

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет
Кафедра інжинірингу технічних систем

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту
ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

**Проєкт ділянки капітального ремонту двигунів внутрішнього згорання
фірми «Cummins» в товаристві з обмеженою відповідальністю
«Крупа Ік» Дніпровського району Дніпропетровської області**

Виконав: студент 3-го скороченого курсу, групи МС-4-20 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Лі Денис Вікторович

Керівник: _____ Черній Олександр Анатолійович

Рецензент: _____

Дніпро 2023

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ІТС

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Дудін В.Ю.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

«08» травня 2023 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

Лі Денису Вікторовичу

1. Тема роботи: Проект дільниці капітального ремонту двигунів внутрішнього згорання фірми «Cummins» в товаристві з обмеженою відповідальністю «Крупа Ік» Дніпровського району Дніпропетровської області.

керівник роботи: Черній Олександр Анатолійович, ст. викл. затверджені

наказом вищого навчального закладу від «08» травня 2023 року № 820

2. Строк подання студентом роботи 12.06.2023 р.

3. Вихідні дані до проекту. Аналіз використання ДВЗ фірми «Cummins» на сільськогосподарській техніці. Показники господарської діяльності підприємства. Існуюча технологія та організація технічного сервісу агрегатів машин. Існуюча оснащеність основним та допоміжним обладнанням. Технологічна документація по виконанню капітального ремонту двигунів фірми «Cummins».

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1. Аналіз виробничої діяльності підприємства.

2. Обґрунтування програми ремонту та проектування ділянки капітального ремонту двигунів.
3. Проектування стенду для розбирально – складальних робіт автотракторних двигунів.
4. Охорона праці.
5. Розрахунок техніко – економічних показників проектної ділянки капітального ремонту двигунів.
Висновок до дипломного проєкту. Література. Додатки.

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

1. Загальний вигляд ДВЗ фірми «Cummins» моделі 6СТ8.3 (А1)
2. Технологічне планування ділянки капітального ремонту двигунів. (А1).
3. Загальний вигляд стенду для розбирально – складальних робіт при ремонті двигунів.
4.(А1).Складальне креслення.(А2).
5.Планка повздожня(А4).
6. Кронштейн кріплення. (А4).
7. Обод (А4).
8. Рейка. (А4).
9. Економічні показники. (А1).

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Деркач О.Д., доцент		
нормоконтроль	Івлєв В.В., доцент		

7. Дата видачі завдання: 29.03.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	29.03 – 05.04	виконано
2	Технологічний	12.04 – 19.04	виконано
3	Конструкційний	19.04 – 10.05	виконано
4	Охорона праці	17.05 – 24.05	виконано
5	Економічний	31.05 – 07.06	виконано
6	Графічна частина	07.06 – 12.06	виконано

Студент _____ Лі Д.В.

Керівник роботи _____ Черній О.А.

Лі Д.В. Проект дільниці капітального ремонту двигунів внутрішнього згоряння фірми «Cummins» в товаристві з обмеженою відповідальністю «Крупа Ік»/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2023.

Розрахунково – пояснювальна записка дипломного проекту містить: 53 сторінки, 18 малюнків, 6 таблиць

Метою дипломної роботи є проектування дільниці по виконанню капітального ремонту двигунів внутрішнього згоряння переважно фірми «Cummins» задля підвищення якості проведення робіт капітального ремонту двигунів внутрішнього згоряння.

В першому розділі дипломного проекту приводиться аналіз матеріально – технічної бази підприємства. В другому розділі розраховується річна трудомісткість дільниці, кількість основних робітників, визначається площа приміщення та здійснюється підбір основного обладнання та допоміжного. В третьому розділі пропонується варіант удосконалення стенду для проведення розбирально – складальних робіт при виконанні капітального ремонту двигунів внутрішнього згоряння. В кінці пояснювальної записки приводяться розділи, в яких наводяться основні положення охорони праці під час виконання робіт на спроектованій дільниці та розрахунки техніко – економічних показників, які відображають економічну ефективність проекту.

Ключові слова: КАПІТАЛЬНИЙ РЕМОНТ, ПРОЄКТУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ, CUMMINS. СТЕНД ДЛЯ РОЗБИРАЛЬНО – СКЛАДАЛЬНИХ РОБІТ.

	7
Завдання на дипломний проєкт.....	2
Відомість дипломного проєкту.....	4
Анотація.....	5
Вступ.....	8
1. Аналіз виробничої діяльності підприємства.	
1.1 Загальні відомості про підприємство.....	9
1.2 Аналіз матеріально – технічної бази об’єктів ремонтно обслуговуючого комплексу.....	10
1.3 Аналіз організації капітального ремонту двигуна «Cummins».....	11
1.4 Аналіз технології проведення капітального ремонту двигунів.....	12
1.5 Висновки та задачі проєкту.....	16
2. Обґрунтування програми ремонту та проєктування ділянки капітального ремонту.	
2.1 Аналіз методу капітального ремонту та програма роботи по проєктуванню ділянки.....	18
2.2 Розрахунок річної трудомісткості на ремонтній ділянці	19
2.3 Визначення числа робітників.....	19
2.4 Проєктування технологічного процесу по проведенню капітального ремонту двигуна.....	21
2.5 Опис технологічного процесу на ділянці капітального ремонту.....	23
2.6 Проєктування ділянки капітального ремонту двигунів.	
2.6.1 Розрахунок основного обладнання.....	25
2.6.2 Розрахунок площі ділянки, технологічне планування ділянки.....	28
2.6.3 Опис будівельно – планувального рішення ділянки.....	29
3. Проєктування стенду для розбирально – складальних робіт.	
3.1 Аналіз існуючих конструкцій та область застосування спроєктованого стенду.....	30
3.2 Опис розробленої конструкції.....	33

3.3 Розрахунки, що підтверджують працездатність конструкції.....	36
3.4 Технічні характеристики розробленого стенду.....	41
3.5 Організація проведення розбирально – складальних робіт з використанням розробленого стенду.....	42
4. Охорона праці	
4.1 Стан охорони праці на підприємстві.....	43
4.2 Вимоги праці при проведенні капітального ремонту двигунів.....	44
5. Розрахунок техніко – економічних показників проектної ділянки капітального ремонту двигунів.	
5.1 Визначення річного доходу від проведення капітальних ремонтів.....	48
5.2 Експлуатаційні витрати.....	48
5.3 Розрахунок податків.....	50
5.4 Фінансові показники.....	51
5.5 Розрахунок економічної ефективності.....	52
Висновок до дипломного проєкту.....	53
Література.....	54
Додаток А.....	57
Додаток Б.....	58
Додаток В.....	59

З кожним роком виробники сільськогосподарської техніки роблять її більш технологічно-розвиненою, задля підвищення продуктивності виконання технологічної операції в сільському господарстві та підвищення рівня комфорту для механізатора на протязі своєї робочої зміни. Разом з тим, системи та механізми потребують проведення більш якісного технічного обслуговування, поточного та капітального ремонтів, адже саме від технічного стану сільськогосподарської техніки залежить своєчасне виконання технологічних операцій, від яких насамперед буде залежати якість вирощуваної продукції.

Трактори та зернозбиральні комбайни – це основна сільськогосподарська техніка, яка використовується в усіх сільськогосподарських технологічних операцій, таких як основний обробіток ґрунту (оранка, культивування, дискування і т.д), сівба, внесення пестицидів та засобів захисту рослин, збирання врожаю. Одним із важливіших агрегатів в тракторах і комбайнах, який забезпечує їх працездатність, являється двигун внутрішнього згоряння. Це складний механізм, який потребує проведення якісного обслуговування та ремонту кваліфікованими спеціалістами. На даний момент часу існує достатня кількість підприємств, яка займається проведенням технічного обслуговування та капітального ремонту (задля відновлення ресурсу двигуна). Більшість таких підприємств, виконує наприклад той же капітальний ремонт в незадовільних умовах (відсутнє спеціалізоване обладнання та оснастка), внаслідок цього якість виконаної роботи низька, через що техніка виходить з ладу під час виконання сільськогосподарських операцій.

Головною метою даної дипломної роботи є проектування ділянки капітального ремонту двигунів внутрішнього згоряння, де він буде проводитися кваліфікованими робітниками з застосування необхідного обладнання і оснастки, а також з дотриманням всіх норм технологічного процесу, що забезпечить високу якість проведення капітального ремонту.

