвищених вимог до безпеки, а при маніпуляціях із масивними колісними модулями – залучати допоміжний персонал, забезпечений спецодягом та засобами індивідуального захисту. Це дає змогу мінімізувати ризики травматизму та забезпечити стабільність технологічного процесу.

Підготовка колеса до демонтажу.

Демонтувати балансувальні вантажі, встановлені на внутрішній та зовнішній стороні диска.

Зняти сердечник вентиля та повністю стравити тиск у шині для безпечної подальшої роботи.

Визначити сторону шини, де розташоване монтажне заглиблення, оскільки саме з цього боку доцільно розпочинати демонтаж.

Переконатися у правильності та надійності точки захоплення обода перед проведенням наступних операцій.

Затискання колеса. Під час обслуговування важких колісних модулів, маса яких перевищує 500 кг, застосування допоміжних підймальних засобів – підйомних механізмів або вилкових навантажувачів – є обов'язковою умовою безпечного виконання робіт.

Фіксація колеса має здійснюватися з внутрішньої сторони обода. У ситуаціях, коли центральний отвір не дозволяє надійно зафіксувати диск, слід використовувати альтернативний спосіб – затискання за нижню частину обода поруч із диском.

Процедура надійного закріплення колеса включає такі послідовні кроки:

Встановити колесо у вертикальне положення на робочому столі агрегата.

Налаштувати затискний механізм відповідно до конструктивних особливостей обода, використовуючи функції «відкрити–закрити» – I, L (рис. 3.6).

За допомогою кнопок B, C, F та D (рис. 3.6) сумістити осі шпинделя та колеса, забезпечивши легкий контакт затискачів із зовнішнім краєм обода. Після вирівнювання натиснути кнопку I для остаточної фіксації.

Після завершення фіксації необхідно повторно перевірити центрування та переконатися, що колесо знаходиться над поверхнею стола, що запобігає можливому зісковзуванню під час наступних технологічних операцій.

Демонтаж шини. Після того як колесо надійно зафіксоване на робочій платформі стенда, розпочинають процедуру демонтажу шини. Алгоритм виконання операції визначається конструктивною схемою колісного вузла та вимогами технологічного регламенту. Для різних типів коліс передбачено окремі послідовності дій, дотримання яких є обов'язковою умовою забезпечення безпеки й технологічної правильності робіт.

Кожний етап демонтажу має виконуватися в чітко визначеному порядку, що дозволяє мінімізувати механічні напруження в елементах обода та шини, а також запобігти їх пошкодженню під час подальших операцій.

Демонтаж тракторних коліс. Для початку виконують підйом колеса, активувавши кнопку B (рис. 3.6), забезпечуючи дотик задньої крайки обода до відокремлювального диска.

Далі відокремлювальний диск вводять у проміжок між ободовою полицею та бортовою частиною шини настільки глибоко, щоб його робоча площа досягла основи обода. Для точного позиціонування використовують органи керування переміщенням несучого важеля та поворотом затискного вузла – кнопки E, G (рис. 3.6) або педаль O (рис. 3.6).

Відділення заднього борта здійснюють поступовим просуванням диска вперед.

Після повного відокремлення заднього борта несучий важіль переводять у зону передньої частини колеса, використовуючи кнопку М (рис. 3.6), та повторюють аналогічну послідовність дій.

Завершальним етапом є висування телескопічного гака, що виконується кнопкою Q (рис. 3.6), після чого здійснюють демонтаж першого борта шини.

Перемістити гак 1 до колісного модуля (рис. 3.7, а) до моменту дотику з бортом 2. При цьому гак має зайти всередину приблизно на 2 см відносно крайки борта, що забезпечить оптимальне захоплення.

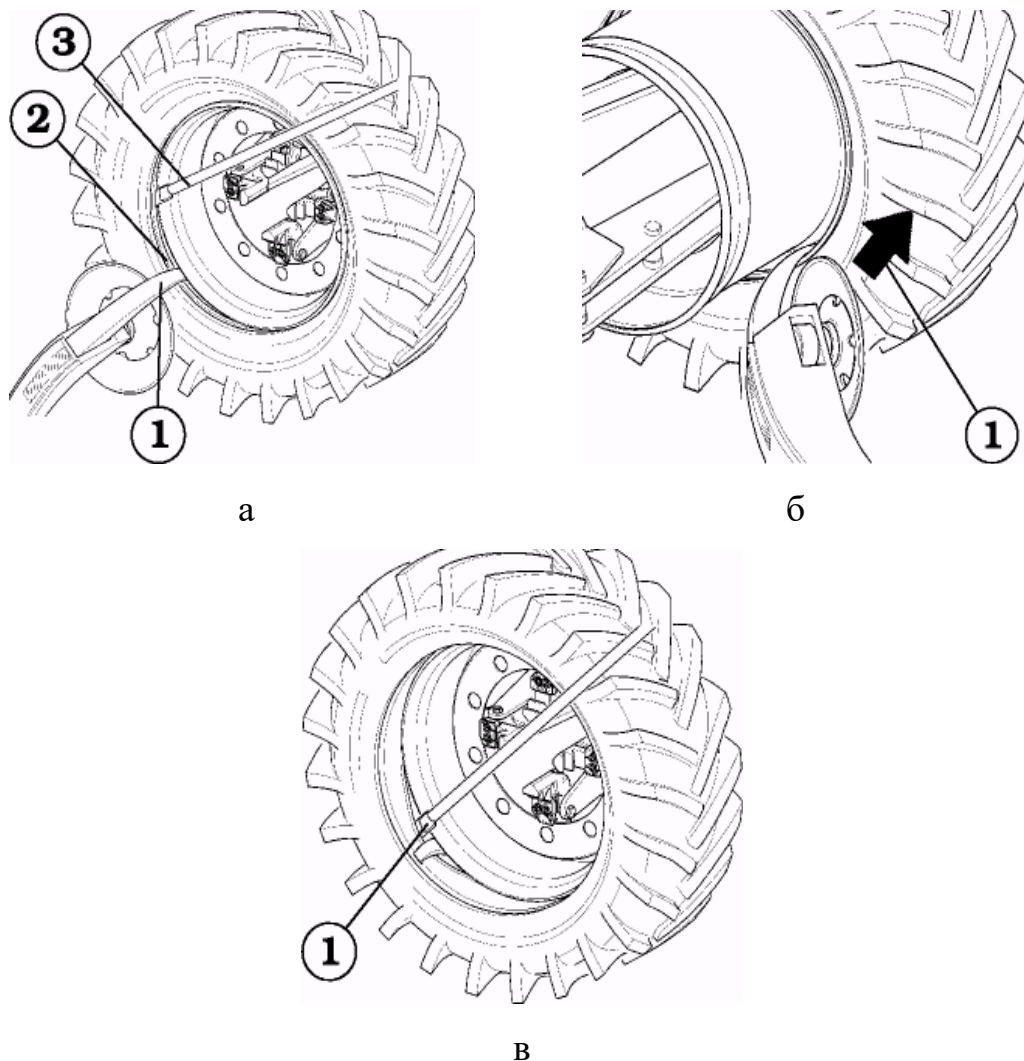


Рис. 3.7. Демонтаж тракторних коліс.

Далі борт необхідно спрямувати у технологічну виїмку, одночасно створюючи натяг шини шляхом плавного відведення колеса від гака. З метою запобігання зісковзуванню борта між ним та ободом з лівого боку гака встановлюють подовжену монтажну лопатку 3.

Наступним кроком є обертання затискного механізму за годинниковою стрілкою до повного виведення переднього борта шини з посадкового місця.

Після цього слід демонтувати камеру; якщо простору недостатньо, допускається обережне переміщення обода у зворотному напрямку для полегшення операції.

Далі несучий важіль переводять у зону заднього борта колеса натисканням кнопки N (рис. 3.6), після чого гак вводять між заднім бортом і ободом. Несучий важіль 1 (рис. 3.7, б) просувають до положення, у якому забезпечується правильне співпадіння частин борта та крайки обода. Для фіксації борта та запобігання його випадковому вислизанню з лівого боку гака додатково встановлюють довгу монтажну лопатку 1 (рис. 3.7, в).

Фінальним етапом є обертання затискного пристрою за годинниковою стрілкою до повного відокремлення шини від обода.

Демонтаж односкатних та безкамерних коліс. Процес розбирання колеса розпочинають із поступового відведення переднього борта шини, використовуючи робочий диск обладнання для розтискання.

Після того як передній борт повністю звільнено, за допомогою керувальної кнопки N (рис. 3.6) опорний важіль переводять у тилову зону колеса. У цьому положенні виконують відокремлення заднього борта, забезпечуючи повне розтиснення шини від обода.

Якщо конструкція обода передбачає наявність похилого дна під кутом 15° , операцію первинного відділення (поз. 1 на рис. 3.8) продовжують до моменту повного виходу шини з посадкового місця. Такий алгоритм застосовують виключно для шин діаметром 13". Для всіх інших типорозмірів демонтаж здійснюють за технологією, що використовується під час обслуговування тракторних коліс (рис. 3.7).

Демонтаж коліс із розбірним ободом. На початковому етапі проводять роз'єднання переднього борта шини з приярмленням до нього кільцем, яке розташоване у фронтальній частині обода.

Подальше послаблення стопорного кільця виконують із застосуванням розтискного диска 1, одночасно обертаючи шину та прикладаючи зусилля до крайки обода зі сторони вже відділеного борта (рис. 3.9, а).

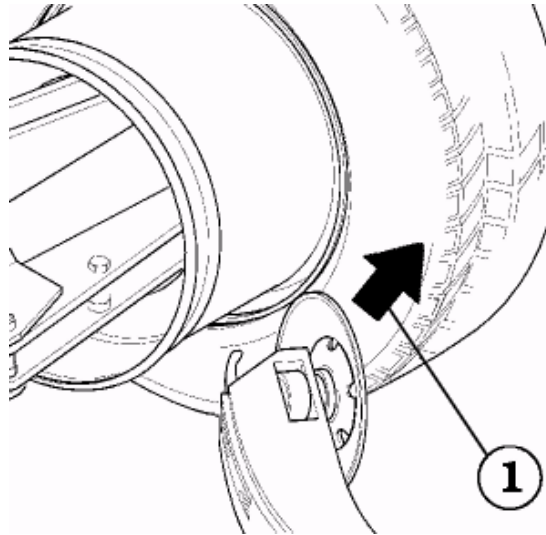


Рис. 3.8. Демонтаж односкатних та безкамерних коліс.

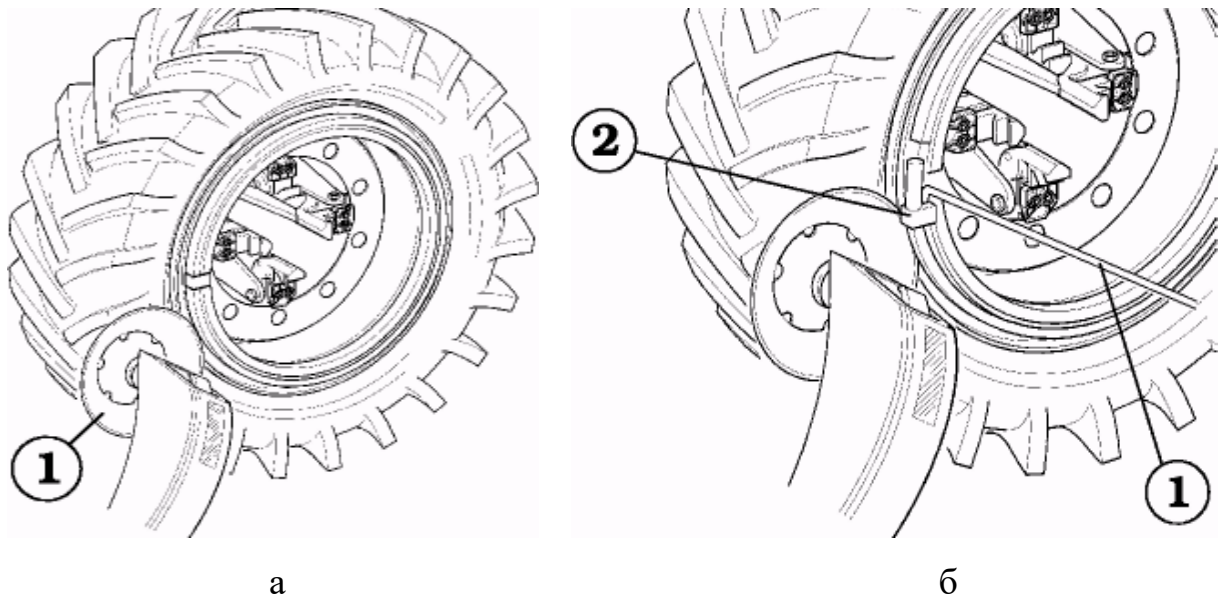


Рис. 3.9. Демонтаж коліс із розбірним ободом.

Після втрати кільцем фіксуючого зчеплення його акуратно вилучають із гнізда, використовуючи штатний інструмент 1 (рис. 3.9, б), і переносять на розтискний диск 2 (рис. 3.9, б).

Фінальним кроком є повне усунення кільця, яке забезпечують шляхом синхронного відведення та обертання шпинделя, що дозволяє остаточно роз'єднати елементи складеного обода.

Після завершення попередніх операцій несівний важіль за допомогою кнопки N (рис. 3.6) переводять у зону розташування задньої частини колеса. Далі у відповідне посадкове місце вводять телескопічний гак і послідовно здійснюють відокремлення заднього борта шини.

Монтаж шини. Після завершення операцій демонтажу переходять до встановлення шини, дотримуючись нижченаведених рекомендацій. Порядок виконання робіт визначається конструктивними особливостями конкретного типу колеса.

Установлення шин на тракторні колеса. Спочатку задній борт шини орієнтують на передню крайку обода та фіксують його у вихідному положенні за допомогою затискачів, розташованих під монтажним гаком.

Далі колесо піднімають, після чого борт захоплюють гаком 1 (рис. 3.10, а) й обережно переміщують у проміжок між затискачами, спрямовуючи до монтажної виїмки обода.

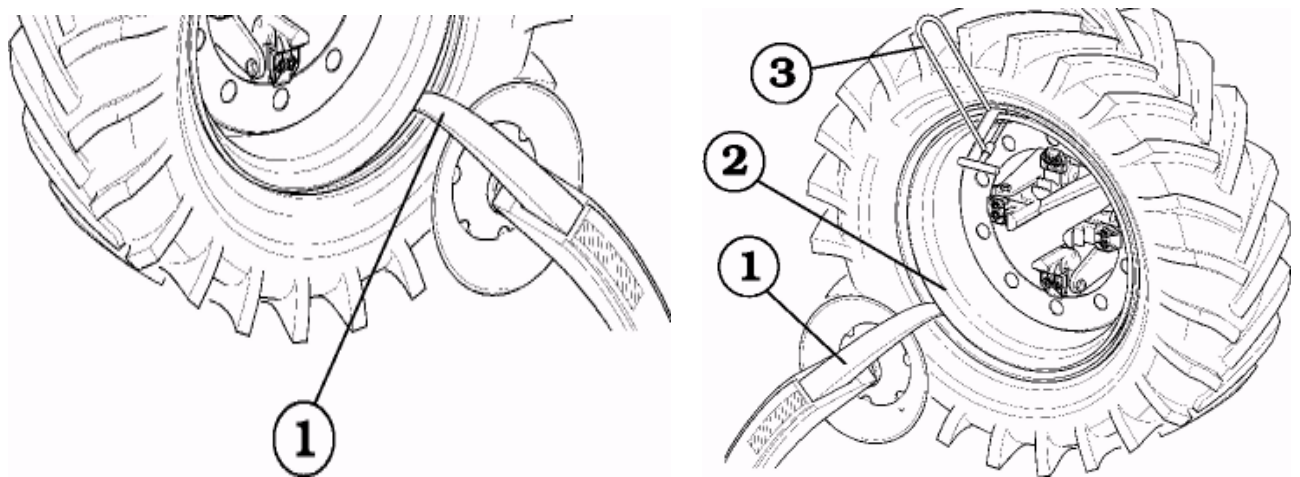


Рис. 3.10. Монтаж тракторних коліс.

Посадження першого борта здійснюють шляхом плавного обертання колеса за годинниковою стрілкою до моменту його повного входження у посадкову канавку.

Після цього несівний важіль переводять у передню зону колеса, використовуючи кнопку М (рис. 3.6), що дає можливість виконати формування та остаточне встановлення другого борта шини.

