

Бакалаврська робота
БР. АТ – 54.00.00.000 ПЗ
Група АТ-22-2

Піщак Юрій Степанович
2026

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра «Автомобільного транспорту»

Піщак Юрій Степанович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК _____

(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Тема: Удосконалення організації технологічного процесу ремонту двигуна BMW N20 в умовах автосервісу ТОВ «АЛЬЯНС ПРЕМІУМ», м. Івано-Франківськ

(назва роботи)

Автомобільний транспорт

(назва освітньої програми)

274 “Автомобільний транспорт”

(шифр і назва спеціальності)

Піщак Юрій Степанович

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Захара Ігор Ярославович доц.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Допущено до захисту

В.о. завідувач кафедри

С.І.Криштопа

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Рецензент

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль

доц. С.І.Криштопа

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Івано-Франківськ

2026

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут інженерної механіки та робототехніки
Кафедра автомобільного транспорту
Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр
Спеціальність: „Автомобільний транспорт”

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завкафедрою АТ

С.І. Криштопа

„_____” _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ

Бакалавр

Піщак Юрій Степанович

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. **Тема** Удосконалення організації технологічного процесу ремонту двигуна BMW N20 в умовах автосервісу ТОВ «АЛЬЯНС ПРЕМІУМ», м. Івано-Франківськ, затверджена наказом по університету від _____ № _____
2. Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи) 20.06.2026 р.
3. Вихідні дані до проекту: Виконати розрахунок виробничої програми СТО ТОВ «АЛЬЯНС ПРЕМІУМ». Необхідні вихідні дані для розрахунку річної виробничої програми СТО взяти за даними підприємства.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)
Вступ
 1. Експлуатаційна частина
 2. Технологічний розділ
 3. Дослідницька частина
 4. Охорона праціВисновки
Перелік посилань на джерела
5. Перелік аркушів презентаційного графічного матеріалу:
 1. Тема, мета, та об'єкт дослідження -2 слайди
 2. Опис проблеми дослідження -3 слайди
 3. Технологічний план дільниці -1 слайд
 4. Науково-дослідницька частина -3 слайди
 5. Охорона праці -1 слайдВисновки

Керівник

_____ / Ігор ЗАХАРА /
Особистий підпис Розшифровка підпису

Завдання прийняв до виконання

_____ / Юрій ПІЩАК /
Особистий підпис Розшифровка підпису

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер і назва етапів проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту	Примітка
Вступ	16.04.2026 р.	
1. Експлуатаційна частина	24.04.2026 р.	
2. Технологічний розділ	10.05.2026 р.	
3. Дослідницька частина	20.05.2026 р.	
4. Охорона праці	04.06.2026 р.	
Графічна частина (презентація).	14.06.2026 р.	
Висновки. Список використаних джерел.	17.06.2026 р.	
Готовність проекту до попереднього захисту	20.06.2026 р.	

Бакалавр _____ / Юрій ПІЩАК /
Особистий підпис Розшифровка підпису

Керівник проекту _____ / Ігор ЗАХАРА /
Особистий підпис Розшифровка підпису

Анотація

У роботі здійснено комплексний аналіз організації технічного обслуговування та ремонту легкових автомобілів відповідно до вимог міжнародних стандартів серії ISO 9000, що визначають принципи ефективного управління технологічними процесами та взаємодії між виробничими підрозділами. Особливу увагу приділено функціонуванню моторної дільниці, яка виконує повний цикл робіт із відновлення працездатності двигунів внутрішнього згоряння — від діагностики та дефектування до складання й випробування агрегатів. У дослідженні розглянуто конструктивні та експлуатаційні характеристики двигуна BMW N20, визначено типові проблеми його роботи, зокрема нестабільність обертів, підвищену витрату палива, вібрації та відмови електронного блоку управління, а також запропоновано практичні шляхи їх усунення. Окремо проаналізовано технологічне обладнання та спеціалізовані стенди для ремонту двигунів, які забезпечують точність виконання операцій, підвищення продуктивності праці та безпечність робочого процесу. Розроблений стенд характеризується компактністю, надійністю та простотою використання, що досягається завдяки застосуванню черв'ячного редуктора із самогальмівними властивостями, стандартних кріпильних елементів та зварних швів, виконаних відповідно до чинних нормативів.

Ключові слова: технічне обслуговування, ремонт автомобілів, двигун внутрішнього згоряння, BMW N20, моторна дільниця, діагностика, технологічне обладнання, стенд.

Abstract

The paper provides a comprehensive analysis of the organization of technical maintenance and repair of passenger cars in accordance with the requirements of the international standards of the ISO 9000 series, which define the principles of effective management of technological processes and interaction between production units. Particular attention is paid to the functioning of the engine department, which performs a full cycle of work to restore the operability of internal combustion engines - from diagnostics and troubleshooting to assembly and testing of units. The study examines the design and operational characteristics of the BMW N20 engine, identifies typical problems of its operation, in particular, instability of revolutions, increased fuel consumption, vibrations and failures of the electronic control unit, and also suggests practical ways to eliminate them. Separately, technological equipment and specialized stands for engine repair are analyzed, which ensure the accuracy of operations, increased labor productivity and safety of the work process. The developed stand is characterized by compactness, reliability and ease of use, which is achieved through the use of a worm gear with self-braking properties, standard fasteners and welds made in accordance with current regulations.

Keywords: maintenance, car repair, internal combustion engine, BMW N20, engine room, diagnostics, technological equipment, stand.

ЗМІСТ

	с.
ВСТУП.....	7
1. ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА.....	9
1.1. Характеристика ТОВ «АЛЬЯНС ПРЕМІУМ».....	9
1.2. Характеристики двигун BMW N20B20.....	11
1.3. Несправності та недоліки двигуна BMW N20B20.....	13
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	15
2.1 Розрахунок виробничої програми по технічному обслуговуванню і поточного ремонту автотранспортних засобів на СТО.....	15
2.2 Визначення кількості постів ТО і ПР.....	18
2.3 Розрахунок виробничих і допоміжних приміщень СТО.....	20
3. ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА.....	23
3.1. Типовий проект ділянки.....	23
3.2. Аналіз прототипів стендів для ремонту двигунів.....	25
3.3. Розробка технічного завдання.....	28
4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	32
4.1. Аналіз потенційних небезпек та шкідливих факторів виробничого середовища.....	32
4.2. Безпека монтажу і експлуатації технологічного обладнання.....	34
4.3. Розрахунок штучної освітленості моторної ділянки.....	35
ВИСНОВКИ.....	41
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ НА ДЖЕРЕЛА.....	43

					БР.АТ-54.00.00.000 ПЗ			
Змін.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Піщак Ю.С.			Удосконалення організації технологічного процесу ремонту двигуна BMW N20 в умовах автосервісу ТОВ «АЛЬЯНС ПРЕМІУМ», м. Івано-Франківськ	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Захара І.Я.					6	60
Реценз.						ІФНТУНГ, АТ-22-2		
Н. контр.		Криштопа С.І.						
Затверд.		Криштопа С.І.						

Вступ

Одним з найважливіших завдань, станцій технічного обслуговування є якісне проведення робіт з технічного обслуговування і ремонту легкових автомобілів. Вирішення цієї проблеми має комплексний характер і вирішується шляхом удосконалення системи технічного обслуговування та ремонту, забезпечення якісними витратними матеріалами та запасними частинами, підвищенням рівня технічної оснащеності робочих постів, покращенням організації технології робіт з обслуговування та ремонту автомобілів. Відповідно до стандарту серії ISO 9000 для забезпечення ефективного керування технологічними процесами на станцій технічного обслуговування та кращої взаємодії між окремими процесами передбачають, що у кожного процесу повинен бути керівник – особа, яка відповідає за цей процес.

Міжнародні стандарти передбачають також комплексний підхід до функціонування і взаємодії процесів. Тому, основним завданням кваліфікаційної роботи є удосконалення організації робіт з технічного обслуговування та поточного ремонту автомобілів, яке передбачає технічне переозброєння виробничих підрозділів в умовах станції технічного обслуговування.

BMW N20 – це 2,0 л чотирициліндровий бензиновий двигун DOHC із турбонаддувом із змінним підйомом клапана та змінним газорозподілом, який замінив N53 (або BMW N52 на деяких ринках) і випускався BMW з 2011 по 2017 рік. Незважаючи на те, що N20 є чотирициліндровим двигуном, він вважається заміною атмосферному шестициліндровому N52/N53, оскільки він приводить в дію еквівалентні моделі, виробляючи таку ж потужність, як і N52/N53, із більшим крутним моментом на низьких обертах і кращою ефективністю. N20 має подвійний спіральний турбокомпресор, подвійний VANOS (змінні фази газорозподілу), Valvetronic (змінний підйом клапана), безпосереднє впорскування, автоматичний стоп-старт та електричний водяний насос. N20 продавався разом із чотирициліндровим двигуном BMW N13 з турбонаддувом меншого об'єму. У 2012 році N20 потрапив до 10 найкращих двигунів Wards.

					БР.АТ-54.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Метою дослідження є удосконалення організації робіт з технічного обслуговування та ремонту автомобілів шляхом впровадження сучасних технологічних рішень і підвищення рівня оснащеності виробничих підрозділів.

Об'єктом дослідження виступає моторна дільниця станції технічного обслуговування, яка виконує комплекс робіт із відновлення працездатності двигунів внутрішнього згоряння.

Завданням роботи є аналіз сучасних вимог до організації процесів ТО і ремонту, дослідження проблем експлуатації двигуна BMW N20, а також розробка та обґрунтування конструктивних рішень для стендів, що забезпечують ефективність ремонтних операцій.

					БР.АТ-54.00.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА

1.1. Характеристика ТОВ «АЛЬЯНС ПРЕМІУМ»

ТОВ «АЛЬЯНС ПРЕМІУМ» (м. Івано-Франківськ) є офіційним дилерським центром BMW та спеціалізованим підприємством у сфері автосервісу, що поєднує продаж автомобілів і комплекс послуг з їх технічного обслуговування та ремонту. Основний вид діяльності компанії охоплює реалізацію нових автомобілів марки BMW, гарантійне та післягарантійне обслуговування, а також широкий спектр сервісних послуг, що відповідають сучасним європейським стандартам.

Сегмент автомобільного ринку, у якому працює підприємство, характеризується швидкою динамікою зростання, високою рентабельністю інвестицій та відсутністю значних сезонних коливань попиту. На сучасному етапі розвитку спостерігається зміна структури споживчого попиту: покупці дедалі частіше орієнтуються на придбання нових автомобілів замість уживаних. Це зумовлює трансформацію підприємств, що обслуговують даний сектор, та стимулює створення потужних сервісних станцій з повним комплексом послуг.

Основним напрямом розвитку ТОВ «АЛЬЯНС ПРЕМІУМ» є формування сучасної станції технічного обслуговування, яка забезпечує:

- високий рівень професійної підготовки персоналу;
- комплексне післягарантійне обслуговування;
- застосування європейських методів організації виробничих процесів;
- сучасну культуру роботи з клієнтами.