1. Аналіз виробничої діяльності підприємства

1.1 Загальні відомості про підприємство

ТОВ «Крупа ІК» знаходиться за адресою: смт. Слобожанське, вул. Кримська, 22. Дане підприємство надає послуги капітального ремонту двигунів переважно фірми «Cummins», які здебільшого встановлюються на трактора та комбайни фірми «Case», наприклад Case 2388, Case Magnum 310.



Рис 1.1 - Трактор Case Magnum 310



Рис.2.2 -Комбайн Case 2388

Також підприємство здійснює продаж запасних частин та агрегатів для різноманітної сільськогосподарської техніки, окрім цього продає ще обладнання для переробки с-г продукції.

1.2 Аналіз матеріально – технічної бази об'єктів ремонтно-обслуговуючого комплексу

ТОВ «Крупа ІК» в своєму розпорядженні має такі ремонтні дільниці:

- Дільниця по ремонту двигунів Cummins та інших марок;
- дільниця випробування та ремонту гідравлічного обладнання сільськогосподарської техніки.

Також на підприємстві є складське приміщення, де зберігаються запасні частини та агрегати, які використовуються які під час ремонту, так і для продажу клієнтам.

На дільниці по ремонту двигунів здійснюється капітальний ремонт переважно двигунів Cummins з послідуочим розбиранням їх на складові частини та дефектування окремих деталей. Підприємство знаходиться в кооперації з іншими спеціалізованими підприємствами, які займаються відновленням базових деталей двигуна (блок циліндрів, головка блоку циліндрів, колінчастий вал, розподільчий вал, шатуни і ін.), ремонтом паливної апаратури, ремонтом турбокомпресорів.

Під час капітального ремонту двигуна Cummins виконуються наступні роботи:

- Заміна прокладки головки блока циліндрів (ГБЦ);
- Заміна шатунно-поршневої групи;
- заміна корінних вкладишів колінчастого валу та шатунних вкладишів;
- заміна підшипників та манжетів;
- діагностування гільз циліндрів двигуна на наявність механічних пошкоджень та стану хонінгованої внутрішньої поверхні циліндру;

Для проведення ремонтних робіт двигунів Cummins, використовують різноманітні інструменти, до яких входять накидні ключі, торцеві головки, динамометричні ключі та ін.

В дільниці по ремонту гідравлічного обладнання сільськогосподарської техніки ремонтують агрегати гідростатичного приводу комбайнів, до таких агрегатів входять гідравлічний насос, гідравлічний мотор та гідро розподільник, окрім цього здійснюється ще ремонт і обслуговування

гальмівних барабанів та гідравлічних циліндрів. При надходженні одного із перерахованих агрегатів гідравлічної системи, спочатку проводиться його дефектування (пошук на наявність несправності), якщо несправності були виявлені, приступають к їх усуненню шляхом заміни необхідних елементів в агрегаті. По закінченню проведення ремонтних робіт, агрегат випробовують на спеціальному стенді, після чого віддають вже справний агрегат клієнтові.

Окрім ремонтних майстерень, на території підприємства є адміністративна будівля та майданчик для паркування автомобілів.

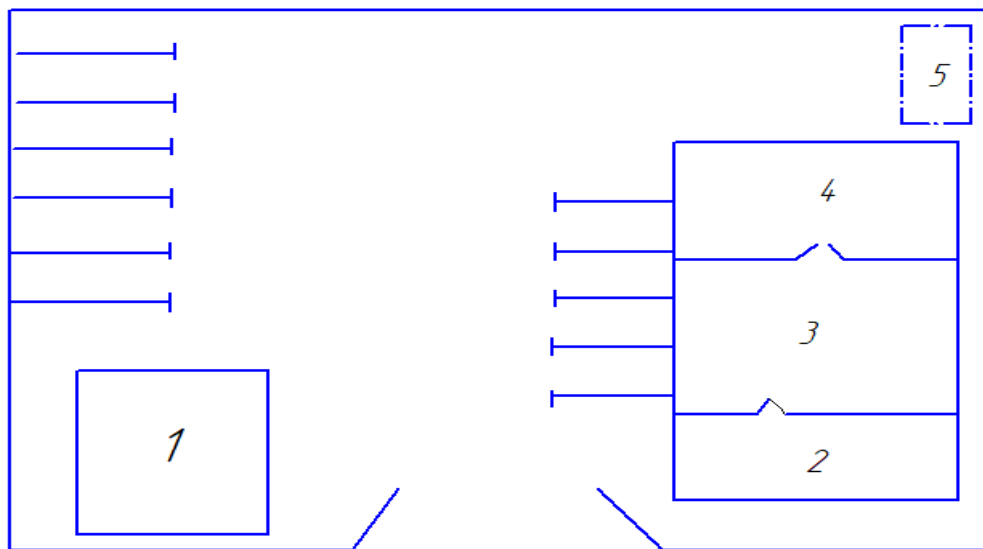


Рис. 1.1 -План - схема підприємства «Крупа ІК»

1 – дільниця по ремонту та обслуговуванню гідравлічного обладнання;
2 – адміністративне приміщення; 3 – склад; 4 –дільниця по ремонту двигунів;
5 – майданчик для металобрухту.

1.3 Аналіз організації капітального ремонту двигуна Cummins

Капітальний ремонт двигуна проводять з метою відновлення його ресурсу. Після капітального ремонту ресурс двигуна відновлюється приблизно на 80 % [9] відсотків від нового стану.

Капітальний ремонт двигуна виконується сервісними інженерами в ремонтній майстерні з необхідними для цього обладнаннями і

інструментами. Сервісна бригада виїжджає на поле або до господарства, де знімає несправний двигун з комбайна чи трактора.

Двигун, який надійшов до ремонтної майстерні, перед розбиранням спочатку продувають стиснутим повітрям від пилу та бруду. Потім двигун встановлюють на спеціальний стенд, де відбувається подальше розбирання двигуна на окремі частини. Після цього приступають до дефектування його окремих частин: перевіряється блок циліндрів на наявність тріщин та сколів, також посадочні місця під гільзи перевіряються на наявність конусності та овальності, оцінюється внутрішня (дзеркальна) поверхня циліндрів (стан хону, наявність задір та потертості від механічних домішок), перевіряється шатунно-поршнева група, розподільчий та колінчастий вали на механічні пошкодження.

При виявленні механічних пошкоджень (тріщини, сколи, задири) і/або ознаки зношування, деталі або замінюють на нові (шатуни, поршні, вкладиші (корінні, шатунні) і т.д.), або відправляють на відновлення у спеціалізовані майстерні для їх відновлення (блок циліндрів, головка блоку циліндрів).

Після надходження нових відновлених запчастин, двигун збирається в зворотній послідовності з дотриманням вказаних зусиль затягування болтів та гайок. Проводиться контроль виконаних робіт і двигун видається клієнтові.

Дільниця по ремонту двигунів має стелаж, куди складається нависне обладнання та запчастини ремонтovanого двигуна. Також дільниця має компресорне обладнання, яке живить пневмо-інструмент, верстаки з ящиками, гідравлічний прес і т.д.

1.4 Аналіз технології проведення капітального ремонту двигунів

Під час проведення капітального ремонту двигуна, виконується перелік робіт відповідно до технологічного процесу капітального ремонту. Але окрім розбирання, миття деталей, сортування та їх дефектування, враховуються ще і допоміжні роботи такі як: транспортування, матеріально-

технічне постачання, технічний контроль виконаної роботи та випробовування двигуна після збірки.

Отже, капітальний ремонт двигуна Cummins на підприємстві «Крупа ІК» складається з таких основних етапів:

Перший етап – надходження несправного двигуна до ремонтної дільниці та оформлення необхідної документації на проведення ремонту.

Другий етап – розбирання та миття деталей. Перед розбиранням, двигун ретельно обдувають стиснутим повітрям від пилу та різноманітного бруду. Спочатку демонтують навісне обладнання двигуна (турбокомпресор, впускний та випускний колектора, шківів і т.д), потім демонтуються базові деталі (головка блоку циліндрів, блок циліндрів, гільзи циліндрів). Демонтовані деталі сортують та відправляють на мийку (мийку здійснюють мийною установкою), після чого висушують та складають на спеціальний піддон.