Після монтажу бортів здійснюють установлення камери. Для цього гак 1 (рис. 3.10, б) переміщують за передню крайку обода 2 на глибину близько 2 см, після чого фіксують затискачі 3 у верхній частині обода над гаком, забезпечуючи надійне утримання елементів конструкції.

Подальше обертання колеса у напрямку за годинниковою стрілкою здійснюють до моменту, коли другий борт шини повністю зайде у свою посадкову канавку та щільно зафіксується по периметру.

Монтаж односкатних та безкамерних коліс. На початковому етапі монтажу затискачі встановлюють на передню крайку обода 3 (рис. 3.10, б), після чого за ними акуратно розташовують обидва борти шини, забезпечуючи їх рівномірне прилягання.

Далі монтажний гак заводять за передню крайку обода на орієнтовну глибину близько 2 см. Обертання колеса виконують у напрямку за годинниковою стрілкою до моменту, коли шина повністю сяде у свою посадкову канавку. Протягом операції необхідно уважно стежити, щоб кожний борт коректно заходив у монтажні заглиблення, запобігаючи перекосу та нерівномірній посадці.

Монтаж коліс із розбірним ободом. Перед початком монтажних робіт шину попередньо розташовують на ободі, досягаючи максимально точного центрування обох бортів відносно його посадкової поверхні. Якщо конструктивно передбачено використання камери, її встановлюють на цьому етапі, ретельно розпрямляючи всередині шини, щоб уникнути перекручувань та локальних напружень під час подальшої експлуатації.

Після правильної орієнтації шини другий борт осаджують із застосуванням роздільного інструмента 1 (рис. 3.9, а), забезпечуючи плавне і рівномірне входження в посадковий жолоб.

Подальший етап передбачає монтаж складових сегментів обода, які після встановлення фіксують стопорним кільцем. Для безкамерних шин між ободом і його складеними елементами додатково розміщують кільцевий ущільнювач, що гарантує герметичність з'єднання та надійність утримання робочого тиску.

3.6 Патентний пошук

1. Одним із технічних рішень, виявлених у процесі патентного аналізу, є конструкція шиномонтажного стенда для виконання операцій з установлення та демонтажу шин (рис. 3.11). У його основу покладено жорстку платформу, на якій

змонтовано систему стійок, що слугують опорою для двостороннього гідроциліндра. Останній оснащено двома траверсами – верхньою та нижньою, закріпленими на штоках і забезпеченими опорними ребрами для точного встановлення диска. На траверсах також передбачені спеціальні упори, які взаємодіють з конструктивними елементами колеса під час монтажно-демонтажних операцій. Приведення гідроциліндра в дію здійснюється від автономної насосної станції.

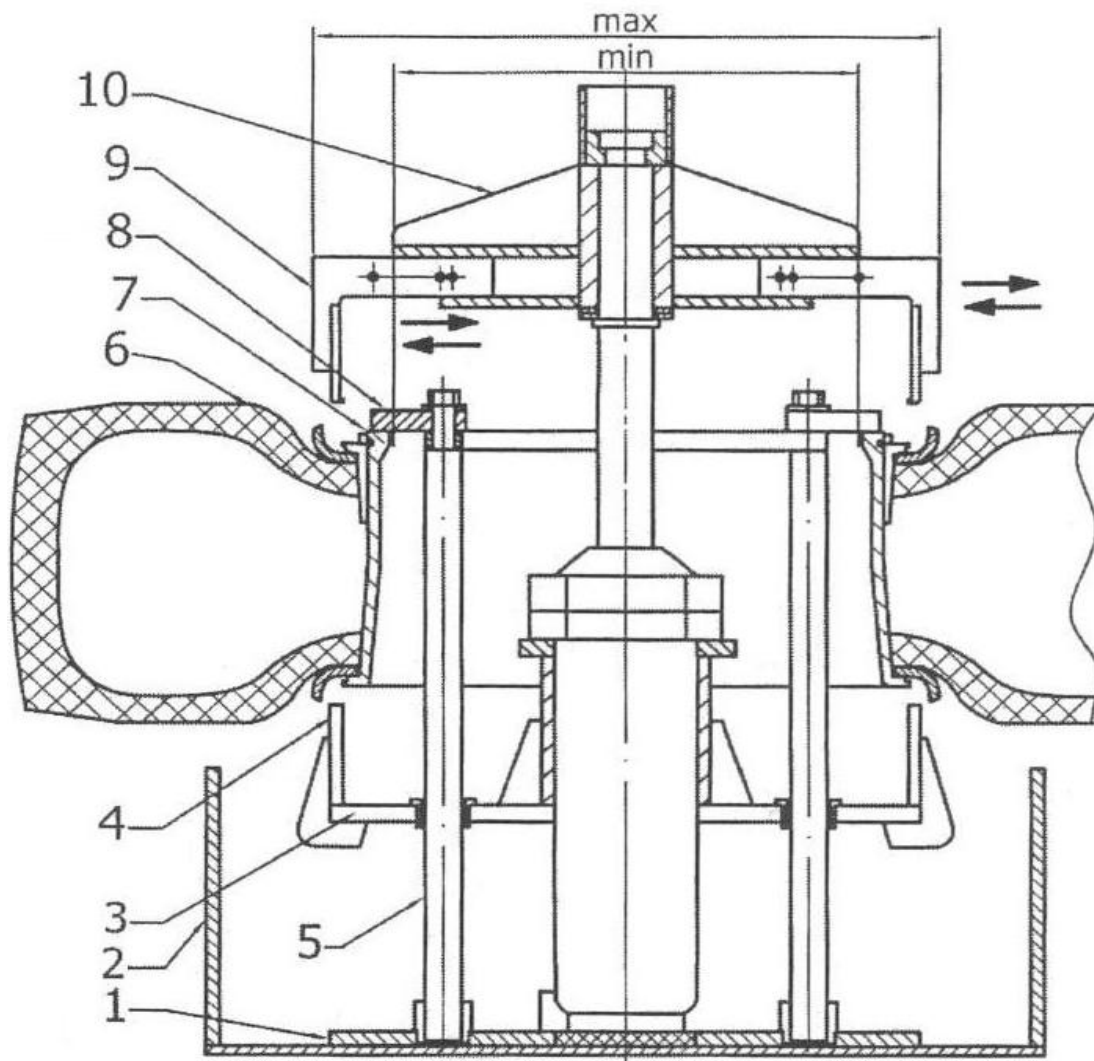


Рис. 3.11. Шиномонтажний стенд:

1 – опорна плита; 2 – силовий корпус; 3 – притискна плита; 4 – робочий упор; 5 – напрямні стійки; 6 – шина; 7 – обід; 8 – відкидний фіксатор; 9 – висувні упори; 10 – верхня траверса.

На початку циклу за допомогою вантажопідійомного механізму демонтують верхню траверсу, після чого колесо встановлюють на опорні ребра та знову повертають траверсу у робоче положення. При натисканні верхньою траверсою відбувається послідовне зняття замкового та ущільнювального кілець. Коли переміщується нижня траверса, шина поступово сходить з обода. Після цього верхню траверсу повторно піднімають, що дає змогу зняти шину зі стенда.

Для подальшої обробки висувають упори, змонтовані на гідроциліндрі. Шину орієнтують у вертикальній площині так, щоб край посадкового кільця спирався на ці упори, після чого траверсу знову встановлюють у верхнє положення. Використовуючи рухомі упори, виконують стискання борта шини та його відділення від посадкового кільця. Завершальним етапом є чергове зняття верхньої траверси, зсування упорів для фіксації обода і обережне вилучення розібраної шини зі стенда.

Основна ідея запропонованого технічного рішення полягає в підвищенні ефективності виконання шиномонтажних операцій шляхом оптимізації конструкції стенда та зменшення трудомісткості робіт. До ключових цілей винаходу також належать мінімізація габаритів обладнання, зниження витрат на його інсталяцію й сервісне обслуговування, скорочення експлуатаційних витрат протягом життєвого циклу та загальне здешевлення конструкції без втрати функціональних характеристик.

2. Конструкція стенда передбачає наявність жорсткої рами, на якій розміщено комплекс робочих елементів: відкидні захоплювачі, напрямні елементи, верхній вертикальний затискач, а також силові гідроциліндри, що забезпечують виконання силових операцій. Додатково на рамі встановлено гідроциліндр із опорним кронштейном, закріпленим на його штоку; вісь цього гідроциліндра точно збігається з центральною віссю стенда. Гідроциліндр інтегровано в корпус ползуна, на якому жорстко закріплена траверса, з'єднана із силовими гідроциліндрами та слугує основою для передачі зусилля.

До траверси за допомогою шарнірних вузлів приєднані лапи, які взаємодіють зі штоком гідроциліндра через важільний механізм. Самі лапи

синхронізуються між собою за допомогою секторних елементів, що забезпечує рівномірність та узгодженість руху в процесі демонтажу.

Окремо відомою є конструкція станда для зняття шин, що включає раму, систему опор, затискачі для колеса, силовий гідроциліндр та допоміжний гідроциліндр, який через шарнірні з'єднання приводить у дію лапи. Для точного центрування колеса передбачено роликівий механізм. Схематичне зображення такої конструкції наведено на рис. 3.12.

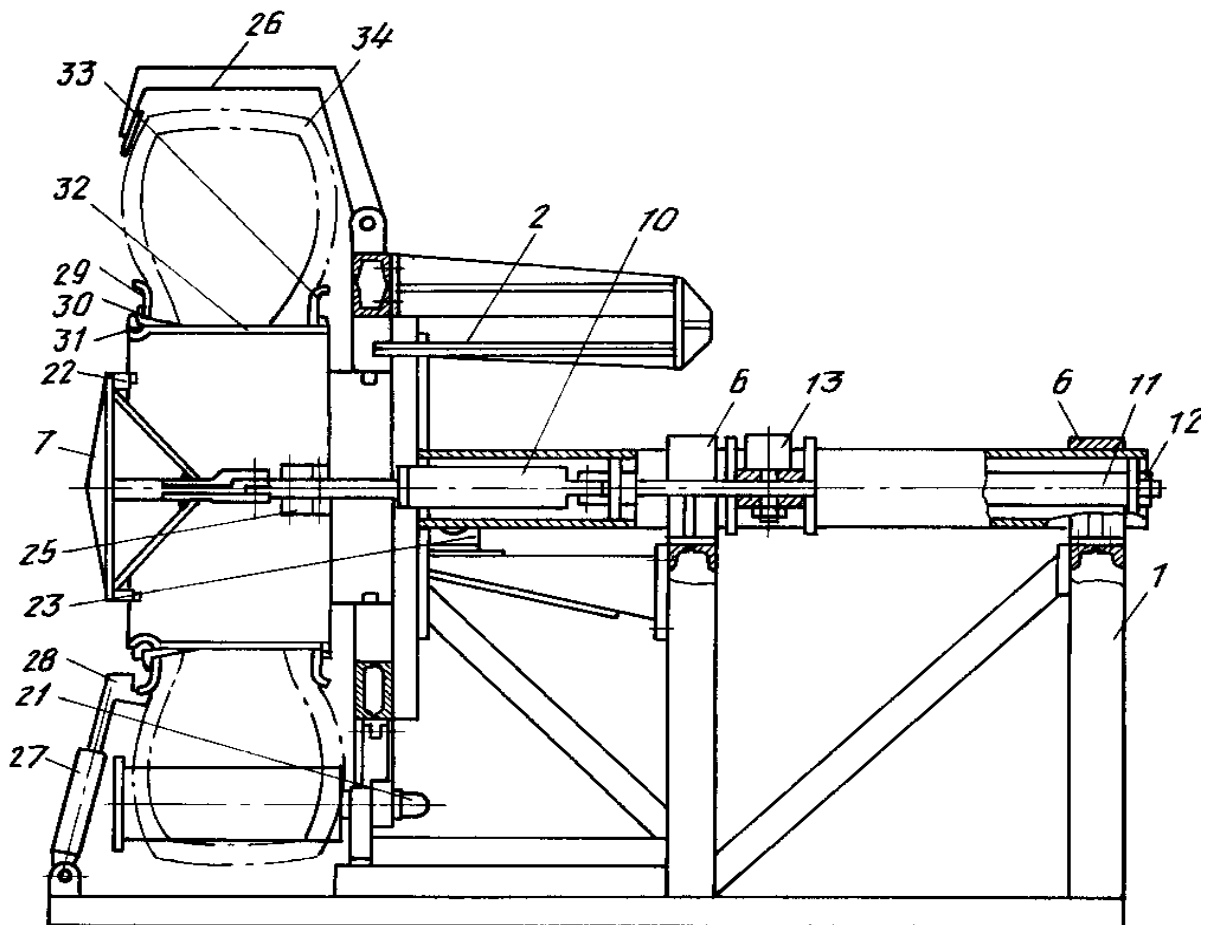


Рис. 3.12. Шиномонтажний стэнд.

3. Представлена конструкція належить до спеціалізованого обладнання, призначеного для виконання операцій монтажу та демонтажу шин. Основною ідеєю розробки є раціоналізація будови станда, зменшення кількості елементів, що потребують регулювання, а також підвищення ефективності технологічного процесу за рахунок мінімізації ризику пошкодження бортових зон шини. На першому етапі за допомогою підйомного механізму 22 колесо з установленою шиною 33 подають на робочий стіл 8. На вал 5 монтують робочу головку 12, в

комплект якої входять важіль 14 та ролик 16. Після блокування корпусу 6 разом зі столом 8 за допомогою стопора 7 здійснюють відгинання верхнього борта шини, обертаючи важіль 14, при цьому еліпсоподібний ролик 16 розподіляє зусилля рівномірно по колу.

Зазначений технічний засіб належить до групи установок для обслуговування коліс транспортних засобів і може бути використаний на підприємствах різних типів – від сервісних станцій до ремонтних підрозділів автотранспортних компаній. Під час робіт із заміни шин, камер чи ободів роликовий механізм можна замінити гакоподібним важелем (на схемі не подано), що дозволяє акуратно вивести верхню бортову закраїну обода. Після цього знімають робочу головку 12.

Далі стопор 7 виводять з зачеплення зі столом 8, а стопор 10 навпаки фіксують у робочому положенні. Вмикання приводу 2 надає колесу обертання; паралельно активують пневмоциліндр 20, ролик 15 якого поетапно відгинає нижній борт шини. Продовжуючи рух, ролик витягує шину разом із камерою через верхню частину обіддя. Після завершення цього етапу підйомним пристроєм 22 шину знімають із робочої платформи.

Під час монтажу процес виконується у зворотній послідовності: спершу шину подають на диск, попередньо закріплений на столі 8. Робочу головку встановлюють на вал 5, корпус 6 з'єднують зі столом за допомогою стопора 7, а стопор 10 переводять у нейтральне положення. Після запуску двигуна 2 і плавного обертання важеля 14 з роликом 16 нижній борт шини запресовують у відповідний паз диска. Після розміщення камери верхній борт аналогічним чином осаджують у посадкову канавку. Завершальна операція – зняття зібраного колеса за допомогою підйомного пристрою 22.

Описана технологія є найбільш ефективною під час роботи з колесами, що мають нероз'ємний обід.

Головною метою запропонованого технічного рішення є оптимізація конструкції стенда та підвищення результативності його роботи шляхом усунення ймовірності деформації бортових зон шини під час виконання монтажно-демонтажних операцій (рис. 3.13).

Аналіз конструкцій технологічного обладнання, наведених на рис. 3.11–3.13, дозволив дійти висновку, що порівняно з попередніми моделями стендів, Navigator 03-58 GIGA дає змогу суттєво знизити трудомісткість технологічного процесу, підвищити продуктивність праці та забезпечити виконання дрібних операцій із високою точністю без ризику пошкодження шини чи обода.