Сучасний споживач не задовольняється послугами дрібних майстерень чи приватних ремонтників, які працюють у непристосованих приміщеннях без належної гарантії та відповідного обладнання. Клієнт готовий інвестувати більше, аби отримати комплексний сервіс, що включає:

- професійну діагностику;
- кваліфіковані консультації;
- детальний кошторис робіт;
- рекомендації щодо підтримання автомобіля у безаварійному стані.

					БР.АТ-54.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ТОВ «АЛЬЯНС ПРЕМІУМ» функціонує на ринку автомобільних послуг з 2018 року та є єдиним офіційним представником BMW в Івано-Франківській області. Для клієнтів компанія пропонує:

- широкий модельний ряд автомобілів BMW;
- гнучку систему знижок і дисконтні картки;
- онлайн-консультації та тест-драйви;
- можливість придбання автомобілів у кредит чи лізинг за програмою BMW Finance;
- гарантійне та післягарантійне обслуговування;
- послуги зі страхування та реєстрації автомобілів у ТСЦ МВС України.

З метою розширення спектра послуг підприємство відкрило сучасний малярний цех, що виконує кузовні та фарбувальні роботи будь-якої складності:

- капітальний ремонт та фарбування пластикових деталей;
- пайку пластмас;
- відновлення кузова після пошкоджень;
- заміну приварних елементів;
- діагностику лакофарбового покриття;
- зварювання алюмінію та нержавіючої сталі;
- професійну підготовку до фарбування;
- полірування та підготовку автомобіля до продажу.

Дилерський центр щорічно оновлює модельний ряд, зберігаючи незмінну якість послуг та конкурентні ціни. Враховуючи досвід попередньої діяльності, на СТО створено оптимальні умови для роботи персоналу: сучасне обладнання, якісні інструменти, раціональне розміщення постів, естетичність робочих місць, кімната відпочинку для працівників, доступ до мережі Інтернет. Усе це спрямоване на забезпечення максимально ефективної організації праці та високого рівня обслуговування клієнтів.

ТОВ «АЛЬЯНС ПРЕМІУМ» є прикладом сучасного підприємства автомобільного сервісу, що поєднує функції офіційного дилера та багатопрофільної станції технічного обслуговування. Завдяки комплексному

					БР.АТ-54.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підходу до роботи з клієнтами, високій кваліфікації персоналу та постійному вдосконаленню виробничих процесів компанія забезпечує стабільний розвиток, утримує конкурентні позиції на ринку та формує позитивний імідж офіційного представника BMW в регіоні.

1.2. Характеристики двигун BMW N20B20

Двигун **BMW N20B20** — це 2,0-літровий бензиновий турбований рядний чотирициліндровий мотор (R4), який серійно випускався з 2011 року. Його створення було спрямоване на поєднання високої продуктивності та економічності, що дозволило замінити атмосферні шестициліндрові агрегати серії N53 (N53B25 та N53B30). Потужність двигуна залежно від модифікації становила від 156 до 245 к.с., а крутний момент — від 240 до 350 Нм.

Блок циліндрів: алюмінієвий сплав із двома балансирними валами; циліндри зі сталевим напиленням.

Колінчастий вал: кований, із чотирма противагами та зміщенням; шатуни довжиною 144,35 мм, аналогічні до тих, що застосовувалися на двигуні N55.

Поршні: FM із негативним зміщенням поршневого пальця.

Головка блоку циліндрів: конструкція подібна до N55, оснащена системою Valvetronic III (зміна висоти підйому клапанів) та Double-VANOS (зміна фаз газорозподілу на впускному й випускному валах).

Система упорскування: безпосереднє, типу TVDI.

Турбокомпресор: твін-скрольний Mitsubishi TD04LR6-04HR.15TK31-60T із тиском наддуву до 1,2 бар.

Випускний колектор: за конструкцією нагадує аналогічний вузол двигуна N55.

Електроніка: система керування Bosch MEVD17.2.4.

					БР.АТ-54.00.00.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1. Модифікації двигуна BMW N20B20

Модифікація	Індекс моделі	Ступінь стиснення	Тиск наддуву	Потужність (к.с.)	Крутний момент (Нм)	Діапазон об/хв для моменту
N20B20O0 (2011–н.в.)	28i	10	1,15 бар	245 при 5000 об/хв	350	1250–4800
N20B20O0 (2013–н.в.)	25i	10	1,15 бар	238 при 5000 об/хв	350	1250–4800
N20B20M0 (2012–н.в.)	25i	10	—	218 при 5000 об/хв	310	1350–4800
N20B20U0 (2011–н.в.)	20i	11	0,55 бар	184 при 5000 об/хв	270	1250–4500
N20B20U0 (2013–н.в.)	18i	10	—	156 при 5000 об/хв	240	1250–4400

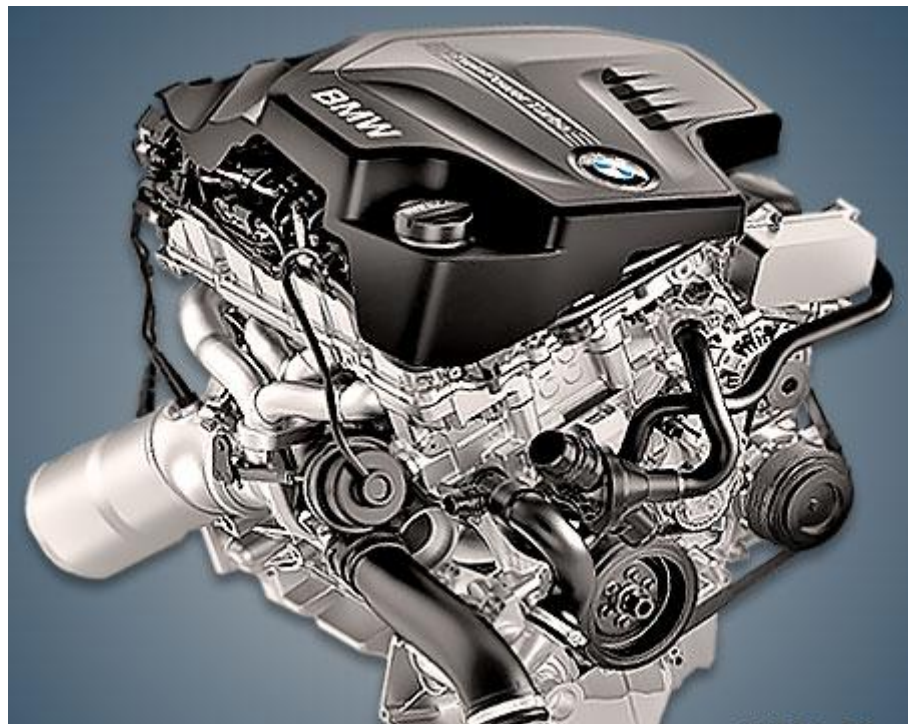


Рисунок 1.1. Зовнішній вигляд двигун N20B20

Двигун N20B20 став важливим етапом у розвитку бензинових моторів BMW, оскільки поєднав компактність, турбонаддув та сучасні системи керування. Він забезпечував баланс між динамікою та економічністю, що відповідало тенденціям ринку початку 2010-х років. Водночас його конструкція мала певні вразливості, зокрема чутливість до якості палива та мастильних матеріалів, що вимагало ретельного технічного обслуговування.

					БР.АТ-54.00.00.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згодом виробництво N20 було припинено, а на його місце прийшов більш сучасний двигун **BMW B48**, який відзначається підвищеною ефективністю, покращеною надійністю та відповідністю новим екологічним стандартам.

1.3 Несправності та недоліки двигуна BMW N20B20

Проблеми двигуна N20 аналогічні до проблем молодшого 1,6-літрового N13 у сімействі. Основні причини, через які власники змушені звертатися до сервісу, такі: плавають оберти Проблема "троїння" двигуна на холостому ходу часто пояснюється тим, що клапан регулятора холостого ходу забруднився, або варто перевірити стан дросельної заслінки. Якщо вона покривається нагаром, і її заклинює, власник стикається з тим, що після запуску двигуна плавають оберти. зросла паливна витрата Якщо двигун став непомірно споживати бензин, ймовірно датчик масового витрати повітря (ДМРВ) вийшов з ладу. Несправний датчик обманює ЕБУ, і той змушує систему подачі палива готувати надмірно збагачену суміш. Рішення – заміна несправної витратоміра повітря. двигун вібрує Причина, через яку власник відчуває вібрацію мотора, що передається на кузов – забруднені паливні форсунки. У міру того, як вони забруднюються, в двигун надходить збіднена паливна суміш, двигун втрачає в потужності, відчуваються провали при розгоні. Для профілактики необхідно чистити інжекторні форсунки на стенді кожні 100 тис. км пробігу та замінювати несправні елементи на нові. При тривалих екстремальних навантаженнях на мотор блок, що управляє, легко виходить з ладу. Тому не можна допускати тривалого буксування та перегрівати мотор. Разом з тим BMW N20 досить надійна бензинова «четвірка», з непоганим ресурсом та відмінними характеристиками продуктивності. Від власника потрібно не економити на розхідниках, скоротити рекомендований виробником інтервал обслуговування та довіряти ремонт агрегату лише висококваліфікованим майстрам – цього вимагають складні системи даного двигуна.

					БР.АТ-54.00.00.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.2. Основні несправності та недоліки двигуна BMW N20B20, їхні причини та можливі рішення:

Несправність / недолік	Причина виникнення	Рішення / профілактика
Плавають оберти	Забруднення клапана регулятора холостого ходу або дросельної заслінки (нагар, заклинювання)	Очищення або перевірка стану дросельної заслінки, очищення клапана регулятора холостого ходу
Зросла паливна витрата	Вихід з ладу датчика масової витрати повітря (ДМРВ), що призводить до формування надмірно збагаченої суміші	Заміна несправного датчика витрати повітря
Двигун вібрує	Забруднені паливні форсунки, що спричиняють подачу збідненої паливної суміші	Регулярне очищення інжекторних форсунок на стенді (кожні 100 тис. км), заміна несправних елементів
Відмова ЕБУ	Тривалі екстремальні навантаження, перегрівання двигуна, буксування	Уникати перегріву та тривалих навантажень, своєчасне технічне обслуговування
Загальна оцінка	Незважаючи на наявні проблеми, двигун має добрий ресурс та високі характеристики продуктивності	Використання якісних витратних матеріалів, скорочення інтервалів обслуговування, ремонт лише у кваліфікованих майстрів

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розрахунок виробничої програми по технічному обслуговуванню і поточного ремонту автотранспортних засобів на СТО

2.1.1 Вихідні дані для розрахунку:

Модель автотранспортних засобів: BMW 320i

Кількість автотранспортних засобів, що обслуговуються СТО в рік: $N = 1027$ автомобілів.

Тип СТО: універсальна.

Середньорічний пробіг автомобілів: $L_p = 18000$ км .

Кількість заїздів автомобіля на СТО в рік: $d = 3$ заїзди [3].

Режим роботи СТО: 305 днів в рік, працює в 1 зміну.

Решта даних будуть прийняті в процесі розрахунку.

2.1.2 Розрахунок річного об'єму робіт на СТО.