Третій етап – дефектування. Дефектування проводять з метою оцінки технічного стану знятих деталей. При дефектуванні оцінюється знос деталей та наявність у них механічних пошкоджень (тріщин, сколювань, задирів і т.д). У випадку незадовільного технічного стану деталей, їх замінюють на нові. Також проводиться дефектування базових деталей двигуна (блок циліндрів, головка блока циліндрів (ГБЦ), колінчастий вал, розподільний вал), наприклад, при дефектуванні ГБЦ, перевіряється стан впускних та випускних клапанів, стан поверхні, яка прилягає до поверхні блоку циліндрів, також перевіряється безпосередньо сама ГБЦ на механічні пошкодження. В залежності від виявлених несправностей, базові деталі або замінюють на нові, або відправляють на спеціалізовані майстерні для їх подальшого відновлення.

Четвертий етап – збірка та фарбування. Збірку двигуна проводять в зворотній послідовності. Необхідно дотримуватися чіткої послідовності збірки та затягувати всі кріплення з моментом затяжки, які рекомендовані заводом – виробником. Після збірки, двигун фарбують з метою захисту

його поверхонь від дії оточуючого середовища (виникнення корозії на різноманітних поверхнях).

П'ятий етап – випробовування та видача клієнту. Відремонтований двигун підключають до стенду і на протязі декількох годин випробовують його. Після цього оформлюється необхідна документація. Справний двигун видається клієнтові.

На ремонтній дільниці в основному ремонтують двигуни Cummins series C, які встановлюються на тракторах і комбайнах Case та на іншій сільськогосподарській та промисловій техніці.

Основні характеристики двигунів Cummins series C приведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Технічна характеристика двигунів Cummins series C [10]

Об'єм двигуна	від 8,3 до 14 л
Кількість циліндрів	6,8,10 або 12
Потужність	від 200 л.с. (140,6 кВт) до 600 л.с. (421 кВт)
Крутний момент	від 925 Нм. до 2 508 Нм.
Типа палива	дизель
Паливна система	Common Rail або механічна система з ТНВД
Система охолодження	Рідинна система з водяним насосом
Система мащення	Мащення під тиском з масляним насосом
Клапанний механізм	ОНV (нижнє розміщення розподільчого валу та верхнє розміщення клапанів)
Система впуску	турбонаддув з інтеркулером



Рис. 1.2 - Двигун Cummins series C

Двигуни даної серії відомі своєю надійністю, економічністю та довговічністю. Вони також мають високий крутний момент та рівень потужності, що дозволяє їм працювати в складних умовах.

В останній час, на дільниці почали ремонтувати двигуни Iveco, на техніці Case встановлюється двигун моделі Cursor 9. Основні технічні характеристики даного двигуна приведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Основні технічні характеристики Iveco Cursor 9 [10]

Потужність	від 310 л.с. (217,9 кВт) до 450 л.с. (316,3 кВт)
Крутний момент	від 1300 Нм. до 1627 Нм.
Типа палива	дизель
Паливна система	Електронна система безпосереднього впорскування
Система охолодження	Рідинна система з водяним насосом
Система мащення	Мащення під тиском з масляним насосом
Клапанний механізм	ОНV (нижнє розміщення розподільчого валу та верхнє розміщення клапанів)
Система випуску відпрацьованих газів	багатоступеневе рециркуляційне охолодження



Рис. 1.3 - Двигуна Iveco Cursor 9

Електронна система, яка встановлена на даному двигуні забезпечує його стабільну роботу та мінімізує викиди шкідливих речовин. Також має низький рівень шуму та вібрації, що забезпечують комфортні умови роботи для водія.

1.5 Висновки та задачі проекту

На підприємство «Крупа ІК» постійно зростає номенклатура моделей ремонтваних двигунів. Для цього необхідно виконувати ремонт по новій більш енерго - затратній та продуктивній технології. Також для забезпечення більш якісного ремонту, необхідно використовувати сучасне обладнання та інструменти

Виходячи із вище проведеного аналізу матеріально-ремонтної бази та технології проведення капітального ремонту двигунів, було прийнято рішення розробити проект ремонтної дільниці, де проводиться капітальний ремонт двигунів. Даний захід проводиться з метою підвищення якості та продуктивності проведення капітального ремонту двигунів Cummins та мінімізувати затрати праці на проведення деяких операцій.

Для реалізації даної мети необхідно виконати наступні задачі:

- Обґрунтування програми та річної трудомісткості робіт;

- Розробка технологічного процесу проведення капітального ремонту;
- Визначення необхідної кількості робітників, основного та допоміжного обладнання на проєктованій ділянці;
- Розробка технологічного планування ділянки
- Запровадити заходи безпеки при проведенні ремонтних робіт;
- Виконати розрахунок економічної ефективності проєкту.

2. Обґрунтування програми ремонту та проєктування дільниці капітального ремонту двигунів

2.1 Аналіз методу капітального ремонту та програма роботи по проєктуванню дільниці

Капітальний ремонт – це один із видів ремонту, який виконується на спеціалізованих підприємствах з метою відновлення працездатності і повного або ж близького до повного відновлення ресурсу двигуна із заміною або відновленням окремих деталей двигуна, у тому числі базових (колінчастий вал, розподільчий вал, головка блоку циліндрів та блок циліндрів).

На сьогоднішній день проведення капітального ремонту двигунів для автотракторних і комбайнових двигунів дуже актуальне, так як якість встановлюваних запчастин значно знизилася, через це ресурс двигуна зменшується. Також, приводом для проведення позапланового капітального ремонту, служить неякісне обслуговування та неправильна експлуатація двигуна.

До складу дільниці по проведенню капітального ремонту двигунів входять:

- Дільниця по розбиранню-складанню двигунів;
- випробувальна дільниця.

Програма проєктування дільниці капітального ремонту двигунів включає такі основні пункти:

- Розрахунок річної трудомісткості ремонтної дільниці;
- розрахунок необхідного числа робітників та робочих місць;
- розроблення схеми технологічного процесу та її опис;
- підбір та розрахунок основного обладнання;
- розрахунок площі дільниці.

По закінченню технологічного розділу пишеться висновок, в якому необхідно вказати отримані дані з розрахунків.

2.2 Розрахунок річної трудомісткості робіт на ремонтній дільниці

Річна трудомісткість дільниці залежить від норми часу на розбирально-складальні та обкатувально-випробувальні роботи та від річної програми дільниці. Річну трудомісткість на дільниці визначаємо за формулою:

$$T_{дiл.} = (T_{р.скл.} + T_{ов.} + T_{ф} + T_{м}) \times N \times K_n \quad (2.1)$$

де $T_{розб.д.} = 25,2$ люд-год.– трудомісткість розбиральних та дефектувальних робіт; [8]

$T_{скл.} = 23,41$ люд-год – трудомісткість складальних та комплектувальних робіт; [8]

$T_{ов.} = 9,33$ люд-год.– трудомісткість обкатувально-випробувальних робіт; [8]

$T_{ф} = 0,52$ люд-год – трудомісткість фарбування двигуна [8]

$T_{м} = 3,9$ – трудомісткість мийних робіт [8]

$N = 48$ шт. – річна програма ремонту двигунів; [12]

$K_n = 1.15$ – поправочний коефіцієнт. [8]

$$T_{дiл.} = (25,2 + 23,41 + 9,33 + 0,52 + 3,9) \times 48 \times 1,15 = 3\,442,27 \text{ люд-год.}$$

Окрім основної трудомісткості на проведення капітального ремонту двигуна, необхідно враховувати трудомісткість на проведення допоміжних робіт. За нормативними даними, це роботи, які пов'язані з ремонтом технологічного обладнання дільниці (8-10 %) [5]. Ремонт та виготовлення технологічної оснастки та інструменту (3-5%) [5] і інші роботи (10 %) [5].

Приймаємо загальний відсоток об'єму допоміжних робіт в кількості 20 % від річної трудомісткості робіт на дільниці.

Отже, загальна трудомісткість робіт на дільниці буде складати:

$$T_{заг} = T_{дiл.} + T_{дон} = 3442,27 + 684,45 = 4126,72 \text{ люд-год} \quad (2.2.)$$

де $T_{дон} = 684,45$ – річна трудомісткість допоміжних робіт на дільниці.