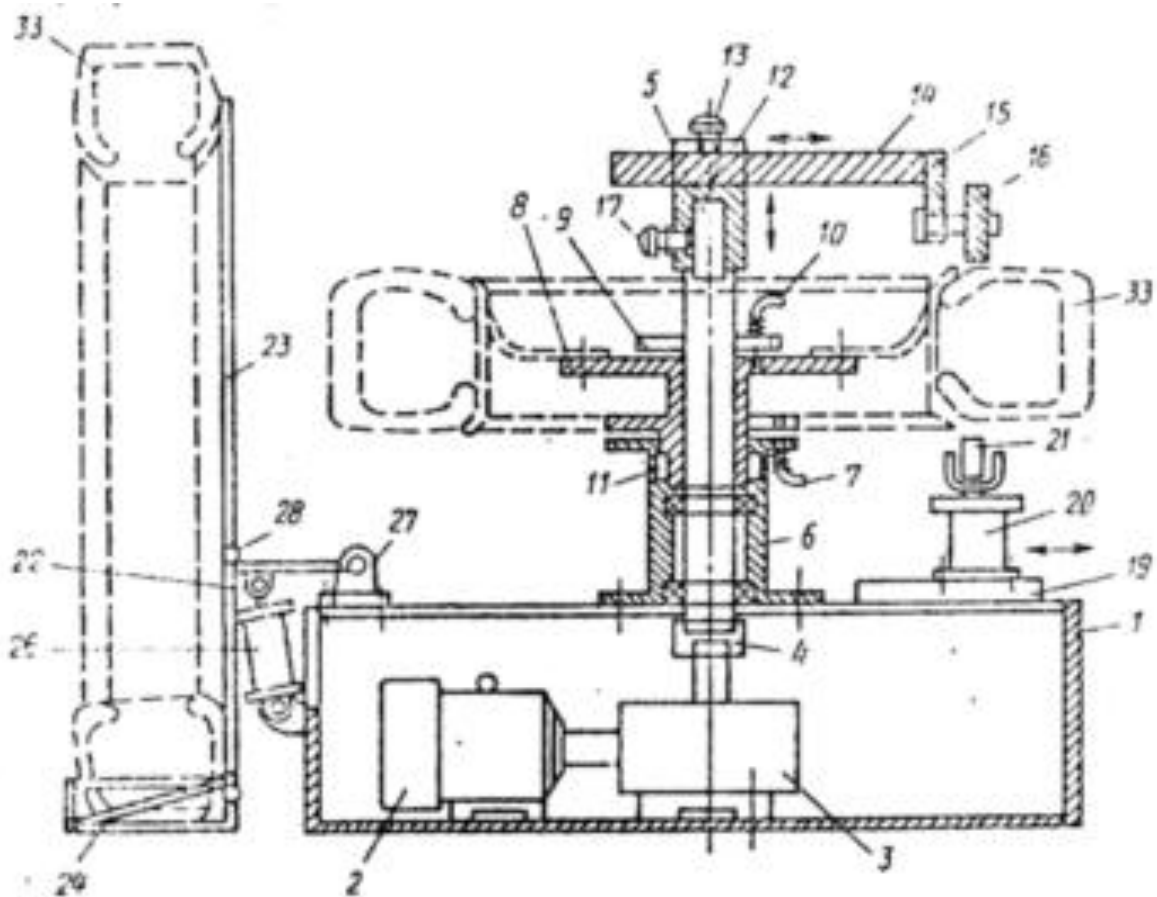


Рис. 3.13. Шиномонтажний стенд.

3.7 Розроблений варіант удосконалення шиномонтажного стенда

Однією з найбільш проблемних операцій під час обслуговування «жорстких» шин є первинне відокремлення їх від посадкових полиць обода. У типових умовах для цього використовують гідравлічний відбортувач, який створює локалізоване зусилля, достатнє для руйнування адгезійних зв'язків між шиною та диском. За відсутності такого оснащення процес демонтажу різко ускладнюється та може супроводжуватися непередбачуваними деформаціями колеса або виникненням небезпечних ситуацій для обслуговуючого персоналу.

Щоб мінімізувати ці ризики та забезпечити технічно рівноцінну заміну відбортувачу, у межах конструкторської частини дипломного проєкту було запропоновано конструкцію спеціалізованих посилених затискачів, призначених для роботи з великогабаритними колесами кар'єрних машин (рис. 3.14).

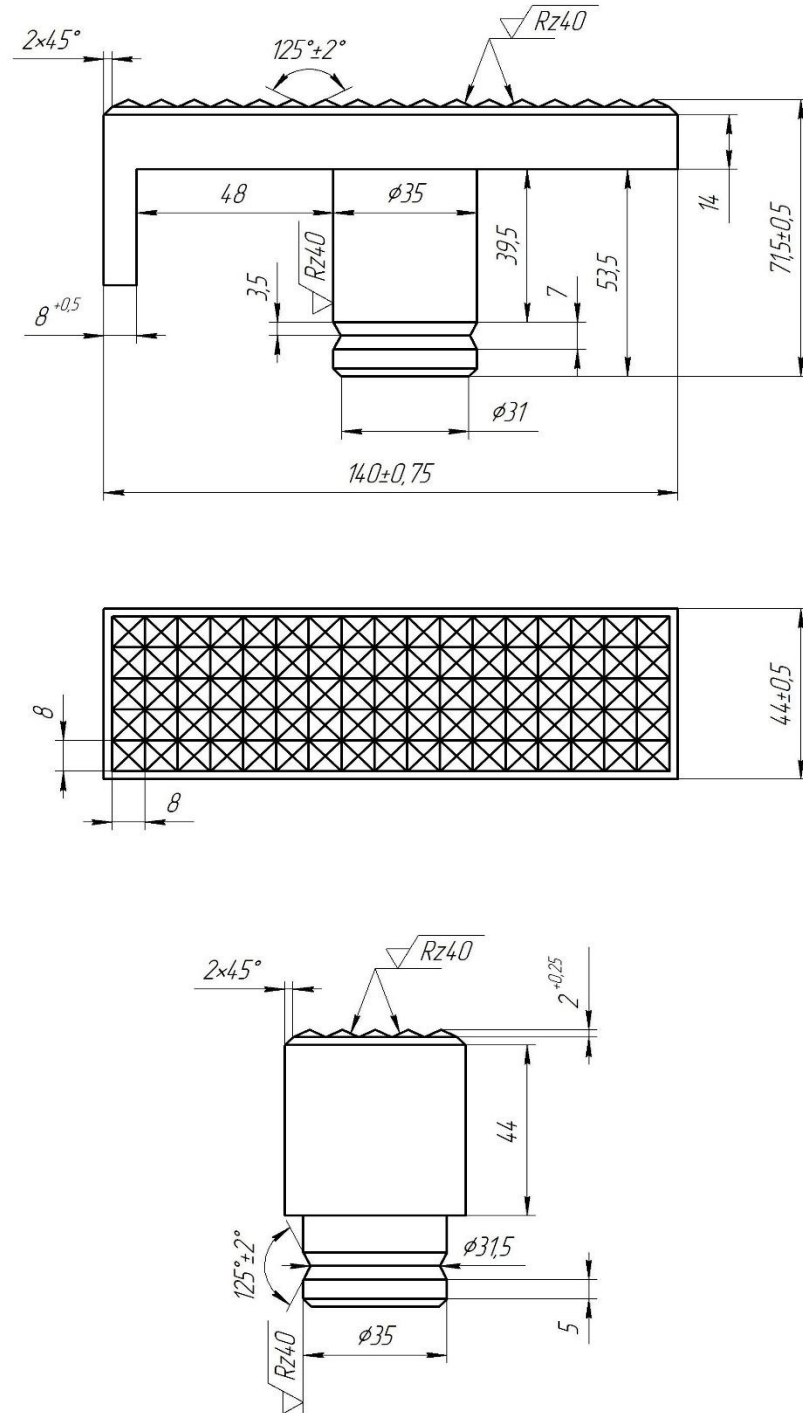


Рис. 3.14. Конструкція модернізованого затискного модуля шиномонтажного стенда Navigator 03-58 GIGA, призначеного для роботи з великогабаритними колесами.

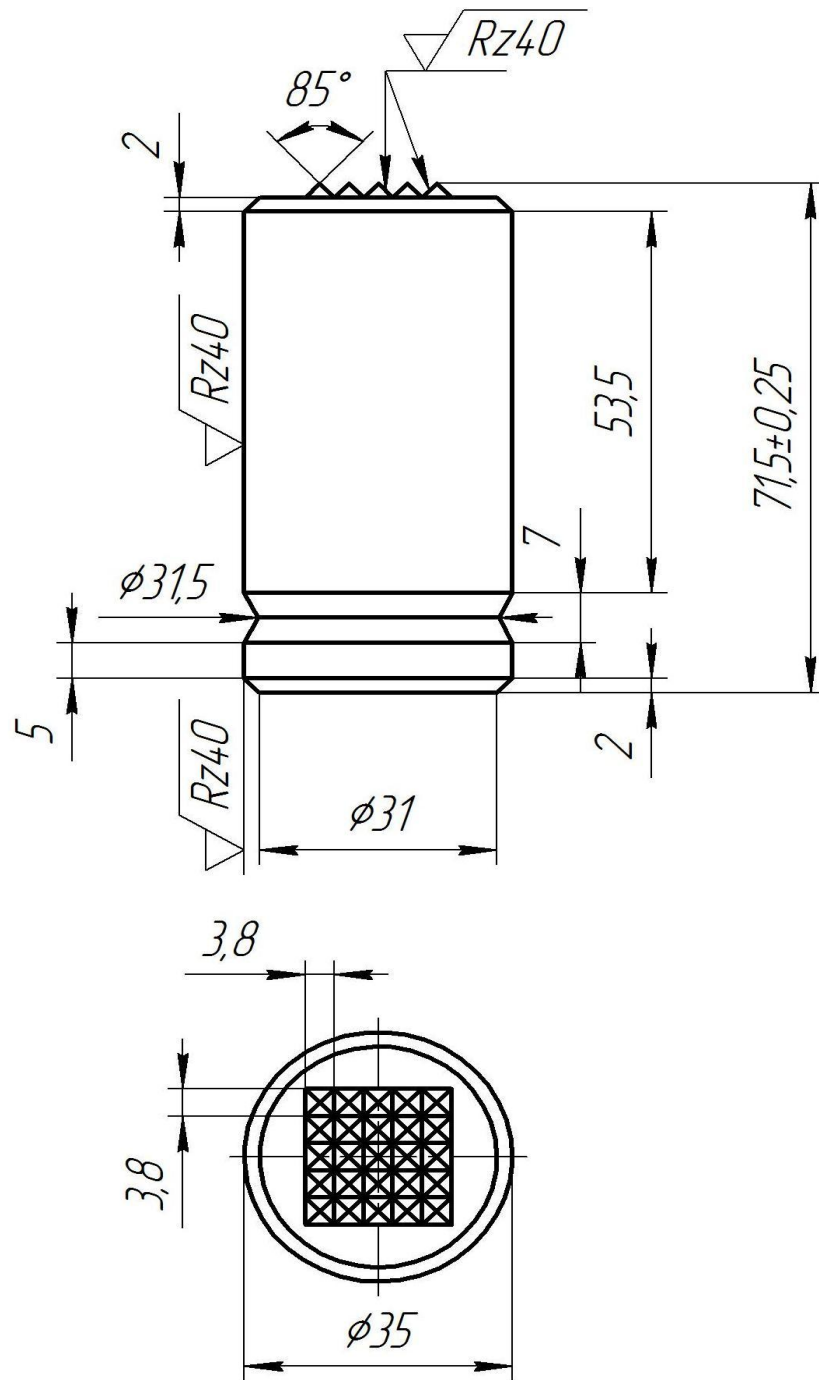


Рис. 3.16. Базовий (серійний) варіант затискного пристрою стенда Navigator 03-58 GIGA для штатних режимів експлуатації.

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Аналіз технологічного процесу виготовлення гвинтових гайок

Конструкція верстата (рис. 4.1) передбачає наявність масивної станини 1, яка виконує функцію базової опори для всіх його робочих вузлів. На станині жорстко закріплено задню бабку 2, оснащену пневматичним циліндром 3 та притискним механізмом 4. Притискна система взаємодіє зі шпоночною втулкою 5, на внутрішній поверхні якої сформовано рифлення 6, що забезпечує надійне фіксування кінцевої частини заготовки 7 під час операції навивання гвинтових елементів.

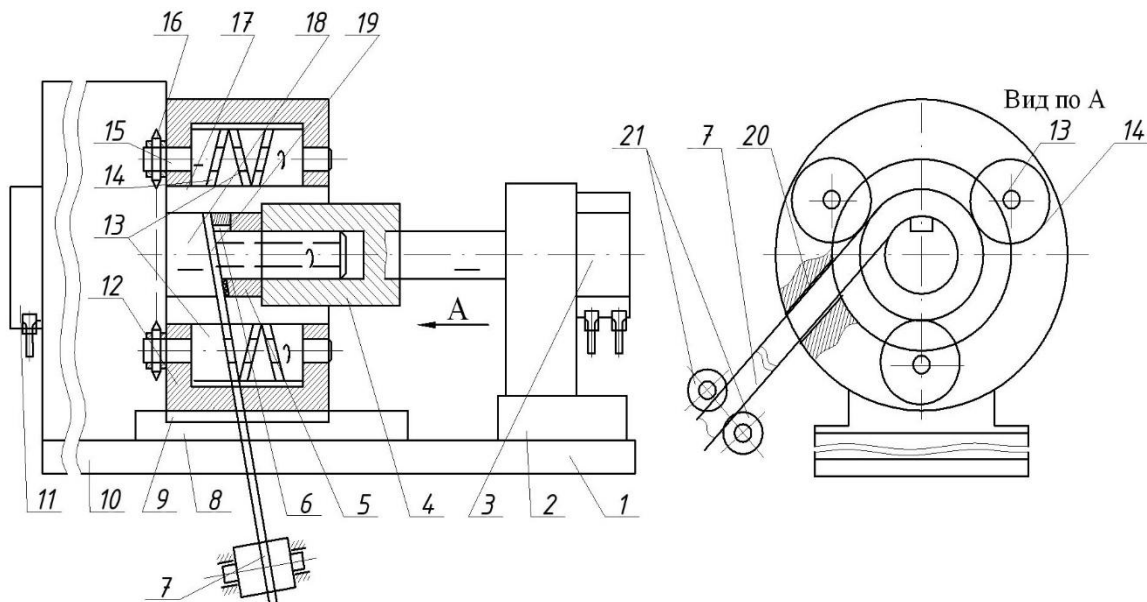


Рис. 4.1. Комплект технологічного обладнання для навивання гвинтових елементів шнекових систем:

1 – базова станина; 2 – задня бабка; 3 – пневматичний циліндр; 4 – притискний вузол; 5 – шпонкова втулка; 6 – рифлена поверхня фіксації; 7 – заготовка гвинтового елемента; 8 – поперечний супорт; 9 – поздовжній супорт; 10 – передня бабка; 11 – пневмоциліндр; 12 – корпус формувальної головки; 13 – ролики для формування гвинтового профілю; 14 – профільні гвинтові канавки; 15 – опорні вузли роликів; 16 – привідні зірочки; 17 – установчий виступ; 18 – шпindel; 19 – торцеві виступи шпинделя; 20 – напрямний паз; 21 – напрямні ролики.

У конструкцію обладнання також входять поперечний 8 і поздовжній 9 супорти, які забезпечують точне позиціонування формувального інструмента відносно осі обробки. На передній частині станини встановлено передню бабку 10, оснащену пневмоциліндром 11, що створює необхідний притискальний зусилля під час формування профілю.

Формувальна головка являє собою вузол із пустотілим корпусом 12, який кріпиться до поперечного супорта 8. Усередині корпусу рівномірно по колу розташовано три гвинтові ролики 13. На зовнішній поверхні кожного ролика виконано гвинтові канавки 14, ширина яких перевищує товщину гвинтової заготовки 7, а крок повністю відповідає кроку профілю, що формується.

Ліві опори 15 гвинтових роликів встановлюються у відповідні гнізда пустотілого корпусу 12. На лівих кінцях роликів 13 закріплено привідні зірочки 16, що з'єднуються з основним приводом верстата за допомогою ланцюгової передачі. Праві опори роликів також розміщені в посадкових отворах корпусу 12, забезпечуючи їх стабільне обертання та точність формування гвинтового профілю.

Формувальна головка, що складається з пустотілого корпусу 12 та системи гвинтових роликів 13, установлюється таким чином, щоб її вісь була точно суміщена зі шпинделем 18. На торці шпинделя розташовано виступ 19 зі сформованим одним гвинтовим витком, крок якого відповідає кроку торцевої частини заготовки. Сам шпиндель 18 опирається на кілька пар підшипників і приводиться в обертання окремим приводом, тоді як його поступальний рух забезпечується пневмоциліндром 11, закріпленим на передній бабці 10.

Лівий торець притискної шпоночної втулки 5 має дзеркально відтворену форму торцевого виступу 19 шпинделя, причому утворений профіль також має крок, тотожний кроку витка гвинтового елемента. Втулка 5 встановлюється на шпиндель 18 так, щоб забезпечити можливість осьового переміщення шпонки у пазу шпинделя. З правого боку втулка контактує з пневмоциліндром 3, який створює необхідне осьове зусилля та забезпечує її обертальний рух.