Розрахунок річного об'єму робіт на СТО для BMW 320i проводжу за формулою:

$$T_p = N_{\text{ТОіПР}} \cdot L_p \cdot t / 1000. \quad (2.1)$$

де t - питома трудомісткість робіт по ТО і ПР, люд-год/1000 км, $t = 1,8$ люд-год/1000 км [3];

$N_{\text{ТОіПР}}$ - кількість заїздів для ТО і ПР, $N_{\text{ТОіПР}} = 853$ авт.

$$T_{\text{ТОПР1}} = 1027 \cdot 18000 \cdot 1,8 / 1000 = 33274,8 \text{ люд-год.}$$

Загальний об'єму робіт на СТО:

$$T_{\text{ТОПР}} = T_{\text{ТОПР1}} + T_{\text{рТОПР2}} = 33274,8 + 30963,9 = 64238 \text{ люд. год.}$$

Розрахунок річного об'єму прибирально-мийних робіт на СТО проводжу за формулою:

$$T_{\text{ПМ}} = \left(\sum L_p \times k \times t_{\text{ПМ}} \right) / 1000. \quad (2.2)$$

$$T_{\text{п.м.1}} = (1027 \cdot 18000 \cdot 0,8 \cdot 0,5) / 1000 = 7394,4 \text{ люд-год.}$$

де k – кількість заїздів для миття на 1000 км; приймається $k = 0,8 \dots 1$;

$t_{\text{ПМ}}$ - трудомісткість прибирально-мийних робіт.

					БР.АТ-54.00.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальний об'єму прибирально-мийних робіт на СТО:

$$T_{\text{п.м.}} = T_{\text{п.м.1}} + T_{\text{п.м.2}} = 7394,4 + 5630 = 13024,4 \text{ люд. год.}$$

Трудовістіксть робіт по передпродажній підготовці BMW 320i:

$$T_{\text{III}} = A_{\text{II}} \times t_{\text{III}}, \quad (2.3)$$

де A_{II} - кількість автомобілів, що продаються $A_{\text{II}} = 187$;

t_{III} - трудовістіксть передпродажної підготовки. Приймається $t_{\text{III}} = 3,5 \dots 4,5$ люд-год.

$$T_{\text{III}} = 187 \cdot 3 = 561 \text{ люд-год.}$$

Сумарна трудовістіксть робіт по передпродажній підготовці:

$$T_{\text{III}} = 561 + 518 = 1079 \text{ люд. год.}$$

Річна трудовістіксть робіт з гарантійного обслуговування автомобілів T_{20} визначають за формулою:

$$T_{20} = A_{20} \times L_{20} \times t_{20} / L^P_{20}, \text{ люд-год,} \quad (2.4)$$

де A_{20} - кількість автомобілів, що перебувають на гарантійному обслуговуванні (приймають за даними СТО) $A_{20} = 561$ авт.;

L_{20} - гарантійний пробіг, встановлений заводом-виготовлювачем для даної марки, $L_{20} = 100\,000$ км;

L^P_{20} - річний пробіг автомобіля (приймають за даними СТО автомобілів або заводу-виготовлювача) $L^P_{20} = 18000$ км;

t_{20} - трудовістіксть одного ПТО (періодичного обслуговування) $t_{20} = 2,9$ люд. год.

$$T_{201} = 561 \cdot 100000 \cdot 2,9 / 18000 = 9038,3 \text{ люд-год.}$$

Сумарний обсяг гарантійного ТО і ремонту T_{20+P} буде дорівнювати:

$$T_{20} = T_{201} + T_{202} = 9038 + 7803 = 16842, \text{ люд. год.}$$

Загальний обсяг робіт T_3 по СТО для BMW 320i буде складатися з суми робіт по основній діяльності $T_{\text{ТО,пр}}$, обсягу передпродажної підготовки T_{III} , обсягу

					БР.АТ-54.00.00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

прибирально-мийних робіт $T_{\text{ПМ}}$, обсягу ТО і ремонту автомобілів, які перебувають на гарантії T_{20+P} :

$$T_{31} = T_{\text{ТО, ПР1}} + T_{\text{ПП1}} + T_{\text{ПМ1}} + T_{201} \text{ люд-год.} \quad (2.5)$$

$$T_{31} = 33274,8 + 561 + 7394,4 + 9038,3 = 50268,5 \text{ люд. год.}$$

Загальний обсяг робіт T_3 по СТО:

$$T_3 = T_{31} + T_{32} = 50268 + 44915 = 95184, \text{ люд. год.}$$

2.1.3 Кількість явочних робітників розраховують за формулою:

$$P_{\text{Я}} = T / \Phi_{\text{Я}}, \text{ чол.} \quad (2.6)$$

де $\Phi_{\text{Я}}$ – річний фонд робочого часу явочного ремробітника, $\Phi_{\text{Я}} = 2070$ год.

2.1.4 Кількість штатних робітників розраховують за формулою:

$$P_{\text{Ш}} = P_{\text{Я}} / \varepsilon, \text{ чол.;} \quad (2.7)$$

де ε – коефіцієнт штатності, $\varepsilon = 0,9$. [3]

Розподіл трудомісткості робіт і кількості виробничих робітників зведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 Розподіл трудомісткості робіт і визначення кількості виробничих робітників на СТО

Назва робіт	П, %	Т, люд.год	Ф _я , год.	Р _я , чол.			ε	Р _ш , чол.		
				ДП1	ДП2	Раз.		ДП1	ДП2	Раз.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Діагностичні	4	1714,965	2070	0,8	0,8	1,6	0,9	0,9	0,8	1,8
ТО в повному обсязі	10	4287,413	2070	2,1	1,9	4,0	0,9	2,3	2,1	4,4
Масильні	2	857,4827	2070	0,4	0,4	0,8	0,9	0,5	0,4	0,9
Регулювальні та встановлення кутів коліс	4	1714,965	2070	0,8	0,8	1,6	0,9	0,9	0,8	1,8
Регулювальні та встановлення гальм	3	1286,224	2070	0,6	0,6	1,2	0,9	0,7	0,6	1,3
ТО і ПР системи живлення і електротехнічні роботи	4	1714,965	2070	0,8	0,8	1,6	0,9	0,9	0,8	1,8

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Шинномонтажні і вулканізаційні роботи	1	428,7413	2070	0,2	0,2	0,4	0,9	0,2	0,2	0,4
ПР вузлів і агрегатів	12	5144,896	2070	2,5	2,3	4,8	-	2,8	2,5	5,3
Кузовні (бляхарні, зварні, мідницькі)	30	12862,24	2070	6,2	5,7	11,9	0,9	6,9	6,3	13,2
Малярні	25	10718,53	2070	5,2	4,7	9,9	0,9	5,8	5,3	11,0
Оббивні і арматурні	5	2143,707	2070	1,0	0,9	2,0	0,9	1,2	1,1	2,2
Разом	100	42874,1	-	21	19	40	-	23	21	44
ЩО:							0,9			
Прибиральні	30	2218,32	2070	1,1	0,8	1,9		1,2	0,9	2,1
Мийні	55	4066,92	2070	2,0	1,5	3,5	0,9	2,2	1,7	3,8
Обтирочні	15	1109,16	2070	0,5	0,4	0,9	0,9	0,6	0,5	1,0
Всього:	100	7394,4	-	4	3	6	-	4	3	7
Разом по СТО:	-	-	-	-	-	46	-	-	-	51

2.1.5 Визначення кількості службовців.

Загальне значення службовців підприємства зведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 Загальна чисельність службовців.

Назва службовців	Кількість службовців, РС, чол.
1	2
Загальне керівництво	2
Техніко-економічне планування	1
Організація праці і зарплата	1
Бухгалтерський облік, фінансова діяльність	2
Матеріально-технічне постачання	2
Виробничо-технічна служба	2
МОП	2
Пожежно-сторожова охорона	2
Кадри	1
Спеціаліст з маркетингу (для станцій, які здійснюють продаж автомобілів)	2
Спеціалісти з менеджменту	1
Всього	18

Загальна кількість штатних працівників СТО:

$$P_{\text{Ш}} = P_{\text{Шпр}} + P_{\text{С}} = 51 + 18 = 69 \text{чол.}$$

2.2 Визначення кількості постів ТО і ПР

2.2.1. Визначаю кількість постів ТО і ПР:

$$X_{\text{ТОПР}} = T_{\text{ТОіПР}} \cdot K_{\text{П}} / (\Phi \cdot P_{\text{ср}} \cdot \eta), \quad (2.8)$$

де $T_{\text{П}}$ – трудомісткість постових робіт на СТО, люд.-год.;

					БР.АТ-54.00.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

K_{Π} - коефіцієнт, який враховує долю постових робіт, $K_{\Pi}=0,8$;

$P_{\text{ср.}}$ – середня кількість робітників на одному пості, чол. $P_{\text{ср.}}=3$;

η – коефіцієнт використання робочого часу, $\eta=0,93$.

$X_{\text{ТоіПР1}}=33274,8 \cdot 0,8 / (2070 \cdot 3 \cdot 0,93)=5$ пости.

$X_{\text{ТоіПР}}=X_{\text{ТоіПР1}}+X_{\text{ТоіПР2}}=5+4=9$ постів.

2.2.2 Визначаю кількість постів прибирально-мийних робіт:

$X_{\text{ПМ1}}=N_{\text{д}} \cdot \varphi / (D_{\text{пр}} \cdot \Pi_{\text{у}} \cdot \eta)=36 \cdot 1,1 / (8 \cdot 5 \cdot 0,93)=1,1$ постів. (2.9)

$X_{\text{ПМ}}=X_{\text{ПМ1}}+X_{\text{ПМ2}}=1,1+0,8 \approx 2$ пост.

де $N_{\text{д}}$ – добова кількість заїздів автомобілів для виконання прибирально-мийних робіт, $N_{\text{д}}=36$ авт.

$\varphi_{\text{ЩО}}$ – коефіцієнт нерівномірності поступлення автомобілів на мийку;

η – коефіцієнт використання робочого часу, $\eta=0,93$.

2.2.3 Визначаю кількість постів прийому автомобілів:

$X_{\Pi}=N_{\text{СТО}} \cdot d \cdot \varphi / (D_{\text{р}} \cdot T_{\Pi} \cdot A_{\Pi})$, (2.10)

де T_{Π} – кількість годин роботи поста на добу;

A_{Π} – пропускна здатність поста прийому автомобілів, авт./год.

$X_{\Pi1}=1027 \cdot 3 \cdot 1,1 / (305 \cdot 8 \cdot 3)=0,5$ пости.

$X_{\Pi}=X_{\Pi1}+X_{\Pi2}=0,5+0,4=1$ пост.

2.2.4 Визначаю кількість автомобілемісце зберігання готових автомобілів:

$X_{\Gamma}=N_{\text{д}} \cdot T_{\Pi} / T_{\text{В}}$, (2.11)

де $T_{\text{В}}$ – кількість годин роботи ділянки видачі автомобілів на добу, год.

$X_{\Gamma1}=3 \cdot 8 / 10=3$ автом. місць.

$X_{\Gamma}=X_{\Gamma1}+X_{\Gamma2}=3+3=6$ автом. місць.