2.3 Визначення числа робітників

При розрахунках необхідного числа робочих на дільниці, розрізняють штатне та явочне число робітників. Під штатним або списочним числом робітників мається на увазі загальна кількість робітників, які оформлені на

дільниці. Явочне число робітників – фактичне число робітників, які працюють в ремонтній дільниці.

Штатне число робітників визначаємо по залежності:

$$P_{шт} = \frac{T_{заг.}}{\Phi_{д} \times K} \quad (2.3.)$$

де $\Phi_{д}$ – дійсний фонд робочого часу робітника, год. Для слюсаря дійсний фонд робочого часу становить 1860 год. [8]

$K = 1.10$ – запланований коефіцієнт перевиконання норм виробітку. [8]

$$P_{шт} = \frac{4126,72}{1860 \times 1,10} = 2,4 \text{ роб.} \quad (2.4)$$

Приймаємо 2 робітника.

Явочне число робітників розраховується за формулою:

$$P_{шт} = \frac{T_{заг.}}{\Phi_{н} \times K} \quad (2.5)$$

$\Phi_{н}$ – номінальний фонд робочого часу робітника, год. Для слюсаря номінальний фонд робочого часу становить 2070 год. [8]

$$P_{яв.} = \frac{4126,72}{2070 \times 1,10} = 2,1 \text{ роб.} \quad (2.6)$$

Приймаємо також 2 робітника.

Далі необхідно розрахувати число стаціонарних робочих місць за такою формулою:

$$X_{рм} = \frac{T_{заг.}}{\Phi_{рм} \times C} \quad (2.7.)$$

де $\Phi_{рм} = \Phi_{н} = 2070$ год – річний фонд робочого місця; [8]

C – кількість змін на дільниці ($C = 1$ зміна).

$$X_{рм} = \frac{4126,72}{2070 \times 1} = 1,9 \text{ р.м.}$$

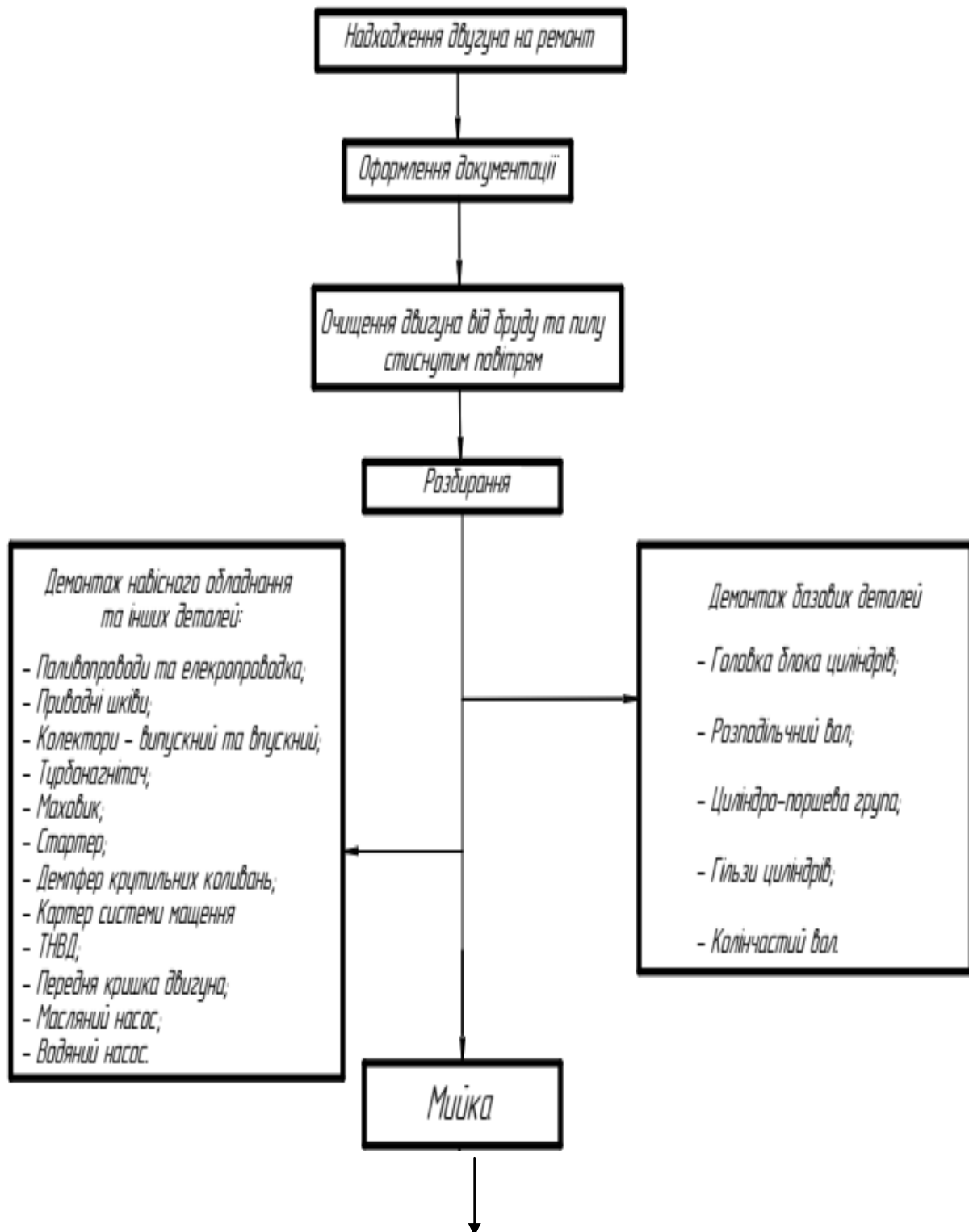
Приймаємо 2 робочих місця.

Цими робочими місцями будуть:

- Місце № 1 – Розбирання, складання, а також дефектація та комплектування ремонтуємого двигуна;
- Місце № 2 – випробування двигуна після капітального ремонту.

2.4 Проектування технологічного процесу по проведенню капітального ремонту двигуна

Схема технологічного процесу по проведенню капітального ремонту двигунів, приведена нижче.