У нижній частині корпусу 12, симетрично відносно канавок гвинтових роликів 13, виконано вертикальний направляючий паз 20, поперечний розмір якого перевищує розмір перерізу заготовки 7, що дозволяє вводити її без

додаткового зусилля. На протилежному боці цього паза, на поздовжньому супорті 9, встановлено подаючі ролики 21, які мають форму циліндрів. На їх зовнішній поверхні по довжині виконано профільні канавки, призначені для приймання гвинтової заготовки 7; ширина таких канавок є більшою за товщину заготовки, а їх глибина становить 5–10 мм, що забезпечує стабільне центрування і підтримку заготовки під час подачі.

Робочий цикл верстата, призначеного для навивання гвинтових елементів, відбувається у такій послідовності. Початкова заготовка 7 подається в проміжок між напрямними роликами 21, після чого переміщується у вертикальний паз 20 пустотілого корпусу 12. Далі її торцева частина упирається у виступ 19 шпинделя та заходить у гвинтову канавку 14 одного з формувальних роликів 13.

Після встановлення заготовки в робоче положення активуються пневматичні циліндри 3 та 11, які створюють осьове навантаження. Під дією цього зусилля кінець заготовки затискається між торцевим виступом 17 шпинделя та рифленою поверхнею 6 шпоночної втулки 5. Після фіксації вмикається привід верстата. У процесі обертання шпиндель формує перші 1,5–2 витки гвинтового профілю в канавках роликів 13, при цьому шпоночна втулка 5 разом зі штоками пневмоциліндрів поступово зміщується вправо.

Після завершення початкового етапу навивки обертання припиняють, а задню бабку 2 відводять або демонтують зі станини. У разі потреби під утворений виток встановлюють підтримувальний рівчак. Після цього верстат знову запускають, і здійснюється основний процес безперервного формування гвинтової заготовки до необхідної довжини та з необхідним кроком профілю. Рух заготовки забезпечується силами тертя між гвинтовими роликами 13 і поверхнею заготовки, а також додатковою роботою напрямних роликів 21, які отримують обертання від приводу і так само передають поступальний рух через тертя.

Початковою стадією технологічного процесу є обробка зовнішньої базової поверхні заготовки. Операцію проточування навивних заготовок здійснювали відповідно до методики. Після попередньої механічної обробки заготовку встановлюють у спеціальний базувальний пристрій (рис. 4.2, 4.3), змонтований у трикулачковому патроні токарного верстата типу 16K20.



Рис. 4.2. Світлина пристрою для проведення процесу розточування.



Рис. 4.3. Оправа для розточування.

Подальша операція – внутрішнє розточування, яке виконується розточним різцем (рис. 4.4). Геометрія його різальної частини передбачає ширину робочої крайки, що вдвічі перевищує товщину витка заготовки, що забезпечує необхідний профіль та високу точність обробки базової поверхні.

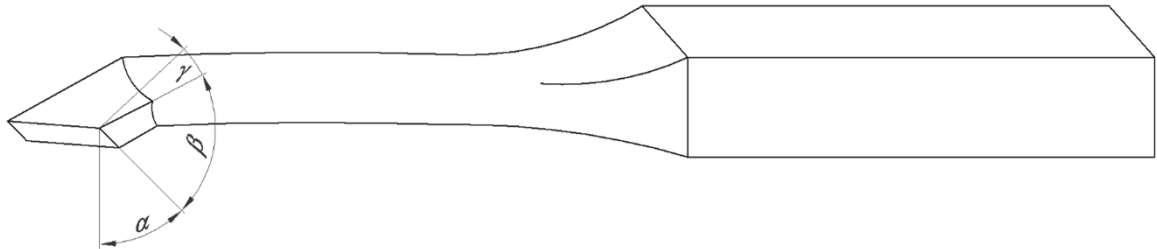


Рис. 4.4. Розточний різець.

У процесі чорнового точіння застосовували такі параметри різання: глибина різання $t = 0,5$ мм, подача $S = 0,6$ мм/об, частота обертання шпинделя $n = 1200$ об/хв. За цих режимів швидкість різання становила 264 м/хв, що дозволяло забезпечити отримання поверхні 8-го квалітету точності з параметром шорсткості $Ra = 1,25$ мкм.

Наступною стадією технологічного циклу виготовлення навивних гвинтових деталей (НГД) є формування різьбового профілю. Операцію нарізання виконували за допомогою спеціального пристрою (рис. 4.5), конструктивно виконаного у вигляді оправки 1. Усередині оправки сформовано робочу різьбу 2, у канавку якої укладається гвинтова заготовка 3 таким чином, що крок канавки відповідає подвоєній товщині витка заготовки. Глибина канавки перевищує довжину заготовки 3 на 2–3 витки, а середній внутрішній діаметр дорівнює зовнішньому діаметру самої заготовки, що забезпечує точне її спрямування.

У проміжки між сусідніми витками заготовки 3 встановлюється підпірна гайка 4, що має аналогічну конструкцію до заготовки гайки. При цьому внутрішній діаметр підпірної гайки є меншим за подвоєну висоту різьбового профілю, що дозволяє створити додатковий фіксуючий натяг під час формування різі.

Притискальна сила на заготовку 3 прикладається торцем різьбової частини фланця 5, який нагвинчується на внутрішню різьбу оправки через різьбовий

сегмент 6 і додатково закріплюється болтами 7. Болти встановлюються у радіальні пази 8, рівномірно розташовані по колу, що забезпечує симетричний розподіл навантаження.

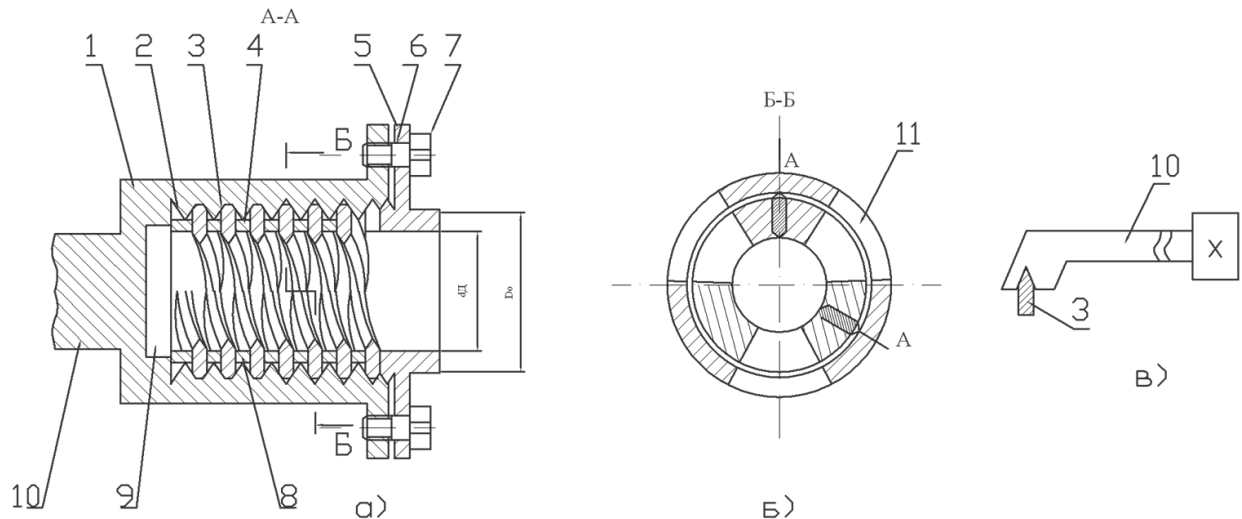


Рис. 4.5. Технологічний пристрій для формування різьбового профілю в гнучких гвинтових заготовках.

У торцевій зоні оправки передбачено циліндричну розточку 9 такої глибини, яка дозволяє вільний вихід різця 10 після завершення проходу. Діаметр цієї виїмки перевищує внутрішній діаметр підпірної гайки, що забезпечує безперешкодну роботу інструмента та запобігає його заклинюванню.

Для забезпечення ефективного виведення стружки з внутрішньої порожнини оправки 1 по її периметру, на довжині, що відповідає розміру заготовки 3, виконано три рівномірно розташовані наскрізні пази 11.

Процес розточування навивної гвинтової заготовки (НГЗ) реалізується за такою послідовністю. Спочатку у впадини різи 2 уводять гвинтову деталь, зовнішня поверхня якої попередньо проточена до необхідного діаметра. Завдяки цьому між сусідніми витками деталі 3 формується спіральний проміжок, у який далі вводять підпірну гайку 4. Конструктивні параметри підпірної гайки – її довжина, товщина та співвідношення внутрішнього і зовнішнього діаметрів – підібрані так, щоб забезпечити стабільне положення заготовки й оптимальні умови для формування різьбового профілю.

Після встановлення заготовку 3 фіксують за допомогою торцевої частини різьбової поверхні 6 фланця 5, який нагвинчують у різь 2 корпуса 1. Остаточне закріплення фланця здійснюється болтами 7, що встановлюються у пази 8 та загвинчуються у відповідні отвори корпуса.

На наступному етапі у профільний отвір фланця 5 вводять різенарізний інструмент (рис. 4.6). Після встановлення необхідного діаметра різі та її кроку вмикають верстат і виконують операцію нарізання. Після завершення різання відкручують болти 7, знімають фланець 5 і обережно викручують із різі 2 сформовану гвинтову заготовку 3 разом із підірною гайкою 4. Утворена стружка видаляється під час розгвинчування: частково вона виноситься гайкою, а частина через пази 11 випадає в піддон верстата, що запобігає її накопиченню в зоні обробки.

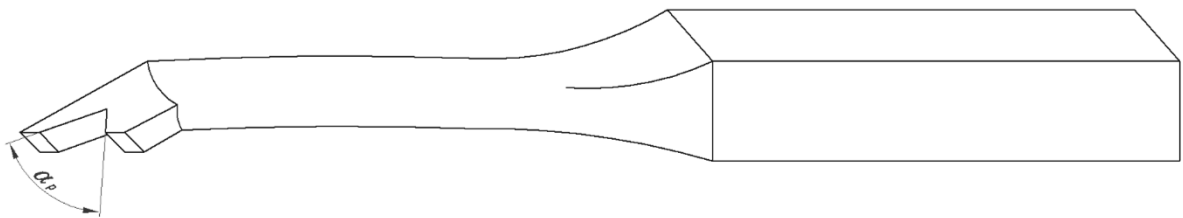


Рис. 4.11. Різенарізний різець

Отримана після попередніх операцій робоча частина гвинтової гайки використовується як базовий елемент для подальшого формування конструкції, наведеної на рис. 4.7, залежно від її функціонального призначення.

Для виготовлення варіанта гайки, зображеного на рис. 4.7, а, наступним етапом технологічного процесу виступає свердлильна операція, що виконується на свердлильному верстаті моделі 2Н118. У попередньо проточеній гвинтовій заготовці рівномірно по колу формують чотири отвори. Діаметр отворів визначають з урахуванням товщини витка та механічних характеристик гвинтової нежорсткої заготовки.

Після завершення свердління у сформовані отвори вводять штифти, які з одного боку піддають клепанню. Таким способом забезпечують заданий крок гайки, відповідно до конструктивних вимог механізму, у якому вона буде експлуатуватися. Вибір ширини кроку витка безпосередньо залежить від умов

роботи та навантажувальних режимів вузла, для якого виготовляється гвинтова гайка.

Оправи, що застосовуються для різних типів гвинтових гайок, мають індивідуальні конструктивні особливості та виготовляються за відомими технологічними підходами. Токарні операції виконуються на токарно-гвинторізних верстатах, формування робочих пазів під шпонку або під ключ – на горизонтально-фрезерних чи довбальних верстатах. Завдяки такій послідовності операцій вдається отримати гвинтові гайки конструкцій, наведені на рис. 4.7.

У межах проведеного дослідження запропоновано два конструктивні типи гвинтових гайок. Технологічна послідовність їх виготовлення є спільною; різниця полягає лише у формі та геометрії оправы, у яку встановлюють попередньо проточену гвинтову нежорстку заготовку.

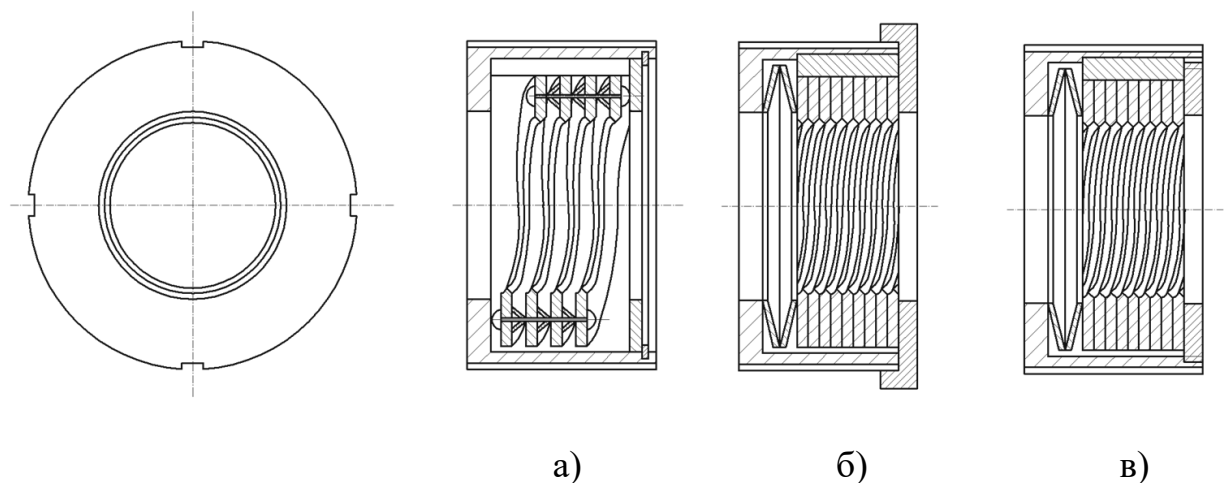


Рис. 4.7. Конструкції гайок.

У процесі виготовлення гвинтових гайок особливу увагу необхідно приділяти дотриманню геометричної точності основних елементів. Зокрема, важливими є: відповідність профілю проточеної різі встановленим параметрам, забезпечення циліндричності оправки по внутрішньому діаметру, співвісність гвинтової заготовки та оправки, а також паралельність зовнішніх ребер конструкції. Порушення цих вимог може призвести до погіршення експлуатаційних характеристик гайок, зниження точності навивання та зносу робочих елементів механізму.

У умовах крупносерійного або масового виробництва контрольні операції раціонально виконувати із застосуванням стандартних засобів вимірювання. Використання типових калібрів, індикаторних пристроїв та універсальних вимірювальних інструментів дозволяє значно зменшити трудомісткість контролю і знизити собівартість виготовлення заготовок без погіршення якості кінцевої продукції.

4.2 Механіко-математичні засади проектування гвинтових передач зі змінним кроком

Гвинтові механізми завдяки простоті конструктивної реалізації, надійності та зручності експлуатації посідають важливе місце в техніці. Вони широко застосовуються як у дискретних технологічних процесах, так і в складі високопродуктивних автоматизованих ліній неперервної дії, у металорізальних верстатах та різноманітних спеціальних механізмах. Універсальність гвинтових систем дає змогу ефективно використовувати їх у приводах подачі, позиціювальних пристроях, системах переміщення та в механізмах регулювання.

Окреме місце серед таких систем займають різьбові передачі зі змінним кроком різі, які дозволяють змінювати швидкість поступального переміщення гайки (виконавчого органу) за умови постійної частоти обертання гвинта. Подібні передачі наведено на рис. 4.8:

- а) – перший варіант конструктивного виконання;
- б) – другий варіант конструкції;
- в) – різьове з'єднання зі змінним кроком $t > 0$.

Такі схеми належать до класу механізмів із програмованим законом руху, де геометрія профілю та зміна кроку різі визначають кінематичні характеристики, що забезпечують необхідну траєкторію або режим роботи механізму.

Конструктивно механізм являє собою циліндричний пустотілий корпус 1, на зовнішній поверхні якого передбачено два пази під монтажний ключ. На лівому торці корпус має отвір, діаметр якого перевищує діаметр різьової частини. Внутрішня поверхня цього торця спирається на пакет тарілчастих

пружин 3. З іншого боку пружини взаємодіють зі спіральною гайкою 4, внутрішня поверхня якої містить профіль різі, відповідний різі вала 5, забезпечуючи з ним надійне контактне з'єднання.