Кількість постів для передпродажної підготовки визначають на основі трудомісткості передпродажної підготовки $T_{\text{ПП}}$ за формулою:

$X_{\text{ПП1}}=T_{\text{ПП}} / D_{\text{р}} \times n \times t \times \varphi \times P = 561 / (305 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 0,8 \cdot 1) = 0,2$ пости.

$X_{\text{ПП}}=X_{\text{ПП1}}+X_{\text{ПП2}}=0,2+0,2=0,4$, приймаю 1 пост.

Визначаю кількість постів гарантійного обслуговування:

$X_{\text{ГО}}=T_{\text{ГО}} \cdot K_{\Pi} / (\Phi \cdot P_{\text{ср.}} \cdot \eta)$,

де $T_{\text{ГО}}$ – трудомісткість гарантійного обслуговування на СТО, люд.-год.;

					БР.АТ-54.00.00.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_{\text{п}}$ - коефіцієнт, який враховує долю постових робіт, $K_{\text{п}}=0,8$;

$P_{\text{ср.}}$ – середня кількість робітників на одному пості, чол. $P_{\text{ср.}}=2$;

η – коефіцієнт використання робочого часу, $\eta=0,93$.

$X_{\text{ГО1}}=561 \cdot 0,8 / (2070 \cdot 2 \cdot 0,93)=0,1$ пост.

$X_{\text{ГО}}=X_{\text{ГО1}}+X_{\text{ГО2}}=0,1+0,1=0,2$ приймаю 1 пост.

2.3 Розрахунок виробничих і допоміжних приміщень СТО

2.3.1 Площа зон ЩО, ТО, ПР.

Площі зон розраховують за формулою:

$$F_3 = Z \cdot f \cdot K, \text{ м}^2, \quad (2.12)$$

де Z - кількість постів зон ЩО,Д, ТО, ПР,

f – площа, яку займає в плані АТЗ, $f=7,74 \text{ м}^2$, [4]

K - коефіцієнт щільності розміщення АТЗ, для постів Д, ТО, ПР, $K=5$. [1]

Таблиця 2.3 Площа зон

Назва постів	Кількість постів, Z	Площа постів, F_3 , м^2
Зона ТО і ПР	9	344,4
Зона прибирально-мийних робіт	2	73,2
Зона приймання видачі автомоб.	1	32,8
Зона передпродажної підготовки	1	38,7
Зона гарантійного обслуговування	1	38,7
Всього	14	527,8

2.3.2 Площі діляниць.

Площі виробничих діляниць визначаємо по кількості працюючих.

Площі діляниць вибираємо в залежності від кількості працюючих в максимально завантажену зміну. [3]

Розрахунок площ діляниць зведені в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 Площі виробничих діляниць.

Назва діляниць	Кількість працюючих	Площа діляниць, $F_{\text{д}}$, м^2
Агрегатна	3	54
Моторна	1	36
Шиномонтажна	2	36

					БР.АТ-54.00.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Малярна	3	54
Електротехнічна	1	14
Кузовна	6	54
Ремонт приладів сист. живлення	1	18
Всього		212

2.3.3 Площа зон відкритого зберігання.

Площі зон розраховують за формулою:

$$F_{В.З} = Z_{В.З} \cdot f \cdot K_{В}, \text{ м}^2 \quad (2.13)$$

де $Z_{В.З}$ – кількість місць для відкритого зберігання, $Z_{В.З}=28$

f – площа, яку займає в плані АТЗ, $f=7,4 \text{ м}^2$.

$K_{В}$ - коефіцієнт щільності розміщення АТЗ при відкритому зберіганні,
 $K_{В}=3,5$.

$$F_{В.З}=28 \cdot 7,4 \cdot 3,5=1734 \text{ м}^2.$$

2.3.4 Площа складських приміщень.

Площа складських приміщень розраховують для СТО приймаються з розрахунку на кожні 1000обслугованих автомобілів [3].

Площі складських приміщень наведені в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 - Площа складських приміщень.

Назва приміщень	Площа приміщень, м^2
Запасні частини	22
Агрегати і вузли	26
Матеріали	12
Лакофарбові	4
Масильні матеріали	6
Склад кисню і ацетилену	8
Всього	78

Площа виробничого корпусу:

$$F_{ВК} = F_{зон.} + F_{СКЛ} + F_{Д}=528+78+212=818 \text{ м}^2.$$

$$F_{АД}=245 \text{ м}^2.$$

2.3.5 Площа пункту прийому автомобілів: $F_{ПП}=18 \text{ м}^2$.

2.3.6 Площа забудови.

$$F_{ЗАБ}=F_{ВК} + F_{ПП} + F_{АД}=818+18+245=1081 \text{ м}^2.$$

					БР.АТ-54.00.00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3.7 Площа території СТО.

$$F_{\text{ТЕР}} = (F_{\text{ЗАБ}} + F_{\text{В.З}}) / K_{\text{ЩЗ}}, \text{ м}^2;$$

де $K_{\text{ЩЗ}}$ – коефіцієнт щільності забудови, $K_{\text{ЩЗ}}=0,8$.

$$F_{\text{ТЕР}} = (1081 + 1734) / 0,45 = 6255 \text{ м}^2 = 0,63 \text{ га.}$$

Для побудови генерального плану, виробничого корпусу, зон та ділянок приймаємо площі приміщень, що вже збудовані на СТО ТОВ «АЛЬЯНС ПРЕМІУМ» з корегуванням по реальній потребі і з врахуванням технологічного розрахунку.

					БР.АТ-54.00.00.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА

3.1. Типовий проект дільниці

Дільниця з ремонту двигунів виконує комплекс робіт, спрямованих на підтримання та відновлення працездатності двигунів внутрішнього згоряння. Її основне призначення полягає у проведенні технічного обслуговування, поточного та капітального ремонту, що забезпечує відновлення ресурсу, потужності та експлуатаційних характеристик двигуна. У межах діяльності дільниці здійснюється повний цикл операцій: від діагностики та дефектування до складання й випробування агрегатів.

Завдання дільниці включають ретельну діагностику та дефектування, які дозволяють визначити причини несправностей, зокрема зниження потужності, надмірну витрату оливи чи появу сторонніх шумів. Після цього проводиться розбирання двигуна на окремі вузли та деталі з подальшим очищенням від нагару та мастильних залишків. Наступним етапом є ремонт вузлів, що охоплює відновлення головки блока циліндрів, шліфування колінчастого вала, заміну поршнів, шатунів та елементів газорозподільного механізму. У випадку капітального ремонту здійснюється комплексне відновлення двигуна, яке передбачає розточування циліндрів, заміну поршневої групи та ремонт посадкових місць. Завершальним етапом є складання двигуна з регулюванням клапанних зазорів, моментів запалювання чи упорскування, після чого проводиться обкатка та випробування на стенді або в реальних умовах для забезпечення надійної роботи та припрацювання деталей.

До обов'язків слюсарів-авторемонтників належить виконання ремонтних і регулювальних робіт агрегатів та двигунів шляхом заміни зношених деталей. Роботи здійснюються кваліфікованими працівниками 4-го та 5-го розрядів, що гарантує належний рівень професійності та відповідність технологічним вимогам. Використання обладнання організовується відповідно до технічної необхідності та визначається табелем оснащення, що дозволяє забезпечити ефективність виробничого процесу навіть за умов неповного навантаження.

					БР.АТ-54.00.00.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, дільниця з ремонту двигунів є комплексним виробничим підрозділом, який забезпечує повний цикл робіт від діагностики до випробування, спрямованих на відновлення працездатності та довговічності двигунів внутрішнього згоряння.

Технологічне обладнання дільниці охоплює стаціонарні та переносні верстати, а також спеціалізовані прилади, призначені для виконання операцій технічного обслуговування та поточного ремонту рухомого складу. До цієї категорії належать агрегати для механічної обробки деталей, діагностичні стенди, вимірювальні прилади, а також обладнання для регулювання та випробування вузлів автомобіля. Їхнє застосування забезпечує високу точність технологічних операцій, підвищує продуктивність праці та мінімізує ймовірність виникнення помилок під час ремонту. Таким чином, технологічне обладнання виступає ключовим елементом у забезпеченні якості та надійності відновлених агрегатів.

Організаційне оснащення включає меблі та допоміжні конструкції, що створюють умови для раціональної організації робочого простору. До нього належать шафи для зберігання інструментів і технічної документації, столи для виконання допоміжних робіт, стелажі для агрегатів і вузлів, підставки під обладнання та різноманітні ящики для деталей. Це оснащення займає певну площу виробничого відділення, проте забезпечує впорядкованість, зручність доступу до матеріалів та безпечність виконання робіт. Раціональне розміщення організаційного оснащення сприяє оптимізації виробничого процесу та зменшенню втрат часу на пошук необхідних інструментів чи деталей.

Технологічне оснащення охоплює пристрої та інструменти, які безпосередньо застосовуються у процесі виконання технологічних операцій. Це можуть бути ручні та електрифіковані інструменти, спеціальні пристрої для демонтажу та монтажу агрегатів, а також допоміжні механізми, що забезпечують точність і швидкість виконання робіт. Їхнє використання спрямоване на підвищення рівня механізації та автоматизації виробничих процесів, що відповідає сучасним тенденціям розвитку авторемонтної галузі та дозволяє зменшити фізичне навантаження на працівників.

					БР.АТ-54.00.00.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість основного обладнання визначається ступенем його використання у виробничому процесі. Якщо обладнання працює з повним завантаженням протягом усієї зміни, кількість одиниць розраховується за трудомісткістю робіт, виконуваних на ньому, за формулою:

$$Q_{об} = T_{об} \cdot F_{об}$$

де $T_{об}$ – річна трудомісткість робіт, виконуваних на даному обладнанні (люд.-год.),

$F_{об}$ – ефективний фонд часу роботи одиниці обладнання (год.).

У випадку періодичного використання кількість визначається виходячи з потреби виконання всіх операцій технологічного процесу підрозділу, з урахуванням необхідності максимальної механізації та автоматизації робіт, а також застосування сучасних досягнень у сфері авторемонтного та діагностичного обладнання.

Підбір обладнання здійснюється відповідно до схеми технологічного процесу та вимог виробництва. Тип і марка обираються з урахуванням функціональних характеристик та відповідності сучасним стандартам, що дозволяє забезпечити ефективність роботи виробничого відділення, оптимальне використання площі та високий рівень організації праці.

Приміщення дільниць мають прямокутну форму. Зокрема, моторна дільниця має розміри 9,1 × 8,2 м. Двері виконані двостулковими, шириною 1,9 м та висотою 2,4 м, що забезпечує можливість переміщення великогабаритного обладнання. Підлога виготовлена з керамічних плит на бетонній основі, що гарантує міцність та довговічність покриття. Висота приміщення становить 5 м, а відстані між обладнанням та елементами будівлі відповідають чинним нормам, забезпечуючи безпечність і зручність виконання робіт.

3.2. Аналіз прототипів стендів для ремонту двигунів

Доцільно розглянути кілька варіантів конструкції стенду, що дозволять створити обладнання з характеристиками, більш відповідними до виробничих умов ТОВ «АЛЬЯНС ПРЕМІУМ». Такий підхід забезпечить можливість вибору

					БР.АТ-54.00.00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

оптимального рішення, яке враховуватиме специфіку експлуатації, вимоги до вантажопідйомності, ергономіки та безпечності роботи, а також відповідність сучасним стандартам авторемонтної галузі.