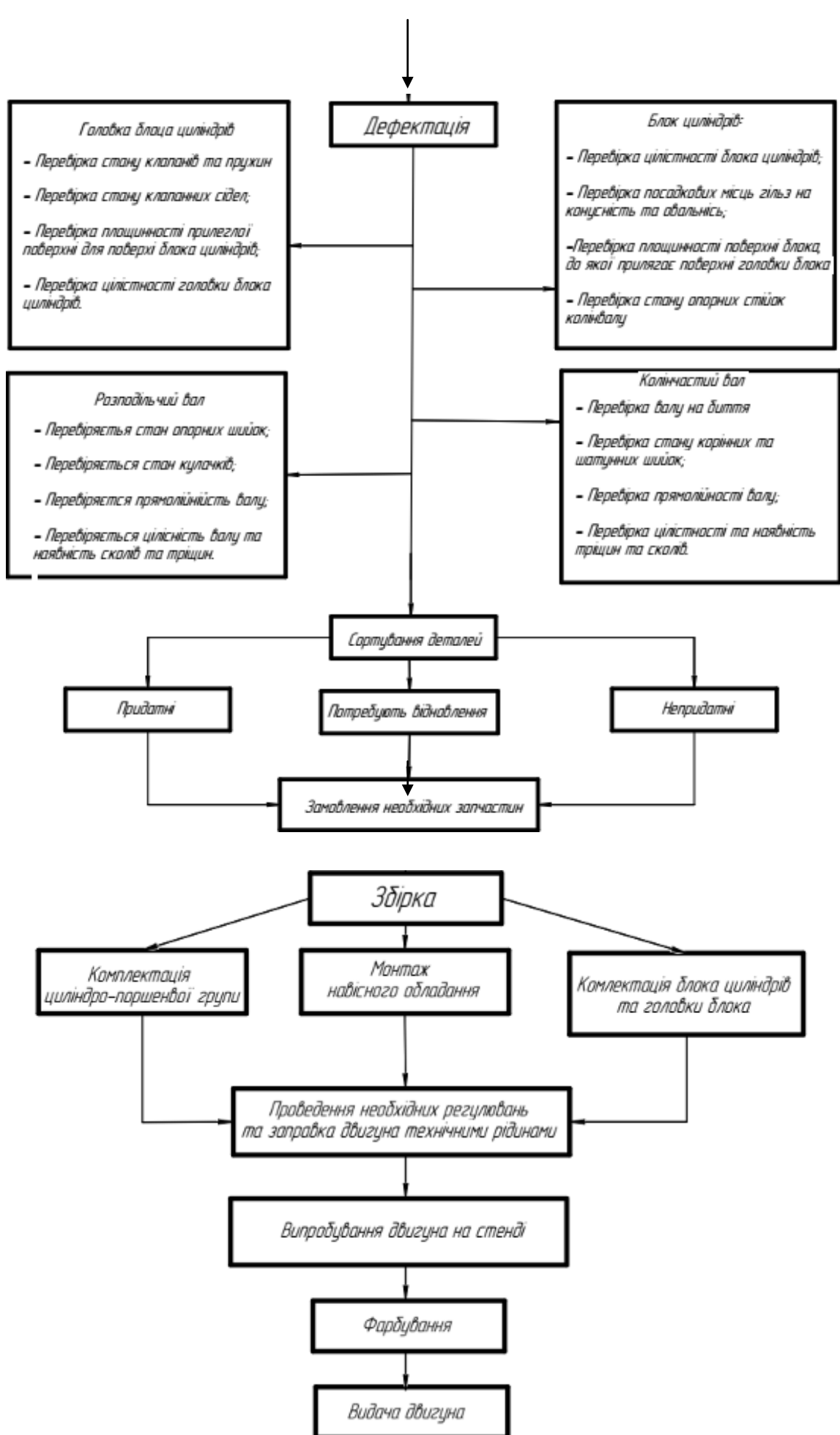


Рис.2.1 - Схема технологічного процесу капітального ремонту двигуна.

2.5 Опис технологічного процесу на дільниці капітального ремонту двигунів

На дільницю для проведення капітального ремонту двигуна клієнт самостійно привозить, або якщо двигун вийшов з ладу під час збору врожаю в полі, в такому випадку клієнт телефонує на підприємство для виклику сервісної бригади. Сервісна бригада приїжджає на поле, знімає несправний двигун з комбайна чи трактора та відвозить його на підприємство.

Несправний двигун надходить на ремонтну дільницю. Перед розбиранням двигун обдувається стиснутим повітрям, з метою видалення з нього пилу та бруду. Після цього, двигун встановлюється на спеціальний стенд для розбирання. Розбирання двигуна можуть виконувати один або два механіка. Спочатку демонтується все навісне обладнання та інші зовнішні елементи: паливний насос високого тиску та його паливні трубки, турбонагнітач, випускний та впускний колектори, демпфер крутильний коливальний, стартер, водяний насос, масляний насос, передня кришка двигуна, масляний піддон, клапана кришка та інші. Гайки та болти складаються у спеціальну ємність. Після зняття навісного обладнання, котре складають на стелаж, приступають до демонтажу базових деталей. Починають з головки блока циліндрів, але спочатку необхідно зняти з неї паливні форсунки. Болти кріплення головки блока циліндрів необхідно відкручувати в певній послідовності. Головку блока циліндрів з двигуна знімають за допомогою крана-балки. Потім приступають до демонтажу елементів, які встановлені в блоці циліндрів. Спочатку демонтується колінчастий вал, потім циліндро-поршнева група. Для зняття гільз з блока циліндрів, необхідно скористатися спеціальним зйомником, також необхідно пронумерувати гільзи. Потім демонтується розподільчий вал зі штовхачами (штовхачі також нумерують). Всі зняті деталі складаються на стелаж.

Після розбирання, деталі та вузли необхідно очистити від мастила, тому їх завантажують у спеціальну мийну машину. Але не всі зняті деталі підлягають мийці в мийній машині. Тому перед мийкою потрібно провести

сортування. По завершенню процесу миття, деталі ретельно обдувають стиснутим повітрям з метою повного видалення крапель води з поверхні та порожнин деталей. Деталі відправляються на дефектацію.

Дефектація проводиться з метою встановлення поточного технічного стану тих чи інших деталей, які потім сортують на «придатні», «непридатні» та «потребують відновлення». Придатні деталі можуть бути встановлені повторно, до непридатних відносять деталі з різноманітними механічними пошкодженням, які необхідно вибракувати та замінити новими. До деталей, що потребують відновлення, відносять в основному базові деталі двигуна: головка блоку циліндрів, блок циліндрів, гільзи циліндрів та колінчастий та розподільчий вали. Такі деталі відправляються на спеціалізоване підприємство по відновленню деталей.

Після проведення дефектації, складається перелік необхідних запчастин, цей перелік відправляється на склад підприємства. По надходженню нових запчастин та базових деталей після відновлення, механіки приступають до комплектування та складання двигуна.

Складання двигуна починається з комплектування циліндро-поршневої групи (поршні необхідно підбирати по масі та діаметру). Складання відбувається в зворотньому порядку. Спочатку встановлюють колінчастий вал, гільзи циліндрів, циліндро-поршнева група, розподільчий вал зі штовхачами, монтується головка блоку циліндрів та навісне обладнання та інші зовнішні деталі двигуна. Збірку двигуна необхідно проводити в певній послідовності та дотримуватися зусиль та послідовність затягування болтових кріплень деталей.

Після збірки двигуна проводяться необхідні регулювання, наприклад регулювання зазорів клапанів(азор на впускному клапані повинен становити 0,31 мм, а на випускному – 0,61 мм). Двигун заправляють необхідними технічними рідинами (масло і охолоджуюча рідина) та встановлюють на випробувальний стенд для обкатування.

Після проведення випробувальних заходів, двигун фарбується, оформлюється необхідна документація та видається замовнику.

2.6 Проектування дільниці капітального ремонту двигунів

2.6.1 Розрахунок основного обладнання

При проектуванні ремонтної майстерні, кількість основного обладнання розраховується за розрахунковими залежностями, а кількість допоміжного приймається згідно з технологічним процесом проведення робіт на проектуємій дільниці.

До основного обладнання відносяться: стенди для розбиральних – складальних робіт, стенд для проведення випробування двигуна після збірки та мийна машина.

До допоміжного обладнання відносяться: верстак слюсарний, шафа для різноманітних інструментів, стелажі для демонтованих деталей та агрегатів, повітряний компресор, гідравлічний прес і т.д.

Визначаємо кількість мийних машин:

$$N_m = \frac{Q_d \times t}{q \times \Phi_{d.o} \times \eta_d \times \eta_v} \quad (2.8)$$

де Q_d – загальна маса деталей (вузлів) машин, що підлягають миттю на протязі року, кг;

t – тривалість процесу миття, год; ($t = 0.6$ год.) [8]

q – маса деталей одного завантаження, кг ($q = 150$ кг.)

η_z – коефіцієнт, який враховує одночасне завантаження мийної машини по масі ($\eta_z = 0,8$); [8]

η_e – коефіцієнт використання машини за часом ($\eta_e = 0,9$). [8]

Визначаємо загальну масу деталей машин, що підлягають миттю на протязі року:

$$Q_d = \beta_d \times Q_a \times N_a \quad (2.9)$$

де $\beta_d = 0.8$ – коефіцієнт, що враховує долю маси деталей, що підлягають миттю, відповідно від загальної маси двигуна; [8]

Q_d – маса двигуна, кг (маса двигуна Cummins series C становить $Q_d = 637$ кг.)

N_d – річна кількість двигунів, які підлягають капітальному ремонту, шт..

$$Q_d = 0,8 \times 637 \times 48 = 24\,460 \text{ кг.}$$

$$N_m = \frac{24\,460 \times 0,6}{150 \times 1860 \times 0,8 \times 0,9} = 0,07 \text{ шт.}$$

Приймаємо 1 мийну машину.

Визначаємо кількість випробувальних стендів для двигунів:

$$N_e = \frac{N_d \times t_b + N_{дп} \times t_{дп}}{\Phi_{д.о} \times \eta_o} \quad (2.10)$$

де t_e – тривалість випробування двигуна, год; ($t_e = 3,5$ год.) [8]

$N_{он}$ – кількість повторних випробувань двигунів, шт. ($N_{он} = 3$ шт.)