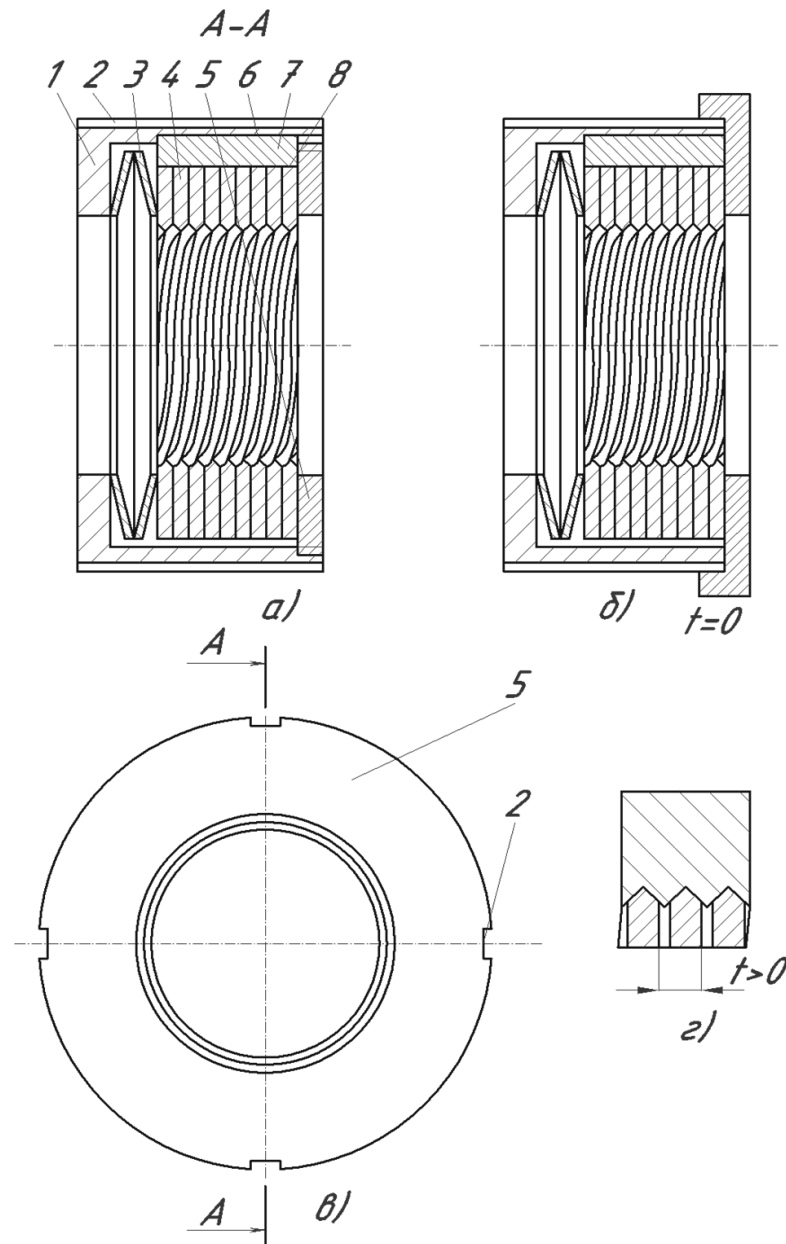


Рис. 4.8. Конструктивне виконання різьбового механізму зі змінним кроком різі:
 а) перший варіант конструкції; б) другий варіант конструкції.

Спиральна різьбова частина гайки 4 виконана так, щоб мати можливість змінювати крок різі, що дозволяє формувати керовану залежність між кутовим переміщенням і поступальним ходом. Протилежний кінець спіральної частини упирається в притискний диск 5, який жорстко закріплюється на корпусі. У можливих варіантах виконання притискний диск може фіксуватися як

внутрішнім, так і зовнішнім різьбовим з'єднанням із корпусом (на рисунку дані вузли не подано).

На зовнішній поверхні спіральної гайки 4 рівномірно виконано групу осьових пазів 6. Аналогічні по формі пази виконані й на внутрішній поверхні корпусу 1, причому обидва елементи розташовані строго навпроти один одного. Така схема пазових напрямних забезпечує можливість контрольованого осевого переміщення витків спіральної гайки під час зміни кроку.

Зовні корпус 1 додатково оснащений пазами 8 для ключа, а також масляною, що забезпечує подачу мастильного матеріалу до трибологічних пар механізму.

Принцип роботи різьбового з'єднання полягає у наступному. Гвинтова гайка в такій конструкції функціонує як пружний елемент стискального типу. У процесі її переміщення вздовж гвинта зі змінним кроком при русі в напрямку збільшення кроку швидкість поступального переміщення зростає. Це супроводжується осевим розтягненням гайки та збільшенням міжвиткової відстані.

Навпаки, під час переміщення гайки у зону зменшеного кроку гвинтового профілю відбувається поступове скорочення відстані між витками, що призводить до зменшення лінійної швидкості переміщення. У момент, коли міжвитковий проміжок прямує до нуля, виникає ефект самостопоріння: під дією зовнішнього зусилля відбувається локальна пластична деформація різьбової частини. Це спричиняє збільшення площі фактичного контакту та защемлення витків гайки між витками гвинта, утворюючи надійне фрикційно-деформаційне фіксування.

Для детальнішого аналізу розглянемо механіку роботи гвинтової пари зі змінним кроком на окремій елементарній ділянці профілю гвинта під час нагвинчування на нього пружної гайки (рис. 4.9).

На схемі подано основні сили, що діють у різьбовому з'єднанні під час взаємодії пружної гайки з гвинтом.

Позначення мають такий зміст:

F_a – осьова складова сили, що виникає в гвинтовій парі;

F_t – колова сила, прикладена на колі середнього діаметра d_m різі гвинта (болта);

F_f – сила тертя, що діє у зоні контакту різі, де N – сила нормального притиску, а μ – коефіцієнт тертя.

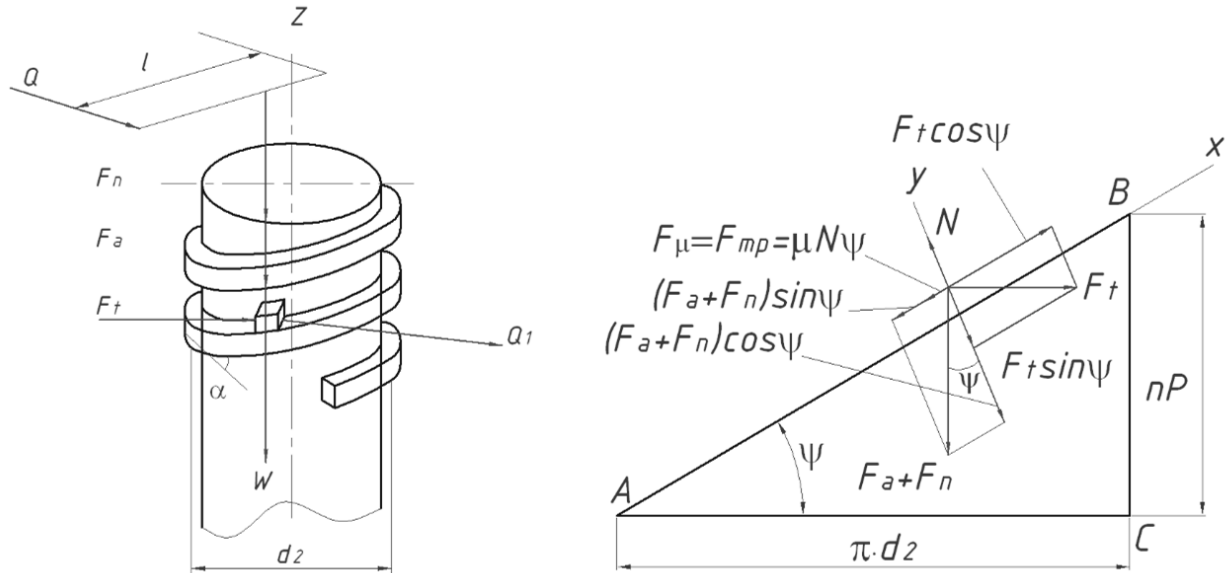


Рис. 4.9. Розрахункова схема гвинтової пари «гвинт–гайка» зі змінним кроком.

Рух пружної гайки вздовж профілю гвинта зі змінним кроком доцільно інтерпретувати як піднімання вантажу похилою площиною АВ. Лінія АВ нахилена під кутом φ до горизонтального катета АС. Висота цієї похилої поверхні дорівнює значенню катета ВD, що за своєю фізичною суттю відповідає величині осьового ходу різі на одному витку.

F_s – сила, зумовлена жорсткістю пружної гайки;

k_1, k_2 – коефіцієнти пропорційності, що встановлюють зв'язок між деформаціями та прикладеними навантаженнями;

α – кут навивки витка, який визначає геометрію профілю різі та впливає на кінематичні й силові параметри гвинтової передачі.

Використавши умови рівноваги для плоскої системи збіжних сил та розклавши їх на проєкції на осі x і y , можна отримати такі співвідношення:

$$\begin{aligned} \sum x &= F_t \cos \psi - F_\mu - (F_a + F_n) \sin \psi = 0; \\ \sum y &= N - F_t \sin \psi - (F_a + F_n) \cos \psi = 0, \end{aligned} \quad (4.1)$$

На основі наведених вище рівнянь рівноваги стало можливим визначити відповідну величину сили F_μ і N .

$$F_\mu = \mu N = F_t \cos \psi - (F_a + F_n) \sin \psi \quad (4.2)$$

$$N = F_t \sin \psi + (F_a + F_n) \cos \psi \quad (4.3)$$

Підставивши знайдене значення сили N у відповідне рівняння для визначення величини F_t та виконавши необхідні алгебраїчні перетворення, отримуємо вираз такого вигляду:

$$F_t = (F_a + F_n) \frac{\sin \psi + \mu \cos \psi}{\cos \psi - \mu \sin \psi} = (F_a + F_n) \cdot \operatorname{tg}(\psi + \rho')$$

Таким чином, після врахування всіх складових силової взаємодії та підстановки отриманих виразів, рівняння рівноваги, що описує умову визначення колової сили, можна подати у такому вигляді:

$$F_t = (F_a + F_n) \operatorname{tg}(\psi + \rho') \quad (4.4)$$

Запишемо залежність $F_a = f(F_n)$, одержимо :

$$F_t = F_a (\operatorname{tg}(\psi + \rho)) + F_n (\operatorname{tg}(\psi + \rho')) \quad (4.5)$$

$$F_a = \frac{F_t - F_n (\operatorname{tg}(\psi + \rho'))}{\operatorname{tg}(\psi + \rho)} \quad (4.6)$$

Після підстановки розрахункових значень величин ψ , ρ' і F_n , F_t у формулу (4.6) можна побудувати графічну залежність зміни сили F_a від прикладеної осьової сили F_n . Відповідний графік подано на рис. 4.10.

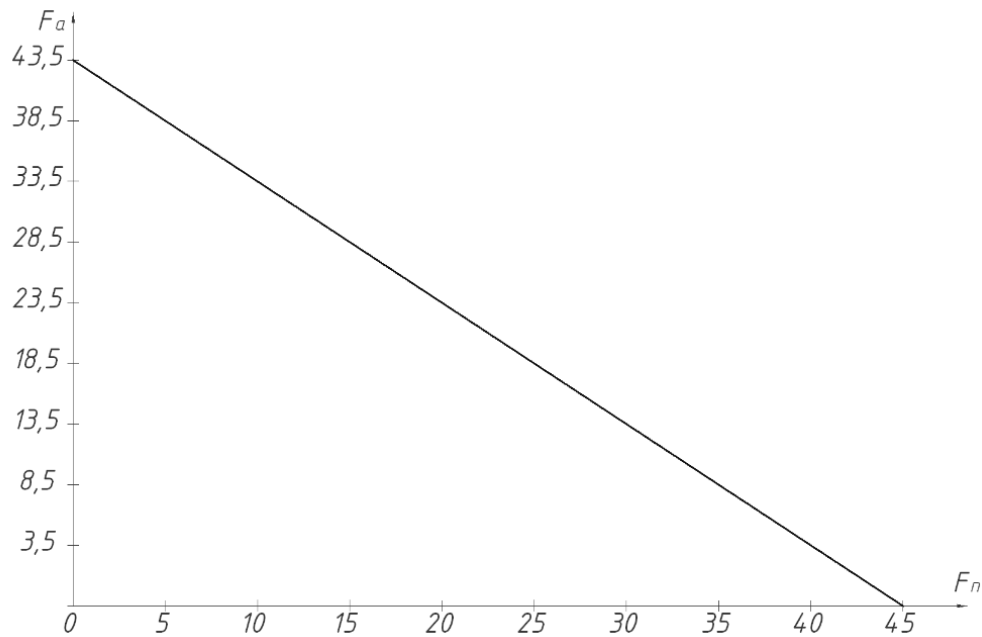


Рис. 4.10. Залежність осьової сили від жорсткісних характеристик пружної гайки.

Із зростанням прикладеної сили та підвищенням жорсткості пружного елемента величина осьової сили поступово зменшується, наближаючись до нульового значення. Це пояснюється тим, що збільшення опору деформації пружини супроводжується відповідним зростанням сил тертя та зменшенням ефективного осьового переміщення.

У випадку, коли профіль кута різі α'' відмінний від нульового значення (тобто різь має трапецеїдальну або іншу просторову форму), замість кута тертя використовується зведений кут тертя ρ , який враховує як фактичний профіль різі, так і геометричні особливості контактної взаємодії.

При цьому виконується співвідношення:

$$\operatorname{tg} \rho'' = \frac{\mu}{\cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)}, \quad (4.7)$$

З урахуванням аналітичної залежності, поданої у формулі (4.5), побудовано відповідні графічні залежності, що відображають зміну параметрів гвинтової пари за різних умов роботи $F_t = f(F_n)$; $F_t = f(\psi)$ (рис. 4.11).

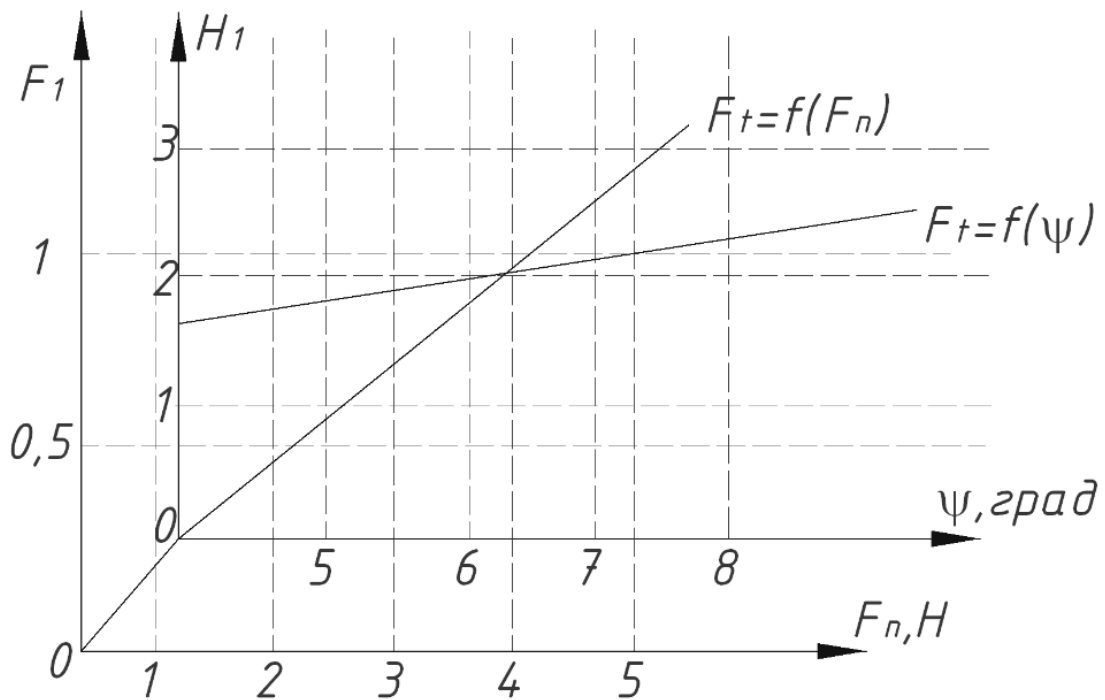


Рис. 4.11. Залежність колової сили від кута піднімання різі та жорсткісних параметрів пружної гайки.

Аналіз побудованих залежностей свідчить, що збільшення прикладеної сили F_n та кута піднімання різі ψ супроводжується монотонним зростанням колової сили F_t .

Графічні залежності величин $F_t = f(F_n)$ і $F_t = f(\psi)$, подані на рис. 4.12, можуть бути аналітично описані відповідними рівняннями у такому вигляді:

Аналітичний вираз, що описує лінійну залежність, може бути поданий у формі

рівняння прямої $F_t = f(F_n)$: $F_t = 1,5 + \frac{1}{14}\psi$;

Аналітичний вираз, що описує лінійну залежність, може бути поданий у

формі рівняння прямої $F_t = f(\psi)$: $F_t = \frac{2}{9}F_n$.