Стенд Р776Е вирізняється універсальністю застосування, адже придатний для роботи з V-подібними двигунами, коробками передач, задніми мостами та іншими агрегатами масою до 2000 кг. Його перевагами є висока вантажопідйомність, можливість повороту на 360° та надійність конструкції завдяки ручному приводу через черв'ячний редуктор. Водночас недоліками залишаються відсутність регулювання висоти, значні габарити та зниження продуктивності при інтенсивному використанні.



Рисунок 3.1. Стенд Р776Е

Стенд Р1250 є компактнішим і зручнішим у роботі, розрахованим на двигуни вагою до 1250 кг. Він також забезпечує поворот на 360° та безпечність завдяки черв'ячному редуктору. Однак його вантажопідйомність обмежена, робота з двигуном у підвішеному стані менш комфортна, а додаткові функції, такі як регулювання висоти, відсутні.

					БР.АТ-54.00.00.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.2. Стенд P1250

Стенд WW-HV-1500 має вантажопідйомність до 1,5 тонни, що відповідає більшості двигунів вантажних автомобілів. Його перевагами є можливість повороту на 360°, регулювання висоти до 250 мм та наявність автостопу для безпечного позиціонування. Крім того, використання адаптерів дозволяє працювати з різними типами двигунів. Недоліками є потреба у додаткових витратах на адаптери, нижча вантажопідйомність порівняно зі стендом P776E та складніша конструкція, яка вимагає більшого догляду.



Рисунок 3.3. Стенд WW-HV-1500

Таким чином, проведений аналіз свідчить, що кожен із розглянутих стендів має власні переваги та обмеження, які визначають сферу його оптимального застосування. Стенд P776E доцільно використовувати для ремонту важких

					БР.АТ-54.00.00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

агрегатів завдяки високій вантажопідйомності та універсальності конструкції. Стенд Р1250 більш придатний для виконання робіт із компактними двигунами, забезпечуючи зручність та простоту експлуатації. Стенд WW-HV-1500 вирізняється підвищеною ергономічністю та безпечністю завдяки наявності регулювання висоти та системи автостопу, що робить його ефективним рішенням для сучасних умов технічного обслуговування.

3.3. Розробка технічного завдання

У процесі експлуатації автомобіля вузли та агрегати двигуна зазнають значного впливу зовнішніх факторів, що призводить до інтенсивного спрацювання деталей і погіршення технічних характеристик. Для забезпечення якісного ремонту та підвищення ефективності роботи моторної дільниці запропоновано використання спеціалізованого стенду для ремонту двигунів вантажних автомобілів.

Стенд розроблений як надійна, компактна та проста у користуванні конструкція. При проектуванні застосовано черв'ячний редуктор, що має самогальмівні властивості, завдяки чому відпадає потреба у додаткових блокуючих механізмах. Корпус підшипників виготовлений під стандартний підшипник 7203А, кріплення вузлів здійснюється за допомогою стандартних болтів, гайок і шайб. Зварні шви виконані відповідно до вимог ДСТУ EN ISO 9692-1:2014, що гарантує міцність та довговічність конструкції.

Стенд складається з обертової частини, корпусів підшипників, ручки, опор та редуктора. Привід пристрою ручний, що дозволяє зменшити габарити та вартість конструкції. Двигун вантажного автомобіля встановлюється на стенд за допомогою кран-балки та закріплюється болтами на обертовій частині. Для забезпечення доступу до всіх вузлів двигуна оператор за допомогою ручки приводить у рух черв'як, який обертає черв'ячне колесо та вал обертової частини. Це дозволяє зручно позиціонувати двигун під час виконання ремонтних операцій.

З метою оптимізації конструкції та зниження вартості було обрано ручний привід. Розрахунок черв'яка проводиться за такими вихідними даними:

					БР.АТ-54.00.00.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- потужність, що передається: $N_2=0,24$ кВт;
- передавальне відношення: $u=20$;
- колова швидкість черв'яка: $\omega_1=10$ рад/с.

Допустимі контактні напруги для зубів черв'ячного колеса визначаються за табл. ПЗ4 (при $K_{HL}=1$): $[\sigma_H]=225$ МПа. Допустима напруга згину для зубів колеса (при $K_{FL}=1$) становить $[\sigma_F]=58$ МПа. Ці параметри забезпечують міцність та надійність роботи редуктора в умовах експлуатації.

Визначаємо геометричні параметри черв'яка:

Визначаємо число зубів черв'ячного колеса

$$z_2 = u \cdot z_1 \quad (3.1)$$

де, z_1 - число заходів черв'яка, приймаємо $z_1=2$;

$$z_2 = 20 \cdot 2 = 40$$

Визначаємо міжосьову відстань передачі з розрахунку на контактну витривалість

$$a = \left(1 + \frac{z_2}{q}\right)^3 \sqrt{\left(\frac{171000}{[\sigma_H] \cdot \frac{z_1}{q}}\right)^2 \cdot K T_2} \quad , \text{ м} \quad (3.2)$$

де, q – коефіцієнт діаметра черв'яка, приймаємо $q=8$ [8 с.372];

T_2 – обертаючий момент на валу черв'ячного колеса,

$$T_2 = \frac{N_2 \cdot u}{\omega_1} = \frac{0,24 \cdot 10^3 \cdot 20}{10} = 0,48 \cdot 10^3 \quad \text{Нм}$$

K – коефіцієнт динамічності, приймаємо $K=1,35$ [8 с.372, табл. ПЗ5].

Тоді

$$a = \left(1 + \frac{40}{8}\right)^3 \sqrt{\left(\frac{171000}{225 \cdot 10^6 \cdot \frac{20}{8}}\right)^2 \cdot 1,35 \cdot 0,48 \cdot 10^3} = 74 \cdot 10^{-3} \quad , \text{ м}$$

					БР.АТ-54.00.00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо модуль зачеплення

$$m = \frac{2 \cdot a}{q + z_2} = \frac{2 \cdot 74}{8 + 40} = 3 \text{ мм}$$

Приймаємо $m=3$

Обчислюємо дільний діаметр черв'яка за формулою:

$$d_1 = m \cdot q = 3 \cdot 8 = 24 \text{ мм} \quad (3.3)$$

Обчислюємо діаметр вершин черв'яка за формулою:

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m = 24 + 2 \cdot 3 = 30 \text{ мм} \quad (3.4)$$

Обчислюємо діаметр западин черв'яка за формулою:

$$d_{f1} = d_1 - 2,4 \cdot m = 24 - 2,4 \cdot 3 = 16,8 \text{ мм} \quad (3.5)$$

Визначаємо сили, що діють в зачепленні, за формулою:

$$F_{t2} = F_{a1} = \frac{2 \cdot T_2}{d_2} = \frac{2 \cdot T_2}{z_2 \cdot m} = \frac{2 \cdot 0,48 \cdot 10^3}{0,12} = 8,0 \text{ кН} \quad (3.6)$$

$$F_{t1} = F_{a2} = F_{t2} \cdot \operatorname{tg}(\nu + \rho) \text{ Н} \quad (3.7)$$

де, ν – кут підйому витка черв'яка, $\nu=12^\circ 34'$ [8 с.373 табл. П 36]

ρ – кут тертя, $\rho=1^\circ 25'$ [8 с.372 табл. П 34]

Тоді $F_{t1} = F_{a2} = F_{t2} \cdot \operatorname{tg}(12^\circ 34' + 1^\circ 25') = 2,0 \text{ кН}$

$$F_r = F_{t2} \cdot \operatorname{tg} \alpha = 8 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 2,9 \text{ кН}$$

Визначаємо реакції в опорах, у вертикальній площині YOZ

$$\sum M_A = -F_r \cdot a_1 - F_{a1} \cdot 0,5d_1 + Y_B \cdot 2 \cdot a_1 = 0$$

$$\sum M_B = F_r \cdot a_1 - F_{a1} \cdot 0,5d_1 - Y_A \cdot 2 \cdot a_1 = 0$$

де, a_1 - відстань точок прикладання реакцій, приймаємо $a_1=54 \text{ мм}$

$$\text{Тоді } Y_B = \frac{F_r \cdot a_1 - F_{a1} \cdot 0,5d_1}{2 \cdot a_1} = \frac{2,9 \cdot 54 + 8 \cdot 0,5 \cdot 24}{2 \cdot 54} = 2,34 \text{ кН}$$

$$Y_A = \frac{F_r \cdot a_1 - F_{a1} \cdot 0,5d_1}{2 \cdot a_1} = \frac{2,9 \cdot 54 - 8 \cdot 0,5 \cdot 24}{2 \cdot 54} = 0,56 \text{ кН}$$

Визначаємо реакції в опорах, у вертикальній площині XOZ

$$X_A = X_B = \frac{F_{t1}}{2} = \frac{2}{2} = 1 \text{ кН}$$

					БР.АТ-54.00.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На рисунку 3.4. подаємо схему навантаження черв'яка і еп'юри згинальних і крутних моментів

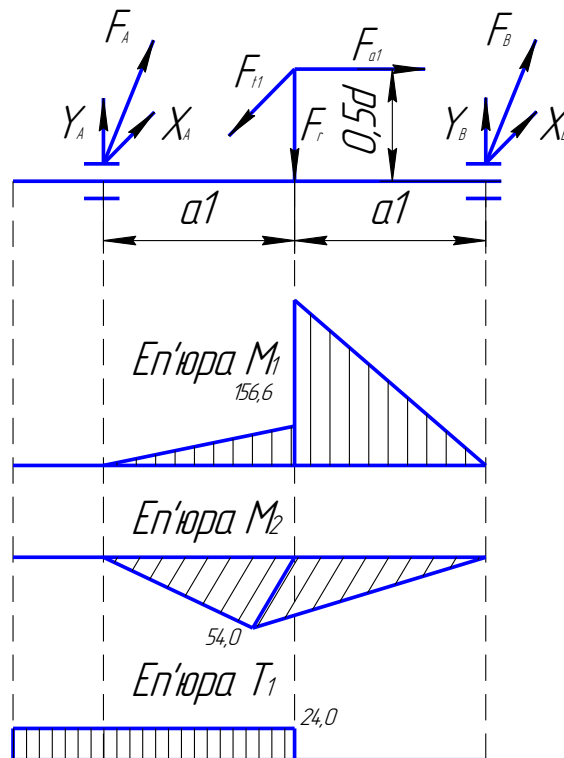


Рисунок 3.4. Схема навантаження черв'яка

Визначаємо напруження згину за формулою :

$$\sigma_{\text{зг}} = \frac{M_{\text{зг}}}{W_x} = \frac{32 \cdot \sqrt{M_1^2 + M_2^2}}{\pi \cdot d_{f1}^3} = \frac{32 \cdot \sqrt{126,36^2 + 54^2}}{3,14 \cdot 0,0168^3} = 29,5 \cdot 10^6 \text{ Па} \quad (3.8)$$

Визначаємо напруження кручення за формулою :

$$\tau_K = \frac{16 \cdot T_2}{\pi \cdot d_{f1}^3 \cdot u} = \frac{16 \cdot 0,48 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 0,0168^3 \cdot 20} = 27,8 \cdot 10^6 \text{ Па} \quad (3.9)$$

За 3 теорією міцності обчислюємо еквівалентне напруження за формулою:

$$\sigma_{\text{екв}} = \sqrt{\sigma_{\text{зг}}^2 + 4 \cdot \tau_K^2} = \sqrt{29,5^2 + 4 \cdot 27,8^2} = 31,3 \text{ МПа} \leq [\sigma_{\text{зг}}] = 120 \text{ МПа} \quad (3.10)$$

Тоді $\beta = 3^\circ 25'$

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Аналіз потенційних небезпек та шкідливих факторів виробничого середовища

Проведемо аналіз потенційних небезпек і шкідливостей виробництва на моторній дільниці, де виконуються роботи по ремонту двигунів, системи живлення, мащення і охолодження.