$T_{пв}$ – тривалість повторних випробувань, год ($T_{пв} = 1$ год.) [8]

$\Phi_{д.о}$ – річний дійсний фонд часу обладнання, год ($\Phi_{д.о} = 2010$ год); [8]

η_o – коефіцієнт застосування обладнання за часом ($\eta_o = 0,87$). [8]

$$N_e = \frac{48 \times 3,5 + 3 \times 1}{2010 \times 0,87} = 0,09 \text{ шт.}$$

Приймаємо 1 стенд для випробування двигунів після капітального ремонту.

Кількість стендів для проведення розбирально – складальних робіт:

$$N_{р.с.} = \frac{T_{р.с.}}{\Phi_{д.о}} \quad (2.11)$$

де $T_{р.с.}$ – трудомісткість проведення розбирально – складальних робіт, люд-год; ($T_{р.с.} = 2\,333.28$ люд-год.)

$\Phi_{д.о}$ – дійсний фонд часу обладнання, год ($\Phi_{д.о} = 2030$ год.) [8]

$$N_{р.с.} = \frac{2333.28}{2030} = 1.1 \text{ шт.}$$

Приймаємо 1 розбирально – складальний стенд.

Перелік основного та допоміжного обладнання зводимо у спеціальну відомість, як представлена в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Відомість обладнання ділянки по ремонту двигунів.

№ п/п	Найменування обладнання	Марка, модель	Число одиниць	Габаритні розміри, мм	Площа, м ²		Ціна, грн	
					Одиниць	Загальна	Одиниць	Загальна
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Основне обладнання								
1	Стенд для розбирання-складання	Власного виробництва	1	1800 x 1005 x 1530	1,34	1,34	25200	25200
2	Випробувальний стенд двигунів	КС-276-032	1	3590 x 1010 x 1780	3,62	3,62	150000	150000
3	Мийна машина	MAGIDO L122	1	1480 x 1700 x 2195	2,51	2,51	184000	184000
4	Компресор повітряний	Intertool - PT0040	1	1520 x 445 x 1015	0,66	0,66	34500	34500
5	Рокла гідравлічна	NIULI DF -25	1	–	–	–	12365	12365
6	Прес гідравлічний	Torin TY-2001	1	1550 x 185 x 150	0,27	0,27	27662	27662
7	Верстат свердильний	Hunt S-184	1	–	–	–	7400	7400
8	Підвісна кран-балка, 1 т.	–	1	5000	–	–	75000	75000
Всього					$F_{об} = 8,4$		$\Sigma = 516\ 127$	
Допоміжне обладнання								
1	Верстак слюсарний	STW - 326	2	600 x 1800 x 850	1,08	2,16	13828	27656
2	Набір торцевих головок з тріщоткою	Intertool	2	–	–	–	3837	7674
3	Стелаж для демонтованих деталей	Саморобний	1	1800 x 2700 x 400	1,08	1,08	5571	5571
4	Шкаф інструментальний	ШИ - 15	1	800 x 500 x 1800	0,4	0,4	9035	9035
5	Пневмогайковерт	Toptul	2	–	–	–	9090	18180
6	Фарбо - пульт	Toptul	1	–	–	–	4027	4027
7	Ключ динамометричний (40-210 Нм)	Toptul	2	–	–	–	3300	6600
8	Набір динамометричних ключів (6 - 30 Нм)	Toptul	1	–	–	–	5698	5698
9	Набір накидний ключів	Dnipro-M	2	–	–	–	2445	4890
10	Набір трьох-захватних зйомників з молотком	Toptul	1	–	–	–	3306	3306
11	Набір викруток	Dnipro-M	2	–	–	–	1000	2000
Всього					$F_{об} = 3,64$		$\Sigma = 94\ 637$	
Всього					$F_{об} = 12,04$		$\Sigma = 610\ 764$	

2.6.2 Розрахунок площі дільниці, технологічне планування дільниці

Виробнича площа представляє із себе площу, яку займають технологічне обладнання дільниці, стаціонарні робочі місця різноманітними стендами (в нашому випадку стендами для розбирання і складання та випробування двигунів), а також допоміжним обладнанням таким як інструментальний шкаф, верстаки, стелажі і т.д.

Площу дільниці розрахуємо за наступною залежністю:

$$F_{дiл.} = F_{об.} \times K_{\delta} \quad (2.12)$$

де $F_{об.} = 12,04 \text{ м}^2$ – сумарна площа обладнання [таблиця 2.1];

$K_{\delta} = 3,8$ – коефіцієнт, що враховує робочі зони та проходи. [8]

$$F_{дiл.} = 12,04 \times 3,8 = 45,7 \text{ м}^2$$

Приймаємо площу дільниці по ремонту двигунів 46 м^2 .

Далі по площі дільниці F_{δ} і площі зайнятої обладнанням $F_{об.}$ визначаємо розрахунковий коефіцієнт K_p , який враховує робочі зони та проходи і порівнюємо його з нормативним коефіцієнтом K_{δ} .

При цьому повинна виконуватися наступна умова [8]:

$$K_p \leq K_{\delta}$$

Розрахунковий коефіцієнт, який враховує робочі зони та проходи визначаємо за залежністю:

$$K_p = \frac{F_{\delta}}{F_{об.}} = \frac{46}{12,04} = 3,8 \quad (2.13)$$

$$K_p = 3,8 = K_{\delta} = 3,8$$

Умова виконується, але розрахована площа – це площа тільки під технологічне обладнання, без урахування простору для зберігання вже відремонтованих двигунів, різних технологічних ємностях (ємність для технічних рідин, для ветоші і т.д), гігієнічної зони (встановлення рукомийника), для стелажів – піддонів з брудними деталями, а також простір для їх переміщення по дільниці. Також врахуємо те, що з часом дільниця буде розширюватися в кількості відремонтованих двигунів. т

Розміри ділянки для подальшого планування приймаємо 20000 x 10000 мм.

Фактична площа ділянки становить 200 м².

2.6.3 Опис будівельно – планувального рішення ділянки

Проектуєма ділянка має два робочих місця : робоче місце № 1 – місце для проведення розбирально – складальних робіт, а також дефектації; місце № 2 – кімната для проведення випробування двигуна після капітального ремонту. Ділянка має колони розміром 400x400 мм. Підлога бетону, також встановлено 3 метало – пластикових вікна, ширина яких становить 2420 мм. Встановлено одну пару металевих розпашних воріт з габаритами 2400x4000 мм. Загальна площа ділянки становить 200 м² (20x10 м.). Освітлення комбіноване: природне та штучне. Штучне освітлення реалізується завдяки світло – діодних прожекторів, які встановлені на стелі в кількості чотирьох штук. Також для кожного робочого місця передбачено встановлення додаткової лампи, задля покращення освітлення робочого місця.

Ділянка в своєму складі має два стенди: стенд для розбирально – складальних робіт та випробувальний стенд, який встановлено в окремій кімнаті. Також в окремій кімнаті разом зі стендом розміщено площадку для фарбування двигуна після капітального ремонту. В випробувальній кімнаті встановлено вентиляційну систему для виводу відпрацьованих газів, які утворює двигун в процесі його обкатування, на вулицю. Також на ділянці присутня мийна машина, гідравлічний прес, два слюсарні верстаки, стелаж для демонтованих деталей, інструментальна шафа, повітряний компресор для живлення пневмо-інструменту та гідравлічна рокла, яка буде використовуватися для транспортування піддонів з запчастинами. Перед ділянкою розміщено пост прийому та видачі двигунів.

Висновок: Розраховано трудомісткість виконання робіт на ділянці, становить 3442,27 люд-год, також були проведені розрахунки по визначенню річної трудомісткості допоміжних робіт ($T_{дон} = 684,45$). Отже, загальна річна трудомісткість на ділянці становить 4126,72 люд.-год. Площа – 200 м².

3. Проектування стенду для розбирально – складальних робіт автотракторних двигунів

3.1 Аналіз існуючих конструкцій та область застосування спроектованого стенду

На сьогоднішній день існує різноманітна кількість стендів для розбирально-складальних робіт двигунів внутрішнього згорання. Далі розглянемо найпоширеніші види стендів для розбирально – складальних робіт.