Як було відзначено раніше, формула (4.7) описує величину колової сили лише на окремій елементарній ділянці витка. Для того щоб отримати значення сили F_t на всій робочій поверхні нагвинчування, вираз необхідно подати в інтегральній формі. У цьому випадку інтегрування проводиться за кутом навивання, а межі інтегрування змінюються від 0 до l/R .

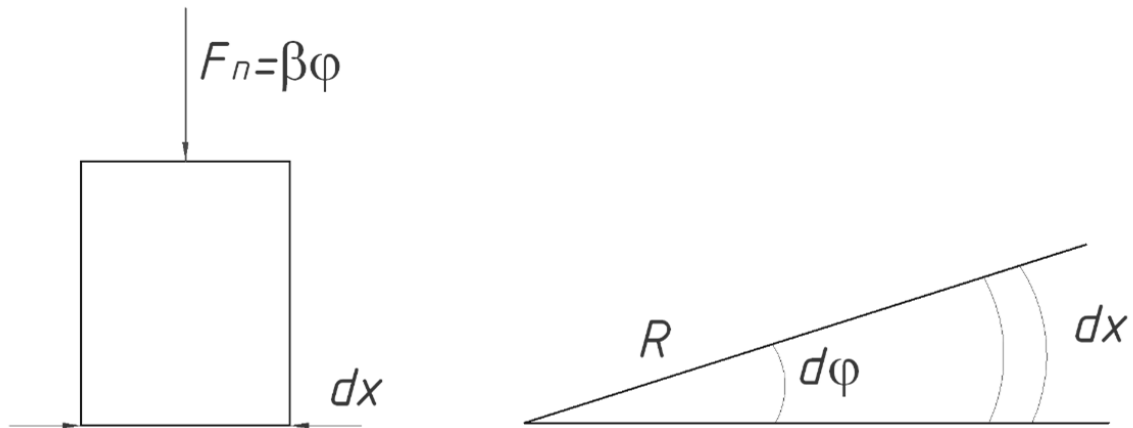


Рис. 4.12. Розрахункові схеми процесів взаємодії гвинтової пари «гвинт–гайка»: r – радіус витка; α – кут навивання пружної гайки.

$$F_t = \int_0^{1/R} F_n \cdot \operatorname{tg}(\psi + \rho) R d\varphi = \int_0^{1/R} R \beta \varphi \cdot \operatorname{tg}(\psi + \rho) d\varphi \quad (4.8)$$

де $\operatorname{tg} \psi = \frac{h_0 + \alpha \varphi}{\pi \cdot d}$ – тангенс кута піднімання;
 $dx = R d\varphi$.

Аналіз формули (4.7) дає підстави стверджувати, що варіація кроку гвинта істотно впливає на величину зусилля прокручування: зі збільшенням кроку необхідна колова сила зростає. З урахуванням залежності, наведеної у формулі (4.8), побудуємо за допомогою засобів обчислювальної техніки графік зміни зусилля прокручування в залежності від коефіцієнта кута підйому різі.

Підставивши числові значення необхідних параметрів у формулу (4.8), було побудовано графічну залежність, наведену на рис. 4.13. Аналіз отриманої кривої свідчить, що варіювання коефіцієнта кута підймання різі істотно впливає на величину зусилля прокручування. Зокрема, зі збільшенням цього коефіцієнта спостерігається помітне зростання зусилля, необхідного для здійснення обертального руху пружної гайки по гвинтовій поверхні.

Так як $i_{\text{ід.важеля}} = \frac{l}{r_{\text{сп}}}$; $i_{\text{ід.клина}} = \frac{l}{\operatorname{tg} \alpha}$, отже, у випадку ідеалізованого гвинтового

механізму величина сили, що ним розвивається, визначається співвідношенням:

$$W_{\text{ід}} = Q \frac{l}{r_{\text{сп}} \operatorname{tg} \alpha} \quad (4.9)$$

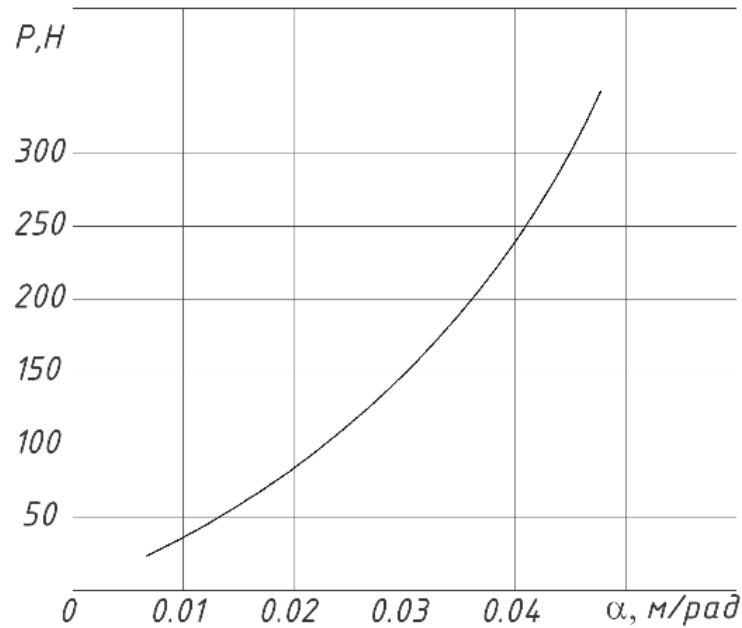


Рис. 4.13. Залежність зусилля прокручування від коефіцієнта кута піднімання різі.

У реальних конструкціях гвинтових механізмів необхідно враховувати енергетичні втрати, зумовлені силами тертя у різевому з'єднанні та на контактних поверхнях гайки або гвинта із затискним елементом. Саме ці додаткові сили істотно впливають на величину корисного зусилля, яке передається механізмом, та на ефективність його роботи.

У випадку затиску пружною гайкою враховують такі складові:

$$W = Q \frac{1}{r_{cp} \operatorname{tg}(\alpha'' + \varphi_{np}) + \frac{1}{3} \mu \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2}} \quad (4.10)$$

У разі коли затискання здійснюється не гайкою, а безпосередньо гвинтом, у розрахунку додатково враховують специфічні втрати, пов'язані з контактом різі та особливостями передавання сил від гвинта до затискного елемента. У цьому випадку сумарне зусилля визначають з урахуванням таких чинників:

$$W = Q \frac{1}{r_{cp} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np}) + \frac{1}{3} \mu D} \quad (4.11)$$

У результаті проведення комплексних теоретичних та експериментальних досліджень встановлено, що запропонована гвинтова схема подачі забезпечує рівномірний розподіл навантаження між усіма витками пружної гайки. Крім того, за умови незмінної частоти обертання гвинта швидкість осевого переміщення може змінюватися у 1,5–2 рази, що дозволяє реалізувати програмовану кінематику руху без ускладнення конструкції приводу.

Для виготовлення запропонованих варіантів деталей як вихідну заготовку застосовують металеву стрічку товщиною $h = 0,5\text{--}4$ мм та необхідної ширини B_0 . Стрічку навивають на оправу визначеного діаметра d_0 , який разом із шириною стрічки задає типорозмір майбутньої деталі. Після навивання внутрішній діаметр заготовки d відповідає діаметру оправу d_0 , тоді як зовнішній діаметр визначається за виразом:

$$D = d + 2B. \quad (4.12)$$

Навивання металевої стрічки на оправу здійснюють відповідно до встановленої методики та із застосуванням спеціального технологічного оснащення, яке забезпечує точність формування витків і стабільність натягу стрічки в процесі навивання.

За заданої товщини стрічки h та необхідної кількості витків n висота сформованої заготовки визначається таким чином:

$$H = h \cdot n \quad (4.13)$$

Після завершення операції навивання надлишкові, деформовані під дією згинання кінці спіралі акуратно видаляють. Подальша механічна обробка дозволяє отримати конструкцію гайки, яка представлена на рис. 4.14. Вона являє собою спіральну заготовку, на внутрішній поверхні якої уздовж довжини стрічки сформовано один виток різі з кутом нахилу, що відповідає профілю різьового з'єднання. Така конструкція може бути використана як самостійна гвинтова гайка, сформована безпосередньо зі стрічкової заготовки.

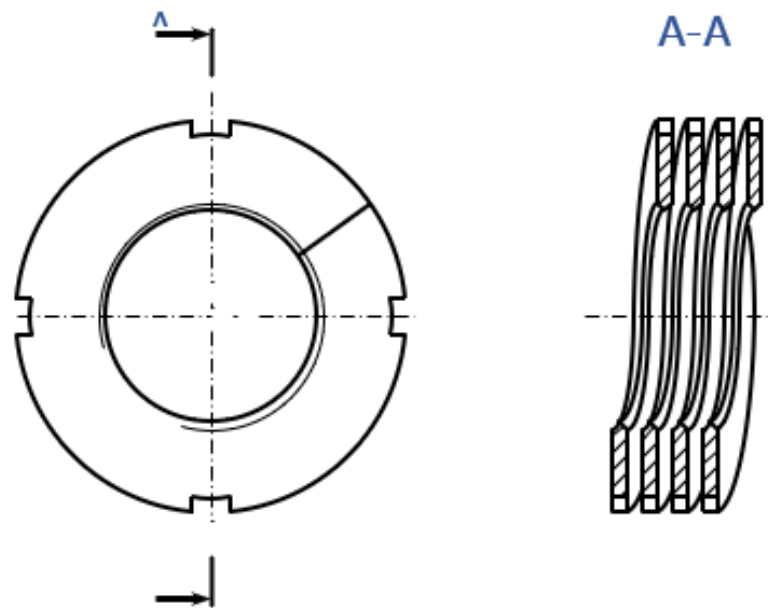


Рис. 4.14. Конструктивна схема гайки, сформованої методом навивання

На рис. 4.15, а наведено приклад спеціалізованої конструкції гайки. У цьому варіанті базову спіральну гайку 1, отриману методом навивання, розміщують у зовнішньому корпусі 2. Один її торець фіксується кришкою 3, яка прикручується до корпусу болтами 4. З протилежного боку спіральна гайка підтискається двома тарічастими пружинами 5, що забезпечує стабільність контакту та компенсацію можливих деформацій. Щоб запобігти обертанню гайки всередині корпусу, у конструкцію введено шпонку 6, яка забезпечує жорстке кутове з'єднання.

Рациональним є також варіант конструкції, у якому витки спіральної заготовки 1 фіксуються між собою за допомогою заклепок 2. Кількість таких заклепкових з'єднань може становити дві, три або чотири – залежно від потрібної жорсткості та конструктивних вимог. У межах кожної зони заклепкування між сусідніми витками доцільно встановлювати пружні елементи 3. Вони забезпечують можливість коригування загальної висоти гайки та сприяють саморегулюванню кроку різі під час її роботи в умовах змінних навантажень.

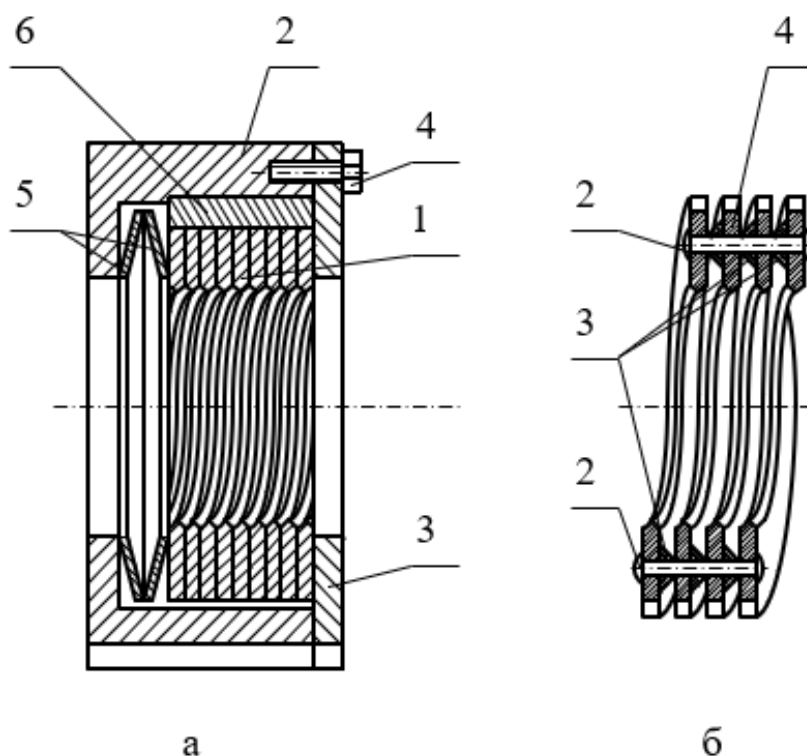


Рис. 4.15. Приклади конструктивних виконань спеціалізованих гвинтових гайок.

Окрім наведених вище прикладів, на основі навивної заготовки можна розробити значну кількість інших типів спеціальних гайок, адаптованих під конкретні технічні умови та призначення. Незмінною вимогою до таких конструкцій є відповідність нормам технічної експлуатації, забезпечення високої надійності та взаємозамінності елементів у складі різевих з'єднань.

Експлуатаційні характеристики різевих спряжень значною мірою залежать від коректності вибору геометричних параметрів різі, установлених допусків та точності виготовлення. Тому під час призначення допусків необхідно враховувати взаємозв'язок між профільними параметрами різі та можливими відхиленнями.

Одним із ключових критеріїв досконалості різевих з'єднань, що працюють під динамічним навантаженням, є характер розподілу навантаження між витками. Для традиційних спряжень типу «болт–гайка» розрахунки та експериментальні дослідження показують, що основне навантаження сприймає нижній виток різі. Так, для метричної різі M24 перший виток несе близько 33,1% загального навантаження, другий – 23,3%, третій – 15,8%, четвертий – 12,7%. Це

свідчить про нерівномірність навантаження та необхідність врахування цього фактора під час конструювання та проектування вузлів.

Для стандартної гайки M24 з кроком $S = 2$ мм та висотою $h = 19$ мм кількість робочих витків визначають співвідношенням $n = h / S = 19 / 2 = 9,5$, що характеризує ефективну довжину різевої взаємодії.

Як видно з наведених даних, перші чотири витки сприймають близько 85 % загального навантаження, тоді як на всі наступні витки припадає лише приблизно 15 %. Така нерівномірність призводить до надмірної концентрації напружень у початкових витках, що може спричинити їх передчасне руйнування, а також до недовантаження верхніх витків. У підсумку це знижує загальну міцність та надійність різевого з'єднання.

У ідеалізованому випадку, коли вважати болт і гайку абсолютно жорсткими елементами на розтяг і стиск, а різь – виготовленою без похибок, навантаження розподілялося б рівномірно між усіма витками. Проте в реальних умовах вплив неточностей виготовлення, різниці в жорсткості елементів та деформації спряжуваних деталей роблять рівномірний розподіл практично недосяжним.

У зонах високих навантажень, особливо коли вони наближаються до межі міцності, пластичні деформації металу частково вирівнюють розподіл. Після локального зминання профілю та осевого зміщення витків зменшуються зазори між робочими поверхнями різі, і ті витки, які раніше майже не брали участі у сприйнятті навантаження, починають передавати його на рівні з іншими.

Закордонна практика демонструє ефективність іншого підходу: застосування різевих з'єднань, у яких крок різі гайки дещо відрізняється від кроку різі болта. Аналітичні дослідження показують, що збільшення кроку різі гайки порівняно з болтом призводить до зменшення навантаження на нижні витки та одночасного підвищення – на верхні. Механізм цього явища пояснюється тим, що під дією робочих сил крок різі гайки зменшується через стиск, тоді як крок різі болта, навпаки, збільшується. Тому невелике попереднє збільшення кроку різі гайки сприяє більш рівномірному перерозподілу навантаження між витками, що підвищує надійність усього з'єднання.

Подібний ефект спостерігається і в тому випадку, коли крок різі гайки відповідає номінальному значенню, а крок різі болта є дещо меншим від номіналу. В обох ситуаціях виникає перерозподіл зусиль між витками, що може призводити до перевантаження нижніх і недовантаження верхніх витків.

Щоб запобігти руйнуванню крайніх витків та забезпечити повноцінну роботу всього різевого з'єднання, одним із ключових завдань під час проектування є вирівнювання навантаження між усіма витками різі. Одним із ефективних рішень може бути застосування гайки зі стрічкової навивної заготовки, конструкція якої здатна змінювати свій крок у процесі нагвинчування. Це дозволяє кожному окремому витку пружно підлаштовуватися під фактичний крок відповідних витків болта, забезпечуючи більшу площу контакту та рівномірніший розподіл зусиль по всій довжині різі.