Для запресовки і випресовки з'єднань з натягом на дільниці розміщений гідравлічний прес, зусилля 10 кН. Даний агрегат обладнаний пристроєм, який захищає робітника від пошкоджень. Для транспортування двигунів, у відділення використовується спеціальний візок у конструкції якого є стояки і упори, що запобігають падінню чи зміщенню двигуна з платформи і стоянковий гальмівний пристрій.

Небезпека отримання травм існує при роботі слюсаря на слюсарних лебідках, вони повинні бути міцно прикріплені до слюсарного столу, міцно захоплювати і затискувати виріб і мати на губках неспрацьовану насічку.

Небезпека виникає при використанні несправного інструменту: молотків ненадійно насаджених на дерев'яні ручки і нещільно заклинені клинами; інструменти, що мають загострені кінці для насадження рукояток мають ручки, що не відповідають розмірам інструменту; гайкові ключі не відповідають розмірам гайок і головок болтів і мають тріщини.

Аналіз решти потенційно небезпечних виробничих факторів на моторній дільниці подано до табл. 4.1.

При виконанні ремонтних робіт на дільниці проходить виділення шкідливих речовин, характеристика і перелік їх наведені у табл. 4.2. Гранично допустимі концентрації взяті згідно [8].

					БР.АТ-54.00.00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1. Потенційно небезпечні виробничі фактори на моторній дільниці.

Назва і модель джерела небезпеки	Характеристика потенційно небезпечного фактора
Стенд для ремонту двигунів Р-235	Пересувний, вантажопідйомністю 0,8 т. Падіння двигуна, втрата стійкості.
Станок для розточки циліндрів двигунів SERDI N=1,5 кВт.	Травми рук при закріплені. Небезпека ураження електричним струмом $U=380\text{В}$, $I=10\text{А}$, $f=50\text{Гц}$. $L_p=97\text{ дБ}$, $f=63\text{ Гц}$, $L_{p\text{ГДР}}=95\text{дБ}$, ГОСТ12.1.012-90.
Станок для шліфування клапанів ЕРОК N=0,5 кВт	Травми рук при закріплені. Небезпека ураження електричним струмом $U=380\text{В}$, $I=10\text{А}$, $f=50\text{Гц}$. $L_p=95\text{ дБ}$, $f=63\text{ Гц}$, $L_{p\text{ГДР}}=95\text{дБ}$, ГОСТ12.1.012-90.
Гідравлічний прес 2153-M2	Зусилля 10кН, стаціонарний, $U=380$, $f=50\text{ Гц}$. Пошкодження органів людини внаслідок попадання їх під рухоми частину, ураження струмом.
Радіально-свердлильний настільний верстат ГМ112, N=0,35 кВт	Потрапляння в очі абразивних частинок. Травми рук при закріплені. Небезпека ураження електричним струмом $U=380\text{В}$, $I=10\text{А}$, $f=50\text{Гц}$. $L_p=97\text{ дБ}$, $f=63\text{ Гц}$, $L_{p\text{ГДР}}=95\text{дБ}$, ГОСТ12.1.012-90
Хонінгувальний верстат NEWEN J2, N=4кВт	Травми рук при закріплені. Небезпека ураження електричним струмом $U=380\text{В}$, $I=10\text{А}$, $f=50\text{Гц}$. $L_p=85\text{ дБ}$, $f=63\text{ Гц}$, $L_{p\text{ГДР}}=95\text{дБ}$, ГОСТ12.1.012-90

Таблиця 4.2. Характеристика шкідливих речовин, які виділяються у моторній дільниці.

Речовина	ГДК, мг/м^3		Перша допомога при отруєнні.
	у робочій зоні	в атмосфері	
Бензин	100	5	Промивання шлунку, дезинфекція слабофіолетовим розчином марганцівки, 5% розчин соди, молока, чаю
Дизельне паливо	300	5	Теж саме.

4.2. Безпека монтажу і експлуатації технологічного обладнання

Для полегшення умов праці і зменшення трудомісткості робіт по ремонту, працівники моторної дільниці використовують різне механізоване обладнання. Для попередження виробничого травматизму і захисту організму працюючих від ураження використовуються засоби індивідуального захисту. До них відносяться спецодяг і захисні окуляри.

Забезпечення безпеки монтажу [15]:

Для забезпечення безпеки монтажу слід обов'язково дотримуватись правил техніки безпеки встановлення та конкретної групи устаткування.

При монтажі слід виконувати такі вимоги:

- при монтажі великогабаритного обладнання слід перевірити кріплення;
- не навантажувати підйомники вище їх паспортної вантажопідйомності;
- електропривід підйомника повинен відповідати вимогам безпечної роботи;
- у конструкції рами не повинно бути жодних тріщин і викривлень;
- знос гаку у зеві не повинен перевищувати 10 % його первинної величини.

При роботі преса забороняється:

- починати роботу не перевіривши надійність кріплення всіх з'єднань преса;
- дозволяти працювати особам, які не пройшли інструктаж і не знають правил поводження з ним.

При монтажі преса повинно бути [15]:

- приєднання шлангів до гідروциліндра, вхідного штуцера, роздавального трубопроводу повинно бути міцним і здійснюватись тільки за допомогою штуцерів чи кінців із справною різьбою і стяжних хомутів;
- робочий пусковий механізм повинен бути:
- розташований так, щоб виключити можливість випадкового включення;
- влаштований так, щоб при знятті тиску від руки оператора автоматично закривався впускний клапан.

При роботі на обладнанні, яке живляться від електроенергії забороняється згідно [11]:

					БР.АТ-54.00.00.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- включати обладнання при несправності кабелю живлення і відсутності надійного заземлення електрообладнання;
- проводити роз'єднання штепсельного з'єднання при включеному двигуні;
- виконувати роботи по ПР без відключення його від джерела енергії, зламаним і зношеним інструментом.

При роботі на пресі забороняється:

- проводити ремонтні роботи, не перевіривши надійність кріплення деталі на пресі;
- проводити роботи на пресі, у якому порушене фундаментне кріплення;
- не допускається експлуатація преса, у якому пошкоджено раму або відсутня необхідна кількість кріпильних елементів.

У таблиці 4.3 приведено перелік технічних мір захисту від потенційно небезпечних виробничих факторів на моторній дільниці.

Таблиця 4.3 Технічні міри захисту від потенційно небезпечних виробничих факторів

Фактор	Проектний чи обраний захист	Технічна характеристика пристрою	Місце встановлення, професія робочого
Падіння двигуна	Дотримання ПТБ	—	слюсар
Ураження електричним струмом	1) заземлення; 2) індивідуальні засоби захисту	діелектричні рукавиці, чоботи	пульт управління, слюсар
Травма від гідравлічного преса	Дотримання ПТБ	—	слюсар

4.3. Розрахунок штучної освітленості моторної дільниці.

Метою даного розрахунку є правильний підбір освітлювальної установки для створення сприятливих умов праці, які б виключали швидко втому зору.

Для машинобудівних підприємств рекомендується застосовувати комбінованого освітлення.

					БР.АТ-54.00.00.000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вихідні дані для розрахунку:

1. Розміри моторної ділянки - (Lxbxh)-(8,2x9,1x5);
2. Напруга в сітці $U=220$ В;
3. Метеорологічні умови - наявність пилу в повітряному середовищі менше 5 мг/м^3 ;
4. Характер виконуваної роботи: по степені точності -середній, а по розміру розпізнавання об'єктів – $0,5...1 \text{ мм}$.
5. Фон в приміщенні - світлий , контраст середній.
6. Висота підвісу світильників для загального освітлення $h_{\text{св}}= 4,5 \text{ м}$, для місцевого освітлення $f=1 \text{ м}$.

Розрахунок загального освітлення:

- 1.Згідно ПБЕ визначаємо клас вибухонебезпечності зони поточного ремонту В- 4а.
2. По степеню ураження електричним струмом агрегатна ділянка відносяться до приміщень без підвищеної небезпеки.

Вибираємо необхідний тип світильників у відповідності з попередніми вимогами: світильники УМП-15 (частково пилевологозахищені).

Вибираємо спосіб проводки і тип вимикачів виходячи із класу пожежо- і вибухонебезпеки.

Приймаємо проводку і вимикачі нормального виконання і розміщуємо світильники паралельно.

По характеру виконуваної роботи і розміру розпізнавальних об'єктів $0,5...1 \text{ мм}$ вибираємо IVрозряд зорової роботи і під розряд «Г»

Освітленість:

- для загального освітлення 150 лк;
- для комбінованого освітлення 300 лк.

Визначаємо коефіцієнт запасу K , виходячи із кількості пилу мг/м^2 , що виділяється в приміщенні, $k= 1,5$ табл. VII- 5.

					БР.АТ-54.00.00.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

По вибраному типу світильника визначаємо найвигідніше відношення віддалі між світильниками до висоти підвіски світильників.

$$\lambda = \frac{L_{CB}}{h_{CB}} \quad (4.1)$$

де L_{CB} - довжина між світильниками;

h_{CB} - висота підвісу світильників. Для ламп розжарення $\lambda = 1...2$, беремо $\lambda = 1$.

Тоді, віддаль між світильниками буде рівна:

$$L_{CB} = h_{CB} \lambda = 1 \cdot 5 = 5. \quad (4.2)$$

Приймаємо $L_{CB} = 5$ м.

Визначаємо віддаль між крайніми рядами світильників по ширині цеху.

$$L_1 = 0,3 \cdot L_{CB} = 0,3 \cdot 5 = 1,5 \text{ м.} \quad (4.3)$$

$$L_2 = b - 2L_1 = 4,1 - 2 \cdot 1,5 = 2 \text{ м.} \quad (4.4)$$

Визначаємо кількість рядів, які можна буде розмістити між крайніми рядами світильників по ширині цеху

$$n_{св.ш} = \frac{L_2}{L_1} - 1 = \frac{2}{1,5} - 1 = 1,3 \quad (4.5)$$

Приймаємо $n_{св} = 1$ ряд.