Стенд ZX-06-01 призначений для розбирання та збирання двигунів, а також агрегатів. Являє собою одно стійкову консоль, яка має три колеса для переміщення стенда по дільниці. Двигун кріпиться до стенду за допомогою чотирьох захватного кронштейну та обертається на 360° за допомогою рукоятки та черв'ячного редуктора. Маса стенду становить 19 кг, максимальна вантажопідйомність – 455 кг. Габаритні розміри 875x195x190 мм.



Рис. 3.1 - Стенд ZX-06-0

Перевагами даного стенду є його проста конструкція, мобільність, малі габарити та вага, низька вартість. Недоліками є нестійкість, через простоту

конструкції не має можливість встановлювати додаткове обладнання (наприклад різноманітні знімачі), розбирання двигунів конкретних габаритних розмірів та ваги.

Стенд R15 призначений для розбирання та складання двигунів вантажних автомобілів та сільськогосподарської техніки. Представляє із себе двоопорний стенд з колесами для переміщення по ремонтній ділянці. Стенд має тільки повздовжнє регулювання. Встановлений двигун має можливість обертатися на 360° за допомогою двох електродвигунів по 0.5 кВт. Даний стенд має такі габаритні розміри 2355x1034x1433 мм (ДxШxВ) та такі характеристики: мережа живлення – 380 В. , вага – 300 кг; вантажопідйомність – 2000 кг.



Рис 3.2 - Стенд для розбирання – збирання двигунів R15

Стенд P776E також призначений для проведення робіт по розбиранню та складанню двигунів, коробок передач, задніх мостів та інших агрегатів вітчизняного та імпорного виробництва. Цей обладнаний електроприводом обертання встановленого двигуна на 360° за допомогою черв'ячного редуктора. Даний стенд є більш стійким на відміну від стенду по типу консолі. Максимальна вантажопідйомність до 2000 кг. Габаритні розміри

наступні довжина – 2467 мм.; ширина – 1060 мм. ; висота – 1425 мм. Стенд має електродвигун потужністю 0,75 кВт, напруга живлення – 380 В. Маса – 445 кг.

На основі даної моделі стенда буде проектуватися власний під потреби підприємства.



Рис.3.3 - Стенд для проведення розбиральних – збиральних робіт Р770Е

На підприємстві «Крупа ІК» для розбирання – складання двигунів використовується стаціонарний консольний стенд з ручним обертанням двигуна на 360° по типу ZX-06-01. Даний стенд характеризується простою конструкцією та невеликими габаритними розмірами. Головними недоліками цього стенду є нестійке положення при проведенні розбирально – складальних робіт, не універсальний (обмежений розмір ремонтуємого двигуна) , а також не є мобільним.

На основі цих недоліків, було прийнято рішення розробити власний стенд для розбирально – складальних робіт, який дозволить встановлювати двигуни від сільськогосподарської техніки будь-яких габаритних розмірів, також забезпечить підвищення продуктивності та зручність проведення розбирально – складальних робіт.

3.2 Опис розробленої конструкції

На рис. 3.4 та 3.5 представлено креслення стану у двох проекціях: вид зверху та вид спереду. До складу розробленого стану входять наступні елементи: приводний редуктор (1); кронштейни кріплення (2), на які буде встановлюватися двигун; транспортні колеса (3); поворотна рама квадратного перерізу (4), на яку буде встановлюватися об'єкт ремонту; обертовий обод (5), який надає обертовий рух рамі; приводний ролик (6) обертового ободу. Також на поперечній планці є отвори (8), за допомогою яких здійснюється регулювання ширини рами.

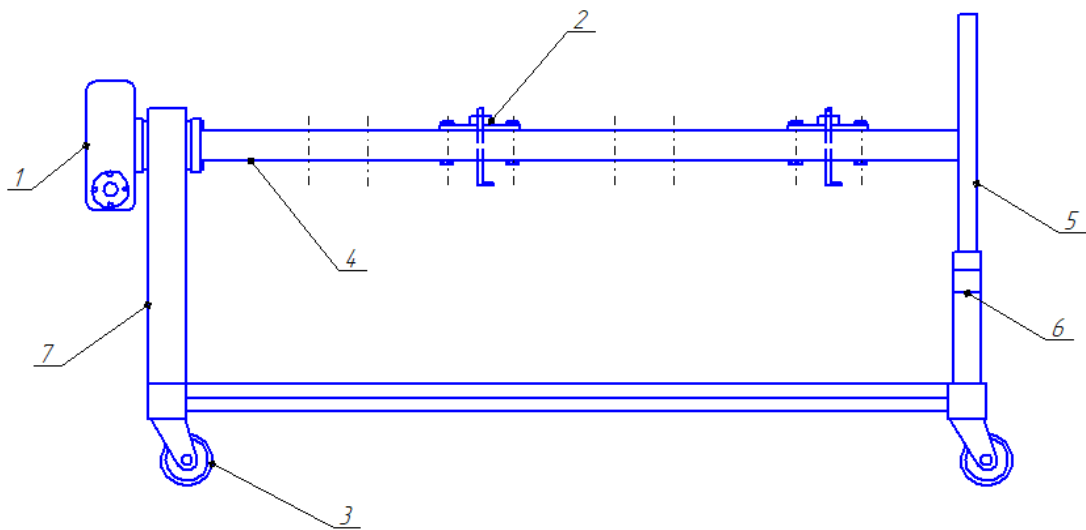


Рис.3.4 - Вид спереду розробленого стану для розбирально – складальних робіт

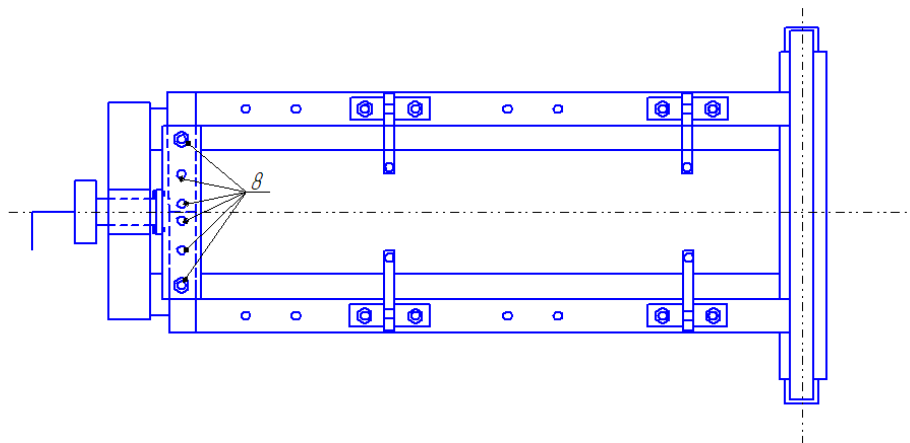


Рис.3.5 - Вид зверху розробленого стану для розбирально – складальних робіт

Обертання рами стану здійснюється за допомогою одноступінчастого черв'ячного редуктора Ч80 універсального типу (рис 3.6) Редуктор здатний витримувати критичні навантаження незалежно від сталості напруги і напрямки кручення. Завдяки конструктивним особливостям, передбачена можливість роботи з періодичними зупинками і тривалістю до 24 годин на всіх різьбових з'єднаннях. До основних переваг обраного редуктора входять безшумність та плавність роботи, яка досягнута завдяки особливостям зачеплення шестерень; даний черв'ячний редуктор має характерну особливість серед інших: відсутність оборотності.