Крім того, така конструкція дозволяє формувати різеве з'єднання, у якому навіть за повної тотожності профільних параметрів різі гайка та болт можуть відрізнятися лише кроком (рис. 4.16). Це створює додаткові можливості для адаптації з'єднання під специфічні умови навантаження та підвищує його довговічність.

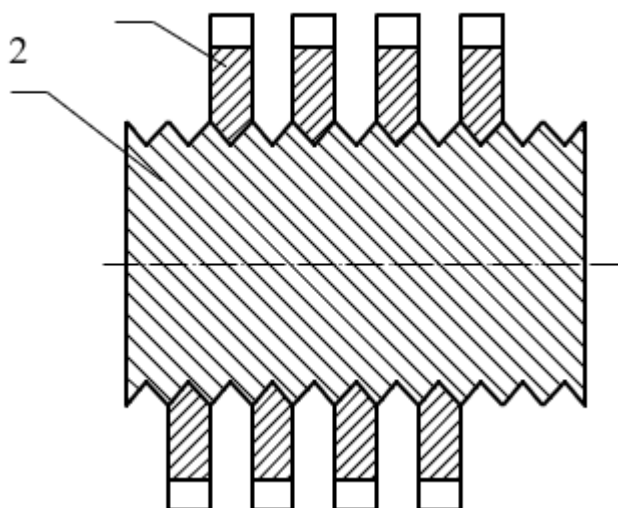


Рис. 4.6. Конструктивне виконання гайки, сформованої зі стрічкової навивної заготовки.

До недоліків гайок, виготовлених із навивних стрічкових заготовок, можна віднести зниження загальної міцності та жорсткості різевого з'єднання за дії зовнішніх навантажень. Основною причиною цього є потенційна можливість

самовільного розгвинчування окремих витків, що виникає під дією пружних сил самої навивної спіралі, спрямованих в осьовому напрямку [34]. Унаслідок цього фактично зменшується кількість навантажених робочих витків, а разом із тим – і корисна довжина нагвинчування.

Для усунення такої небажаної поведінки можуть бути застосовані конструкції гайок із контрольованою зміною кроку, які забезпечують стабільне положення витків під час роботи. Альтернативним підходом є використання різі з малим кроком, що зменшує схильність до осьового розпружнення та підвищує загальну стійкість різевого з'єднання до саморозгвинчування.

Запропонований технологічний процес виготовлення спеціальних гайок із стрічкових навивних заготовок має низку суттєвих переваг порівняно з традиційними технологіями:

а) суттєве зниження втрат металу, оскільки процес формування заготовки майже не супроводжується утворенням стружки та забезпечує максимально раціональне використання матеріалу;

б) спрощення підготовчої стадії, оскільки замість трудомістких литих чи кованих напівфабрикатів використовується проста металева стрічка як вихідна заготовка;

в) висока технологічна універсальність, оскільки повний комплекс операцій можна виконати на одному-двох універсальних верстатах без залучення складного чи дорогого спеціалізованого обладнання;

г) широкий діапазон можливих типорозмірів, що забезпечує універсальність процесу та дає змогу виготовляти гайки з практично будь-якими внутрішніми й зовнішніми діаметрами (окрім надмалих розмірів, обмежених фізичною гнучкістю стрічки). Така технологічна можливість зумовлена тим, що геометрія навивної заготовки формується безпосередньо в процесі намотування стрічки на оправку потрібного діаметра. Це дозволяє:

- варіювати внутрішній діаметр гайки залежно від діаметра оправки;
- змінювати зовнішній діаметр через регулювання ширини стрічки та кількості витків;
- формувати різі з різними кроками, профілями та кутами підйому;

- виготовляти як стандартні, так і спеціальні (нестандартні) різеві елементи під конкретні умови навантаження;
- адаптувати конструкцію для роботи у механізмах із різною кінематикою та номінальними швидкостями переміщення.

д) можливість застосування у приводах із малою мінімальною швидкістю переміщення, що забезпечує їхню придатність для точних регулювальних та позиціювальних механізмів.

Запропоновані конструктивні варіанти спеціальних гайок, виготовлених із навивних заготовок, демонструють переваги як на етапі виробництва (адже вони можуть бути реалізовані в умовах будь-якого типу промислового виробництва), так і під час експлуатації – з урахуванням особливостей роботи механізмів та машин, у яких такі гайки застосовуються.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Нормативно-правова база з охорони праці в галузі

Закон «Про охорону праці» в Україні був прийнятий 21.11.2002 року Верховною Радою України. Державна політика в області охорони праці базується на принципах соціального захисту працівників, повного відшкодування збитку особам, що потерпіли від нещасних випадків на виробництві і видів їхньої діяльності; використання пільгового оподатковування, що сприяє створенню безпечних і не шкідливих умов праці, участь держави у фінансуванні заходів з охорони праці.

Охорона праці визначається Законом «Про охорону праці» по основних положеннях реалізації конституційного права громадян на охорону життя і їх здоров'я в процесі трудової діяльності. Закон України «Про охорону праці» реалізує при участі відповідних державних органів відносини між власниками, підприємств, установ та організацій і працівником по питанню безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і установлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Охорона праці являє собою систему законодавчих актів і відповідних їм соціально-економічних, технічних, гігієнічних і організаційних заходів, які забезпечують безпеку і збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Метою розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» є аналіз охорони праці на дільниці ремонту коробок передач вантажних автомобілів на АТП, а також розробка заходів щодо поліпшення умов праці і запобіганню виникнення надзвичайних ситуацій.

5.2 Вимоги до території підприємства та облаштування споруд і приміщень

Ширина санітарно-захисної зони між житловими секторами і підприємством складає близько 100 м, що відповідає санітарним нормам. Територія підприємства і устрій будівель відповідають вимогам санітарно-

будівельних норм по проектуванню промислових підприємств СНиП II 89-80; СНиП II 09.02-85.

Територія підприємства має рівну поверхню. Для відведення стічних вод вона обладнана зливовою каналізацією, водопроводами і водостоками. Територія заводу захищена огорожею, заввишки близько 2 м і освітлюється джерелами штучного освітлення в нічний час, згідно СНиП II 89-80.

Будівлі і побудови підприємства розташовані по відношенню до сторін світу і напряму переважаючих вітрів таким чином, що забезпечені найбільш сприятливі умови для природного освітлення і їх провітрювання.

У головного входу підприємства розміщена зона споруд, які призначені для розміщення адміністративних, суспільних та побутових будівель.

Територія підприємства оточена зеленими насадженнями у вигляді ширококронних дерев і багаторічних трав, що дозволяє зменшити загазованість і запиленість навколишнього середовища в даному районі. Територія підприємства розташована в районі з пануючим північно-західним напрямом вітру в липні і січні місяцях. Середньорічна роза вітрів приведена на рисунку 5.1, а її розрахункові значення – в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Розрахункові значення рози вітрів на території підприємства

Напрямок вітру	Пн.	Пн.-сх.	Схід	Пд.-сх.	Пд.	Пд.-зах.	Захід	Пн.-зах.
Значення %	8,7	10,9	11,3	13,8	14,4	12,4	9	19,5

Територія підприємства не затоплювана, ґрунтові води на глибині 16 м не виявлені. Рельєф майданчика має ухил в північно-південному напрямі, що забезпечує очищення від стічних вод.

Територія розташування підприємства відноситься до III кліматичного району. Метеорологічні умови місцевості, на якій розташовано підприємство, приведені в таблиці 5.2.

Будівлі корпусів з найбільшими виробничими шкідливими умовами розташовані з підвітряного боку по відношенню до корпусів з меншими

виробничими шкідливими умовами, а також по відношенню до побутових будівель та ін.

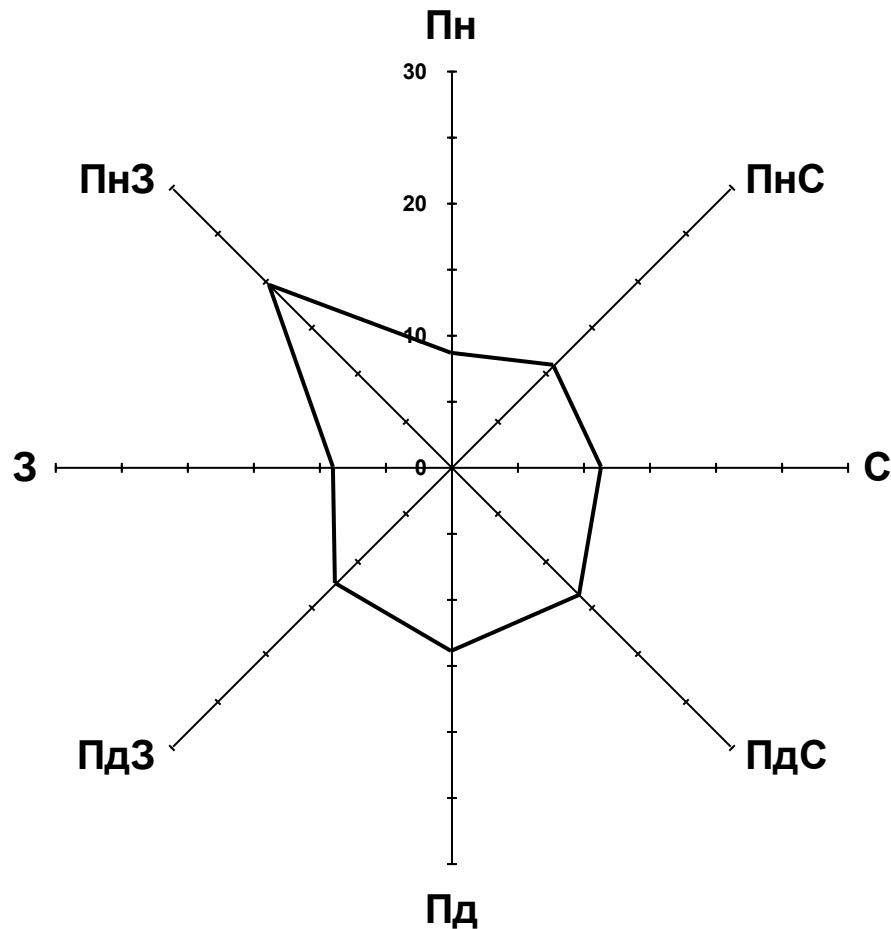


Рис. 5.1. Середньорічна роза вітрів.

Для впорядкування території підприємства на основних напрямках пішохідного руху передбачені тротуари шириною 1,5 м., а також на вільних від забудови місцях; передбачено озеленення ширококронними високорослими деревами, і багаторічними травами. Покриття тротуарів асфальтове (дрібнозернистий асфальт – 3 см; відсів щебеню – 10 см; ущільнений ґрунт). Покриття всіх майданчиків і проїздів асфальтобетонне.

Виробничі будівлі розташовані по ходу виробничого процесу. Виробничий корпус, призначений для проведення технічного обслуговування і ремонту автомобілів є двопролітною одноповерховою рамою з кроком колон по зовнішньому ряду і внутрішнім рядам 6 м, з можливістю установки підйомного устаткування.

Таблиця 5.2 – Метеорологічні умови території підприємства

Показник	Значення
Середня річна температура °С	плюс 8,5
Середня температура найбільш жаркого місяця (липень) °С	плюс 22,3
Середня температура найбільш холодного місяця (січень) °С	мінус 5,4
Швидкісний натиск вітру, кг/м ²	45
Середньомісячна відносна вологість повітря %	73,3
Кількість опадів:	
- за рік, мм	558
- середньомісячне, мм	46,5
- максимальне добове, мм	82
Нормативне снігове навантаження, кг/м ²	50
Максимальна глибина промерзання ґрунту, м	0,5...0,7

5.3 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих чинників

Визначення загальної оцінки умов праці базується на аналізі стану виробничої сфери і трудового процесу. Оцінка умов праці проводиться на основі «Гігієнічної класифікації умов праці за показниками шкідливості і небезпеки чинників виробничого середовища, тяжкості і напруженості трудового процесу». Така оцінка конкретних умов і характеру праці сприяє розробці і впровадженню комплексу заходів і технічних засобів по профілактиці виробничого травматизму і професійних захворювань.

Основними травмонебезпечними чинниками на дільниці ремонту коробок передач є:

- можливість поразки робітників електричним струмом;
- наявність потенційно небезпечних робочих місць з рухомими частинами машин, візків і механізмів, незахищеними рухомими елементами виробничого устаткування;

- можливість травмування частками металу, що відлітають при шліфувальних роботах;
- можливість отруєння компонентами, що входять до складу паливно-мастильних матеріалів і миючих складів.

Шкідливими для здоров'я людини фізичними чинниками є: підвищена або знижена температура робочої зони; висока вологість; підвищені рівні шуму і вібрацій; запиленість та загазованість робочого місця; недостатня комбінована освітленість робочих місць, проходів, проїздів; пульсація світлового потоку.

Шкідливі виробничі чинники, що діють на дільниці ремонту коробок передач приведені в таблиці 5.3.

Організація процесу ремонту коробок передач повинна забезпечувати раціональний розподіл робітників з урахуванням їх кваліфікації і обладнання на робочих місцях.

Для забезпечення на ремонтній дільниці нормальних санітарно-гігієнічних умов і пожежної безпеки необхідно дотримувати технологічний режим, правила і норми пожежної безпеки і промислової санітарії. Приміщення дільниць ремонту повинні бути світлими, чистими і без пильними. Температура приміщення повинна бути не нижче 18...20°C, а відносна вологість повітря не більше 60%. Опалювання на дільниці повинне бути повітряне або водяне низького тиску.

Всі миючі розчини є легкозаймистими речовинами, а при більшій концентрації пари, токсичні і вибухонебезпечні рідини. Тому при роботі з ними забезпечують хорошу витяжну вентиляцію.

На ремонтній дільниці допускається природне і штучне освітлення. При загальному освітленні звичайними електричними лампами освітленість дільниці повинна бути не менше 300 лк та вибухобезпечного виконання.

Для захисту органів дихання і зору від дії високотоксичних шкідливих речовин використовують засоби індивідуального захисту (респіратори РМП-62, РУ-60 та ін.).

У приміщеннях дільниці по ремонту коробок передач повинні знаходитися в обов'язковому порядку засоби пожежогасіння (пінні вогнегасники, ящики з піском, азбестові ковдри, пожежний щит з інвентарем і ін.)

Таблиця 5.3. Карта умов праці.

Санітарно-гігієнічні чинники		Одиниця	Норма	Робочі місця
			Факт	Автослюсар
Мікроклімат	Температура повітря:	°С	Н	20-22
	- теплий період		Ф	22
	- холодний період		Н	17-19
			Ф	15
	Відносна вологість повітря	%	Н	40-60
	Ф		55	
	Швидкість руху повітря	м/с	Н	0,2-0,4
			Ф	0,3
Шкідливі речовини	Запилена (органічний пил)	мг/м	Н	6,0
			Ф	18,3
	Загазованість (CO) (транспортні двигуни)	мг/м³	Н	20,0
			Ф	15,0
Освітленість	Коефіцієнт природного освітлення	%	Н	1,5
			Ф	0,8
	Штучне освітлення	лк	Н	300
			Ф	200
Шум	Рівень звукового тиску	дБ	Н	75
			Ф	80
Вібрація	Загальна вібрація	дБ	Н	85
			Ф	70
Випромінювання	Інтенсивність теплового випромінювання	Вт/м²	Н	140
			Ф	100
Шкідливі речовини	Пари: уайт спіріт	мг/м³	Н	300
			Ф	150
	бутиловий спирт	мг/м	Н	10
			Ф	5

Проектом передбачаються наступні заходи, що забезпечують дотримання правил техніки безпеки і виробничої санітарії на ділянці ремонту КП:

- впровадження огорож, блокувань, знаків безпеки при проведенні небезпечних процесів;
- організація захисного заземлення і занулення електричного устаткування;
- утримання в справному стані обладнання, яке створює запиленість і загазованість;

- здійснення контролю за складом повітря в робочій зоні.

Відповідно до Закону України «Про охорону праці» на роботах з шкідливими умовами праці, також на роботах, які виконуються в особливих температурних умовах, або пов'язаних із забрудненням, робітникам і службовцям видається по встановлених нормах спецодяг, спецвзуття і інші засоби індивідуального захисту. До засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) відносяться: спеціальний одяг, спеціальне взуття, захисні костюми, а також ті засоби, які запобігають падінню з висоти, поразки електричним струмом, захищають органи дихання, слуху, зору, голову, руки і інші частини тіла.