Загальну кількість рядів світильників по ширині моторної дільниці буде:

$$n_{св.з} = n_{св.ш} + 2 = 1,3 + 2 = 3,3 \quad (4.6)$$

Уточнюємо віддаль між рядами світильників:

$$n_{св.д.} = \frac{L_2}{n_{св.ш}} - 1 = \frac{2}{1,3} - 1 = 0,54 \quad (4.7)$$

Визначаємо віддаль між крайніми рядами світильників по довжині приміщення:

$$L_3 = L - 2L_1 = 8,9 - 2 \cdot 1,5 = 5,9 \text{ м.} \quad (4.8)$$

Визначаємо кількість рядів:

$$n_{св.д.} = \frac{L_3}{L_{св}} - 1 = \frac{5,9}{5} - 1 = 0,9 \quad (4.9)$$

					БР.АТ-54.00.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо 1 рядів.

Визначаємо загальну кількість рядів світильників:

$$n_{св.з.} = n_{св.д} + 2 = 0,9 + 2 = 2,9. \quad (4.10)$$

Уточнюємо віддаль між рядами світильників.

$$L_{св.д} = \frac{L_3}{n_{св.довж.} - 1} = \frac{5,9}{1 - 1} = 0 \text{ м.} \quad (4.11)$$

Визначаємо загальну кількість світильників, які необхідно установити в моторній:

$$n_{св.з.} = n_{св.д} \cdot n_{св.ш} = 2,9 \cdot 1 = 2,9 \quad (4.12)$$

Визначаємо індекс приміщення:

$$i = \frac{L \cdot e}{h_{св} (L + e)} = \frac{8,1 \cdot 4,1}{5(8,1 + 4,1)} = 0,54 \quad (4.13)$$

Визначаємо коефіцієнт використання світлового потоку η при $i=0,54$ коефіцієнт відбиття стін та стелі $\rho_{стін} = 30\%$, $\rho_{стелі} = 50\%$; $\eta=0,46$.

Визначаємо величину світлового потоку ламп:

$$\Phi_1 = \frac{E_{\min} \cdot K \cdot Z \cdot S_n}{n_{cd} \cdot \eta}, \quad (4.14)$$

де $E_{\min}$ – мінімальна освітленість, $E_{\min}=150$ лк; k –коефіцієнт запасу; $k=1,5$.

$$\Phi_1 = \frac{150 \cdot 1,5 \cdot 1,1 \cdot 37}{2,9 \cdot 0,46} = 6865 \text{ лм.} \quad (4.15)$$

По $\Phi_1=6865$ лм вибираємо стандартну лампу в якій світловий потік не повинен відрізнятись більше ніж на 10-20%. Вибираємо лампу розжарення типу ДРЛ 126 (10) для якої:

$$\Phi_{л}=6000 \text{ лм, } W=125 \text{ Вт [14].}$$

За прийнятою потужністю електролампи і світловим потоком визначаємо дійсну освітленість:

$$E_{дійсн} = \frac{\Phi_{л.дійсн} \cdot n_{св} \cdot \eta}{K \cdot Z \cdot S_n} = \frac{2,9 \cdot 6000 \cdot 0,46}{1,5 \cdot 1,1 \cdot 37} = 131,1 \text{ лм.} \quad (4.16)$$

Визначаємо потужність освітлювальної установки:

$$W_{заг} = W_{л} \cdot n_{св} = 250 \cdot 2,9 = 725 \text{ Вт.} \quad (4.17)$$

					БР.АТ-54.00.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За потужністю $W_{\text{заг}}$ освітлюваної установки визначаємо силу струму I , за якою вибираємо переріз плавкої вставки запобіжника або тип автоматичного вимикача. Сила струму з врахуванням запасу 20% визначається за формулою:

$$I = 1,2 \cdot \frac{W}{U} = 1,2 \cdot \frac{125}{220} = 0,7 \text{ A.} \quad (4.18)$$

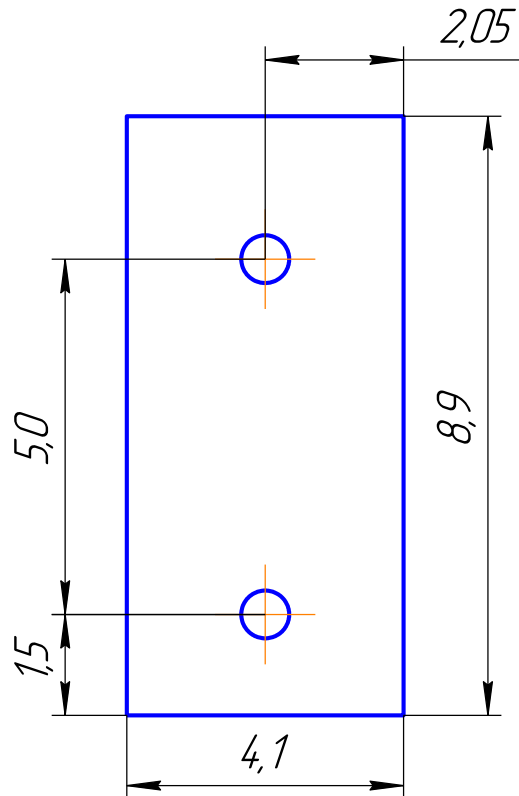


Рисунок 4.1. Схема розміщення світильників

Розрахунок місцевого освітлення.

Доповненням до загального освітлення в системі комбінованого є місцеве освітлення., яке створюється в робочій зоні (за верстаком, стелажем, робочим столом тощо). Основною перевагою установок місцевого освітлення є можливість створення напрямку світлового потоку на робочу поверхню , що особливо важливе при розпізнаванні рельєфних об'єктів. Так як світильник місцевого освітлення розташовується біля робочої поверхні і знаходиться в робочій зоні, то його потрібно розташовувати так, щоб він не заважав працівнику.

Підбираємо лампу розжарювання для місцевого освітлення МОЗ-36-60 із $\Phi_{\text{л}}=650 \text{ лм}$, $1=240 \text{ кд}$.

					БР.АТ-54.00.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Місцеве освітлення розраховуємо за точковим методом. Розрахункова схема показана на рис.4.2.

Визначаємо освітленість при місцевому освітлені за формулою:

$$E_{\text{місц}} = I_a \cos 45^\circ / r^2, \quad (4.19)$$

де r – відстань від світильника до робочої поверхні;

I_a – сила світла;

$\alpha = 45^\circ$ – кут між нормаллю робочої поверхні і напрямом світлового потоку.

$$E_{\text{місц}} = 160 \cdot \cos 45^\circ / 0,8 = 176,7 \text{ лк.}$$

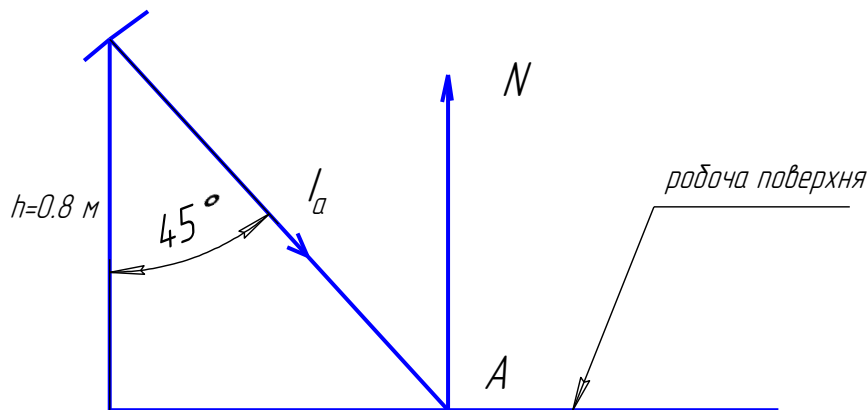


Рисунок 4.2. Схема місцевого освітлення робочої поверхні

Знаходимо розрахункове значення комбінованого освітлення:

$$E_{\text{комб.}} = E_{\text{заг}} + E_{\text{місц.}}, \quad (4.20)$$

де $E_{\text{заг}}$ – загальна освітленість в системі комбінованого;

$E_{\text{місц.}}$ – місцева освітленість в системі комбінованого.

$$E_{\text{комб.}} = 131,1 + 176,7 = 307,8 \text{ лк.}$$

Нормоване значення комбінованого освітлення для заданого розряду зорової роботи згідно СНиП II-4-79 становить: $E_n = 300$ лк.

Отже розраховане значення комбінованого освітлення не перевищує норму 300 лк більше ніж на 10%, що й потрібно було забезпечити.

					БР.АТ-54.00.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок

Проведене дослідження підтвердило, що удосконалення організації технологічного процесу ремонту двигуна BMW N20 в умовах сучасного автосервісу є важливим напрямом розвитку автомобільного транспорту. Аналіз діяльності СТО ТОВ «АЛЬЯНС ПРЕМІУМ» показав, що ефективність роботи сервісного підприємства визначається комплексним підходом до організації виробничих процесів, високим рівнем технічної оснащеності та кваліфікацією персоналу. Вивчення конструктивних особливостей двигуна BMW N20B20 дозволило окреслити його переваги та вразливі місця, які потребують особливої уваги під час експлуатації та ремонту.

Дослідження типових несправностей двигуна засвідчило, що основними проблемами є нестабільність обертів, підвищена витрата палива, вібрації та відмови електронних систем керування. Це зумовлює необхідність застосування сучасних методів діагностики, використання високоякісних витратних матеріалів та впровадження технологічних рішень, які забезпечують точність і надійність ремонтних операцій.

У технологічному розділі було визначено виробничу програму станції технічного обслуговування, розраховано кількість постів та площу приміщень, що дало змогу сформуванню оптимальну структуру виробничої дільниці. Дослідницька частина роботи довела доцільність розробки спеціалізованого стенда для ремонту двигунів, який характеризується компактністю, надійністю та простотою використання. Його конструкція забезпечує зменшення трудомісткості робіт, скорочення часу виконання операцій та підвищення якості ремонту.

Аналіз вимог охорони праці та пожежної безпеки показав, що організація робочих місць повинна відповідати чинним нормативним документам, включаючи правила охорони праці на автомобільному транспорті, санітарні норми та стандарти безпеки обладнання. Дотримання цих вимог гарантує безпечні умови праці, знижує ризик виникнення аварійних ситуацій та сприяє підвищенню продуктивності.

					БР.АТ-54.00.00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, удосконалення організації технологічного процесу ремонту двигуна BMW N20 в умовах автосервісу забезпечує підвищення ефективності роботи станції технічного обслуговування, покращення якості наданих послуг та зміцнення конкурентних позицій підприємства на ринку. Реалізація запропонованих рішень сприятиме розвитку сервісної інфраструктури, підвищенню рівня безпеки дорожнього руху та відповідності сучасним міжнародним стандартам.