Першорядне значення має повсякденне і правильне застосування ЗІЗ, які повинні забезпечувати безпеку робочого персоналу, створювати найбільш сприятливі і комфортні умови для організму.

Для працівників автомобільного транспорту ЗІЗ видають згідно «Типовим галузевим нормам», які визначають види ЗІЗ, норми видачі і термін їх використання.

Робітникам при проведенні ремонтних робіт слід видавати: на термін 12 місяців – комбінезон бавовняний, взуття шкіряне, головний убір бавовняний; на термін носіння один місяць – рукавиці комбіновані; до зносу – респіратор і окуляри захисні.

5.4 Загальні вимоги з безпеки праці при роботі з стендом

Будь-які спроби самовільного втручання у конструкцію обладнання або її модифікації категорично не допускаються. Подібні дії можуть призвести як до втрати працездатності агрегата, так і до створення небезпечних умов для персоналу.

Експлуатацію обладнання слід проводити виключно у сухих, закритих приміщеннях, де відсутні джерела займання та ризики вибухонебезпечних ситуацій. Це забезпечує стабільність роботи агрегата та відповідає нормативним вимогам щодо безпечної експлуатації технічних систем.

Під час технічного обслуговування стенда необхідно застосовувати виключно оригінальні запасні частини та комплектувальні вироби,

рекомендовані виробником. Використання несертифікованих елементів може суттєво знизити рівень надійності та довговічності обладнання.

Монтаж стенда та введення його в експлуатацію має виконуватись кваліфікованими фахівцями, які володіють відповідною підготовкою та знайомі з вимогами, викладеними у цьому розділі. Дотримання технології встановлення є критичним чинником забезпечення стійкості та безпечної роботи агрегата.

Протягом усього циклу роботи необхідно забезпечувати постійний контроль за відсутністю небезпечних відхилень. У разі виявлення будь-яких порушень у функціонуванні стенда його експлуатацію слід негайно припинити і звернутися до спеціалізованого сервісного підрозділу.

Конструктивні розміри стенда дозволяють оператору проводити огляд робочої зони та оцінювати її стан на предмет наявності сторонніх предметів, небезпечних об'єктів або слідів проливу мастильних матеріалів. Потрапляння масла на підлогу створює ризик ковзання і може призвести до травмування персоналу чи пошкодження колісних шин.

Оператор повинен бути забезпечений відповідним робочим одягом, захисними окулярами, рукавицями та респіратором для захисту від шкідливих пилових викидів, а за потреби – додатковими засобами захисту від зворотного навантаження, що виникає під час піднімання важких об'єктів. Забороняється мати на собі предмети, що вільно звисають, наприклад браслети; довге волосся повинно бути надійно зафіксоване. Взуття оператора має відповідати характеру виконуваних робіт. Усі важелі та рукоятки, які використовуються під час роботи, повинні бути чистими й не містити на поверхні мастильних матеріалів.

5.5 Заходи з цивільного захисту при надзвичайних ситуаціях

На підприємстві АТП надзвичайна ситуація може виникнути внаслідок пожежі. Причини виникнення пожеж на автопідприємстві це: вибух стиснутого газу в балонах, що знаходяться на автомобілях, спалах бензину, дизпалива, розчинників, фарб, промасленого ганчір'я і інше; від відкритого вогню, іскор апаратів електрозварювання і газозварювання, замикання електропроводок і ін.

По пожежній небезпеці дільниця по ремонту коробок передач вантажних

автомобілів відносяться до категорії «В».

Виникнення пожеж в будівлях і спорудах, розповсюдження вогню в них в значній мірі залежить від вогнестійких властивостей конструкцій і матеріалів, а також від особливостей технологічного процесу. Для оцінки пожежної стійкості будівельних конструкцій і матеріалів важливо знати такі властивості, як їх займистість.

По вогнестійкості будівельні конструкції підрозділяють на п'ять ступенів. Виробничий корпус, в якому виконується поточне обслуговування і ремонт автомобілів, відноситься до IV розряду ступеня вогнестійкості споруд, згідно і до групи займистості – важкоспалимі.

Для забезпечення протипожежної безпеки на дільниці ремонту КП вантажних автомобілів необхідно провести наступні протипожежні профілактичні заходи:

- для організації протипожежної профілактичної роботи і гасіння пожеж створити на дільниці добровільну пожежну дружину;
- розробити шляхи евакуації працівників у разі виникнення пожежі ;
- організація блискавкозахисту будівель (ДСТУ Б В.2.5-38:2008);
- забезпечення пожежної сигналізації;
- впровадження автоматичної системи пожежегасіння;
- зниження пожежної небезпеки вентиляційних систем;
- у приміщеннях передбачити пожежні крани;
- організація навчання робочих і проведення інструктажів з питань пожежної безпеки.

Для оперативної ліквідації пожеж на дільниці ремонту КП автомобілів необхідно передбачити наступні протипожежні заходи:

- організація протипожежного водозабезпечення, наявність гідрантів (їх кількість, тиск води); наявність пожежних кранів усередині будівлі;
- використання системи автоматичного пожежегасіння;
- наявність первинних засобів пожежогасіння (їх тип, місце розташування);
- стаціонарних, напівстаціонарних і пересувних установок пожежогасіння;
- організація протипожежної охорони.

5.6 Розрахунок звукоізоляції на ділянці ремонту

Розрахувати зниження звукоізолюючої спроможності огороження на частоті 1200Гц, рівною 50 дБ, на виняток того, що в огороженні площею 10 м² щілини довжиною 5м і шириною 0,01 м.

Рішення.

Визначаємо зниження звукоізолюючої спроможності огороження по формулі:

$$\Delta R = 10 \lg \left(1 + n \cdot \frac{S_0}{10} \cdot 10^{0,1 \cdot L} \right), \quad (5.1)$$

де ΔR - звукоізоляція перегородки, дБ;

S і S_0 - площі перегородки, отвору і щілини, м;

L – довжина щілини в огороженні, $L = 5$ м;

n - коефіцієнт, значення якого для середньо геометричних частот 800,1200, 1800 Гц дорівнює 12;6; 2,5.

Підставивши значення у формулу (5.1), будемо мати:

$$\Delta R = 10 \lg \left(1 + 6 \cdot \frac{0,05}{10} \cdot 10^{0,1 \cdot 5} \right) = 35 \text{ дБ.}$$

Таким чином, при знаходженні такої щілини в огороженні, звукоізоляція буде дорівнювати:

$$50 - 35 = 15 \text{ дБ.}$$

5.7 Розрахунок пожежного водопроводу

Номінальна швидкість води в трубопроводі, що подають на виробничі та господарські потреби дорівнює $v = 0,7 \dots 1,5$ м/с. При подачі води на гасіння пожежі швидкість може бути збільшена до 2,2 м/с.

В залежності від призначення та об'єму споруди приймаємо витрати води $Q = 0,02$ м³.

Визначаємо площу перетину трубопроводу по формулі:

$$F = \frac{Q}{v}, \quad (5.2)$$

$$F = \frac{0,02}{2} = 0,01 \text{ м}^2.$$

Визначаємо діаметр труби по формулі:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}}, \quad (5.3)$$

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У результаті виконання кваліфікаційної роботи на тему «Проект виробничо-технічної бази для технічного обслуговування та ремонту вантажних автомобілів з модернізацією шиномонтажної дільниці та дослідженням технологічного процесу виготовлення гвинтових гайок» було проведено комплексне інженерне дослідження, яке охоплює технологічні, конструкторські, науково-аналітичні та організаційні аспекти створення ефективної системи технічного обслуговування і ремонту рухомого складу автотранспортного підприємства. Робота об'єднує як теоретичні складові, так і практично спрямовані технічні рішення, що забезпечують підвищення продуктивності виробничих процесів та покращення якості ремонтно-обслуговувальних робіт.

Одним із ключових результатів дослідження є формування раціональної та науково обґрунтованої річної виробничої програми підприємства. На основі аналізу структури автопарку, умов експлуатації та інтенсивності використання транспортних засобів було визначено періодичність виконання ТО-1, ТО-2, ЩТО, Д-1, Д-2 та інших технічних впливів для шести технологічно сумісних груп рухомого складу. Для цього застосовано систему коригувальних коефіцієнтів, що дозволило врахувати як категорію умов експлуатації, так і конструктивні та кліматичні фактори. Узагальнені значення інтервалів виконання обслуговування, ресурсу до капітального ремонту та площинних показників пробігу стали основою для розрахунку технологічного навантаження на всі виробничі дільниці.

Важливою складовою роботи став розрахунок річного обсягу трудомісткості ТО і ТР, що охоплює всі види технічних впливів. На основі нормативної трудомісткості та з урахуванням поправочних коефіцієнтів було визначено фактичну потребу підприємства в виробничих ресурсах. Ці дані дозволили сформувати обґрунтовану чисельність виробничих робітників, інженерно-технічного персоналу та службовців. Доведено, що оптимізація чисельності кадрів можлива лише за умови глибокого аналізу розподілу робіт між зонами ТО, ТР і спеціалізованими дільницями.

Особлива увага була приділена модернізації шиномонтажної дільниці, яка є одним із найбільш навантажених елементів виробничо-технічної бази. Аналіз існуючого стану дільниці, проведений відповідно до показників простою транспортних засобів та трудомісткості окремих операцій, показав суттєві недоліки: недостатній рівень механізації, дефіцит обладнання, підвищену трудомісткість монтажно-демонтажних робіт, нерівномірність завантаження виробничих зон. Встановлено, що частка простоїв, спричинених саме шиномонтажними роботами, становила 9 %, що є значним для АТП з інтенсивним використанням вантажного транспорту.

У рамках роботи виконано детальний аналіз конструкції сучасного шиномонтажного стенда Navigator 03-58 GIGA, описано його функціональні вузли, систему фіксації, принцип роботи та організацію керування. В результаті проведених досліджень запропоновано новий, удосконалений варіант конструкції, спрямований на підвищення безпеки оператора, зменшення трудомісткості та підвищення точності обслуговування коліс великогабаритних автомобілів. Удосконалення торкнулися механізму захоплення, затискного пристрою та організації керування. Розроблена модернізована конструкція відображена на графічних матеріалах роботи та має економічну доцільність завдяки зменшенню частки простоїв, прискоренню циклу обслуговування і збільшенню ресурсу відновлених шин.

У науково-дослідній частині роботи виконано аналіз технології виготовлення гвинтових гайок, що є критичним елементом різьбових з'єднань у транспортних засобах. Дослідження включало огляд процесів металорізання, формування різьби, термообробки та контролю точності. Розглянуто типові дефекти, їх причини та вплив на міцність і надійність деталей. Доведено, що дотримання режимів обробки, вибір оптимального інструменту та параметрів різьбонарізання дозволяють забезпечити високу геометричну точність та надійність гвинтових з'єднань.

Особливу цінність представляє механіко-математична модель гвинтових передач зі змінним кроком, розроблена у межах дослідження. Модель дозволяє оцінити вплив геометричних параметрів на навантажувальну здатність, контактні напруження та деформації. На основі отриманих результатів зроблено

висновок про можливість оптимізації профілю різьби для зменшення концентрації напружень і підвищення ресурсу деталей. Запропоновані аналітичні залежності та графічні матеріали можуть бути використані у подальших інженерних розробках.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. О.Л. Ляшук, М.Г. Левкович, Д.В. Міронов, В.О. Тесля. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи магістра за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» галузі знань 27 «Транспорт». – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2023. – 60 с.
2. Технічний контроль стану дорожніх машин / Малишев В., Кущевська Н., Петренко Т, Докуніхін В. - Університет "Україна", 2022. 252 с.
3. Підручник з будови автомобіля. Видання третє. Виправлене й доповнене – Моноліт 2021 – 288 с.
4. Біліченко В.В., Крещенецький В.Л., Романюк С.О., Смирнов Є.В. Виробничо-технічна база підприємства автомобільного транспорту: навч. посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 182 с.
5. Андрусенко С.І., Білецький В.О., Бортницький П.І. та ін. Технологічне проектування автотранспортних підприємств: навч. посібник. – К.: Каравела, 2009. – 368 с.
6. Шепеленко І.В. Проектування автотранспортних підприємств та станцій технічного обслуговування: навч. посібник. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2013. – 142 с.
7. Курніков І.П. та ін. Технологічне проектування підприємств автомобільного транспорту. – К.: Вища школа, 1993.
8. Коробочка О.М. Управління авторемонтним виробництвом: навч. посібник. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2013. – 142 с.
9. Коробочка О.М., Скорняков Е.С., Сасов О.О. Основи розрахунків, проектування і експлуатації технологічного обладнання для автомобільного транспорту. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2007. – 252 с.
10. Навчально-практичний посібник «Шиномонтаж». Технічне обслуговування коліс та шин, балансування, нормативно-законодавчі вимоги. – ХНАДУ, бл. 2020 р.
11. Нельга С.В. Дипломний проєкт на тему реконструкції шиномонтажної ділянки для ТО і ремонту коліс вантажних автомобілів (ПЗ, пояснювальна записка). – Дніпро, 2024.

12. Шапінський В. Безпечне виконання шиномонтажних робіт // Журнал з охорони праці, 2022. – Режим доступу: електронна публікація.
13. Коноваленко О.Д., Черниш А.А. Ідентифікація транспортних засобів: навчальний посібник. – Харків: Мадрид, 2020. – 259 с.
14. Кисликов В.Ф., В.В. Лущик Будова і експлуатація автомобілів. Підручник - Либідь м.Київ, 2018 – 400с.
15. Кузьмінський Р.Д., Шарибура А.О Технічний сервіс. Ремонт електрообладнання тракторів і автомобілів Львів 2017 – 376 с.
16. Сукач М.К. Технічний сервіс машин. Навч. пос.. Гриф МОНМСУ - Ліра-К, 2017 – 288 с.
17. Форнальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів - Львівська політехніка 2017, - 324 с.
18. Шапко В.Ф., Шапко С.В. Основи теорії та динаміки автомобільних двигунів : підручник. – Харків : Точка, 2016. – 232 с.
19. Коробочка О.М. Основи розрахунків, проектування і експлуатації технологічного обладнання для автомобільного транспорту: Навч. посібник / Коробочка О.М., Скорняков Е.С., Сасов О.О. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2007 – 252 с.
20. Кукурудзяк, Ю. Ю. Технічна експлуатація автомобілів. Організація технологічних процесів ТО і ПР навчальний посібник / Ю. Ю. Кукурудзяк, В. В. Біліченко. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 198 с.
21. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. – К.: Мінтранс України, 1998. – 16 с. – (Нормативний документ Мінтрансу України).
22. Андрусенко С. І. Технологічне проектування автотransпортних підприємств: навч. посіб. / Андрусенко С. І., Білецький В. О., Бортницький П. І.; за ред. проф. С. І. Андрусенка. – К. : Каравела, 2009. – 368 с.
23. Канарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Книга 1 :теоретичні основи. Технологія: підручник / В. Є. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигиринець – К. : "Вища школа", 1994. – 342 с.
24. Канарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Книга 2: організація, планування і управління : підручник / В. Є.

Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигиринець – К.: "Вища школа", 1994. – 383

с.

25. Курніков І. П. Технологічне проектування підприємств автомобільного транспорту : навчальний посібник / І. П. Курніков, М. К. Корольов, В. М. Токаренко. – К. : Вища школа, 1993. – 191 с.

26. Автомобілі. Теорія : навч. посіб. / В.П. Сахно, В.І. Сирота, В.М. Поляков, В. Г. Головань, О.В. Лисий; Військ. акад. - Одеса: Військ. акад., 2017. - 412 с.

27. Кисликов В.Ф., Лущик В.В. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. – 8-те вид. - К.: Либідь, 2018. – 400 с.

28. Кисликов В.Ф. Лущик В.В. Будова й експлуатація автомобілів. – К.: Либідь, 2016. – 400 с. 5. Ю.А.

29. О.П. Строков, М.Г. Макаренко, В.Ф.Фролов Технічне обслуговування та ремонт вантажних і легкових автомобілів, автобусів. Підручник: У 2 кн. К.: Грамота, 2005.

30. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник / За ред.. В.Ц. Жидецького. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с.

31. Стручок В.С. Техноекологія та цивільна безпека. Частина «Цивільна безпека»: навчальний посібник / В.С. Стручок.– Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. – 156 с.

32. Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів : навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилипець М. І., Ткаченко І. Г., Левкович М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль : ТДТУ, 2009. 108.

33. Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г., Капаціла Ю. Б., Гевко Ів. Б. Технологія оброблення корпусних деталей : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 156 с.