					БР.АТ-54.00.00.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ НА ДЖЕРЕЛА

1. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів, К.: Мінтранс України, 1998р. – 18с.
2. ISO 9000:2015 Quality management systems – Fundamentals and vocabulary.
3. BMW Group. Technical documentation on BMW N20 engines. Munich: BMW AG, 2015.
4. Грищенко В.І. Технічне обслуговування та ремонт автомобілів. Київ: Арістей, 2018.
5. Канарчук В.Є. та ін. Основи технічного обслуговування та ремонту автотранспортних засобів. Книга 1. Організація, планування і управління. – Київ: Вища школа, 1994р. – 406с.
6. Канарчук В.Є. та ін. Основи технічного обслуговування та ремонту автотранспортних засобів. Книга 2. Організація, планування і управління. – Київ: Вища школа, 1991р. – 406с.
7. Шумик С.В. и др. Техническая эксплуатация автотранспортных средств. Курсовое и дипломное проектирование, - Минск: Высшая школа, 1988р., - 206 с.
8. Правила охорони праці на автомобільному транспорті : - Київ : 1997
9. Селов А.М. Охрана труда на предприятиях автомобильного транспорта: учебник для студентов автомобильно-дорожных вузов. – 3 – издание, - М. : Транспорт, 1985, - 351 с.
10. Жидецкий П.Б. Основы охраны труда . Підручник .- Львів : Афіша, Ю02,- 370 с.
11. Правила охорони праці під час технічного обслуговування та ремонту дорожньої техніки. – Київ: Освіта, 2001.
12. Козак Л.Ю. – Конспект лекцій з дисципліни „Основи розрахунку, проектування і експлуатації технологічного обладнання”, - Івано-Франківськ: 2002р, - 95 с.
13. Козак Ф.В., Дикун Т.В., Миронова І.В. Дипломне проектування. методичні вказівки по виконанню економічної частини дипломного проекту для студентів

					БР.АТ-54.00.00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

спеціальності „Автомобілі та автомобільне господарство”. – Івано-Франківськ: Факел, 2002. – 73 с.

14. ДСТУ ІЕС 60745-1:2010 Інструмент ручний електромеханічний. Безпека. Частина 1. Загальні вимоги.

15. НПАОП 0.00-1.62-12 Правила охорони праці на автомобільному транспорті

16. НПАОП 0.00-7.17-18 Мінімальні вимоги безпеки і охорони здоров'я при використанні працівниками засобів індивідуального захисту на робочому місці

17. ДСТУ ОHSAS 18001:2010 «Системи управління безпекою та гігієною праці. Вимоги»

18. ДСН 3.3.6.037-99 „Державні санітарні норми шуму, ультразвуку та інфразвуку”.

19. НПАОП 0.00 – 7.11 – 12 "Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників".

20. ДСН 3.3.6.039-99 "Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу".

					БР.АТ-54.00.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Удосконалення організації
технологічного процесу
ремонті двигуна BMW N20 в
умовах автосервісу ТОВ
«АЛЬЯНС ПРЕМІУМ», м.
Івано-Франківськ

Піщак Юрій Степанович

Метою дослідження є удосконалення організації робіт з технічного обслуговування та ремонту автомобілів шляхом впровадження сучасних технологічних рішень і підвищення рівня оснащеності виробничих підрозділів.

Об'єктом дослідження виступає моторна дільниця станції технічного обслуговування, яка виконує комплекс робіт із відновлення працездатності двигунів внутрішнього згоряння.

Двигун **BMW N20B20** — це 2,0-літровий бензиновий турбований рядний чотирициліндровий мотор (R4), який серійно випускався з 2011 року. Його створення було спрямоване на поєднання високої продуктивності та економічності, що дозволило замінити атмосферні шестициліндрові агрегати серії N53 (N53B25 та N53B30). Потужність двигуна залежно від модифікації становила від 156 до 245 к.с., а крутний момент — від 240 до 350 Нм.



Зовнішній вигляд двигун N20B20

Модифікації двигуна BMW N20B2

Модифікація	Індекс моделі	Ступінь стиснення	Тиск наддуву	Потужність (к.с.)	Крутний момент (Нм)	Діапазон об/хв для моменту
N20B20O0 (2011-н.в.)	20i	10	1,15 бар	245 при 5000 об/хв	350	1250-4800
N20B20O0 (2013-н.в.)	25i	10	1,15 бар	238 при 5000 об/хв	350	1250-4800
N20B20M0 (2012-н.в.)	25i	10	—	218 при 5000 об/хв	310	1350-4800
N20B20U0 (2011-н.в.)	20i	11	0,55 бар	184 при 5000 об/хв	270	1250-4500
N20B20U0 (2013-н.в.)	18i	10	—	158 при 5000 об/хв	240	1250-4400



Стенд P776E



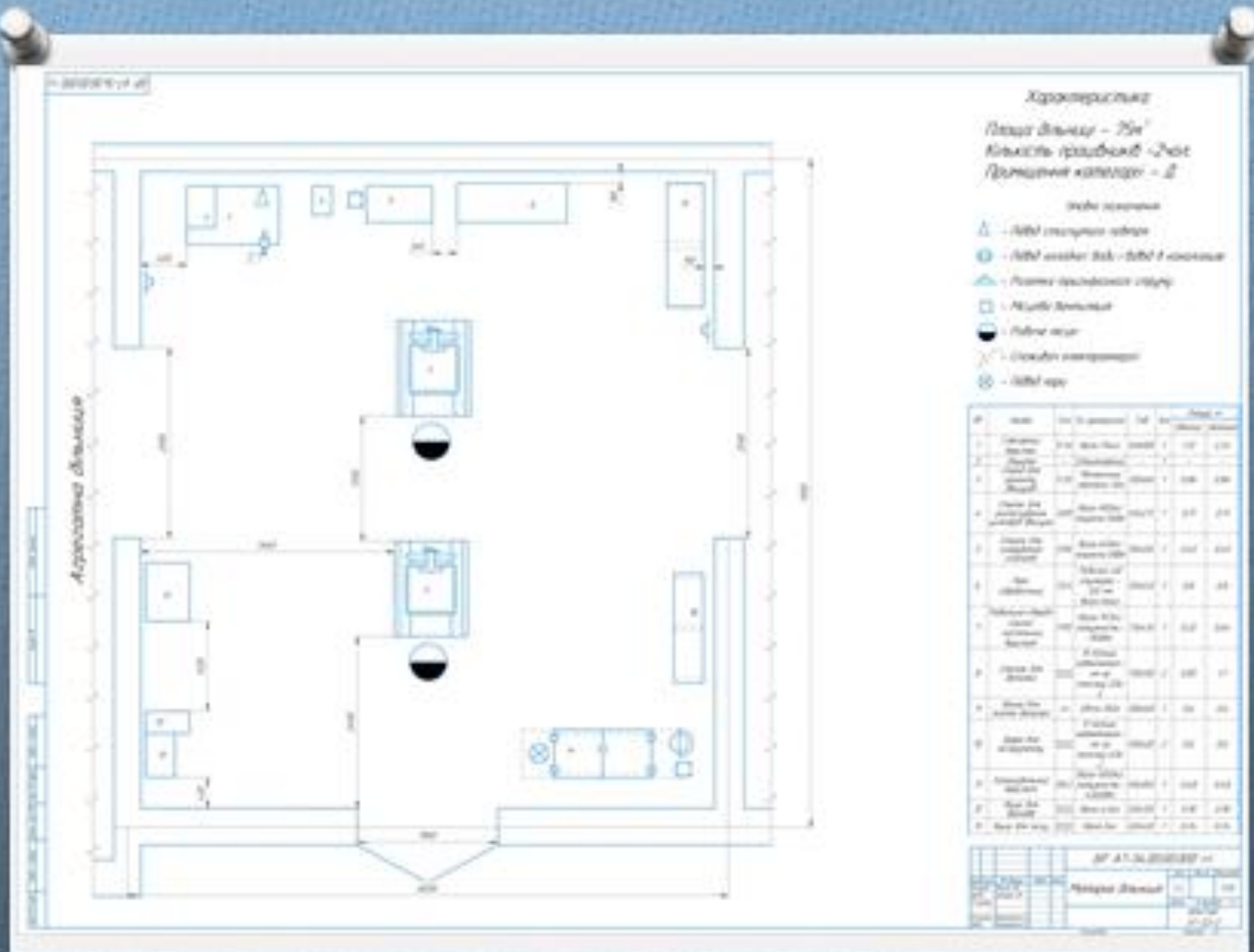
Стенд P1250



Стенд WW-HV-1500

Основні несправності та недоліки двигуна BMW N20B20

Несправність / недолік	Причина виникнення	Рішення / профілактика
Плавають оберти	Забруднення клапана регулятора холостого ходу або дросельної заслінки (нагар, заклинювання)	Очищення або перевірка стану дросельної заслінки, очищення клапана регулятора холостого ходу
Зросла паливна витрата	Вихід з ладу датчика масової витрати повітря (ДМРВ), що призводить до формування надмірно збагаченої суміші	Заміна несправного датчика витрати повітря
Двигун вібрує	Забруднені паливні форсунки, що спричиняють подачу збідненої паливної суміші	Регулярне очищення інжекторних форсунок на стенді (кожні 100 тис. км), заміна несправних елементів
Відмова ЕБУ	Тривалі екстремальні навантаження, перегрівання двигуна, буксування	Уникати перегріву та тривалих навантажень, своєчасне технічне обслуговування
Загальна оцінка	Незважаючи на наявні проблеми, двигун має добрий ресурс та високі характеристики продуктивності	Використання якісних витратних матеріалів, скорочення інтервалів обслуговування, ремонт лише у кваліфікованих майстрів



Висновок

Проведене дослідження підтвердило, що удосконалення організації технологічного процесу ремонту двигуна BMW N20 в умовах сучасного автосервісу є важливим напрямом розвитку автомобільного транспорту. Аналіз діяльності СТО ТОВ «АЛЬЯНС ПРЕМІУМ» показав, що ефективність роботи сервісного підприємства визначається комплексним підходом до організації виробничих процесів, високим рівнем технічної оснащеності та кваліфікацією персоналу. Вивчення конструктивних особливостей двигуна BMW N20B20 дозволило окреслити його переваги та аспекти місця, які потребують особливої уваги під час експлуатації та ремонту.

Дослідження типових несправностей двигуна засвідчило, що основними проблемами є нестабільність обертів, підвищена витрата палива, вібрації та відмови електронних систем керування. Це зумовлює необхідність застосування сучасних методів діагностики, використання високоякісних витратних матеріалів та впровадження технологічних рішень, які забезпечують точність і надійність ремонтних операцій.

У технологічному розділі було визначено виробничу програму станції технічного обслуговування, розраховано кількість постів та площу приміщень, що дало змогу сформулювати оптимальну структуру виробничої ділянки. Дослідницька частина роботи довела доцільність розробки спеціалізованого стенда для ремонту двигуна, який характеризується компактністю, надійністю та простотою використання. Його конструкція забезпечує зменшення трудомісткості робіт, скорочення часу виконання операцій та підвищення якості ремонту.

Аналіз вимог охорони праці та пожежної безпеки показав, що організація робочих місць повинна відповідати чинним нормативним документам, включаючи правила охорони праці на автомобільному транспорті, санітарні норми та стандарти безпеки обладнання. Дотримання цих вимог гарантує безпечні умови праці, зникнувши ризик виникнення аварійних ситуацій та сприяє підвищенню продуктивності.

Таким чином, удосконалення організації технологічного процесу ремонту двигуна BMW N20 в умовах автосервісу забезпечує підвищення ефективності роботи станції технічного обслуговування, покращення якості наданих послуг та зміцнення конкурентних позицій підприємства на ринку. Реалізація запропонованих рішень сприятиме розвитку сервісної інфраструктури, підвищенню рівня безпеки дорожнього руху та відповідності сучасним міжнародним стандартам.