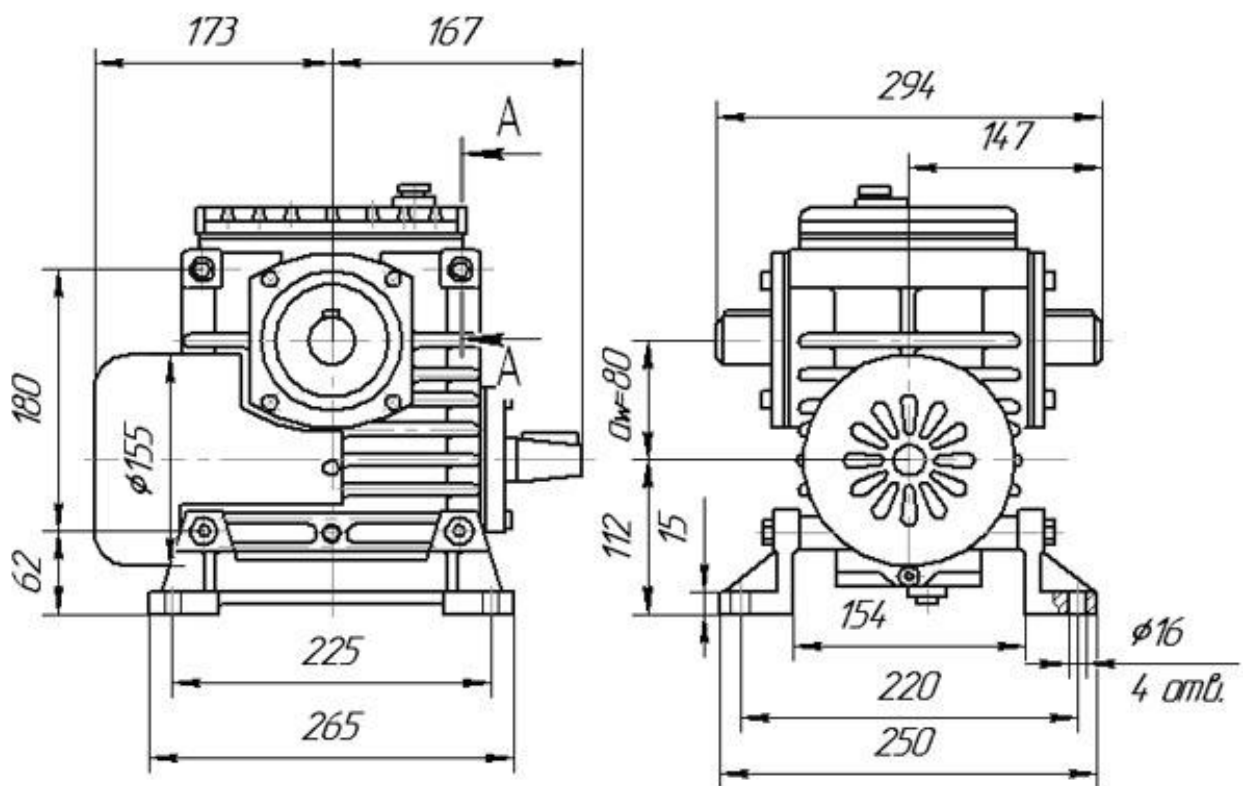


Рис. 3.6 - Черв'ячний редуктор універсального типу Ч80

Серед переваг розробленого стану в порівнянні з його аналогом, можна виділити наступне. Ширина рами може змінюватися в залежності від ширини об'єкту ремонту. Зміна ширина досягається за допомогою отворів, які є на поперечній планці самої рами та на центральній планці. Для встановлення необхідної ширини, необхідно поєднати отвір на поперечній планці рами з отвором на центральній планці, після цього зафіксувати

положення за допомогою болтового з'єднання. З протилежною частиною рами потрібно зробити теж саме.

Під час переміщення рами для встановлення необхідної ширини, їх кінець (зі сторони оборотного ободу) переміщується по спеціальній рейці з фіксаторами (для фіксування положення планок рами), яка встановлена впоперек на оборотному ободі.

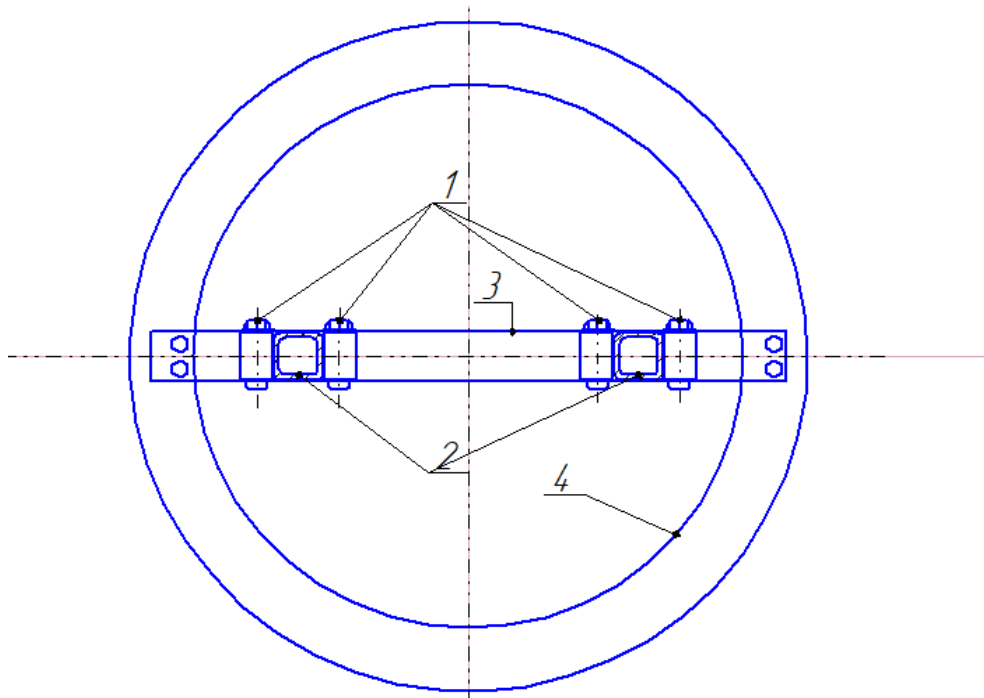


Рис. 3.7 - Оборотний обод з рейкою та фіксаторами

1 – Фіксатори планок рами; 2 – рама; 3 – рейка, по якій рухаються планки рами; 4 – оборотний обод.

Також стенд має змогу пересуватися по дільниці у разі необхідності. Це реалізується за допомогою чотирьох металевих транспортних коліс.

На рис. 3.8 зображений один із кронштейнів кріплення двигуна на стенді, який має можливість змінювати свою висоту встановлення об'єкту ремонту. Необхідне положення фіксується за допомогою торцевого гвинта.

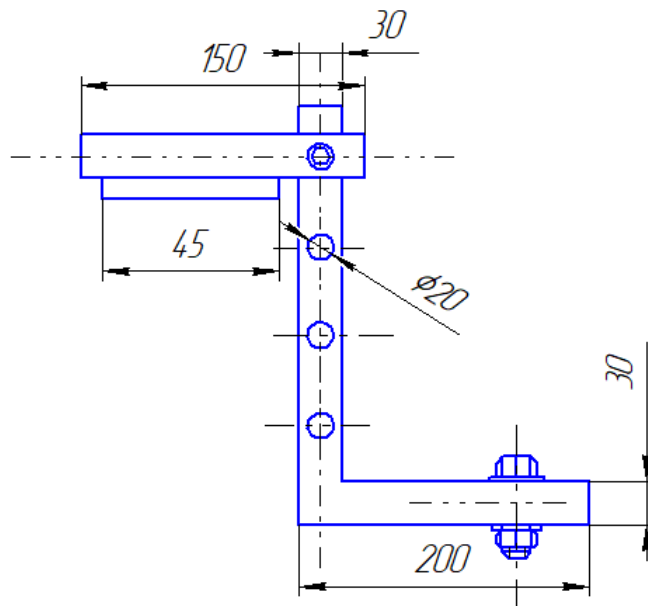


Рис. 3.8 - Кронштейн кріплення двигуна на стенд

3.3 Розрахунки, що підтверджують працездатність конструкції

Для розробки стенду для розбирально – складальних робіт необхідно провести розрахунки та підібрати необхідний розмір профільної труби квадратного перерізу, який забезпечить міцність рамки, на яку буде встановлюватися двигун.

Розмір необхідного профілю будемо обирати на основі розрахованого моменту опору W . Вихідні дані для розрахунку наступні: маса двигуна становить 637 кг (6370 Н); довжина повздовжньої профільної труби становить 1,7 м. (1700 мм.)

Розрахунок повздовжньої планки стенда на міцність, яка представляє із себе балку, яка закріплена з двох сторін нерухомими опорами та по центру навантажена зовнішньою силою F (рис. 4.1).

Зовнішня сила, яка діє на планку розраховується за залежністю:

$$F = \frac{Q}{2} \quad (3.1)$$

де Q = маса двигуна, Н. ($Q = 6370$ Н.)

$$F = \frac{6370}{2} = 3185 \text{ Н.}$$

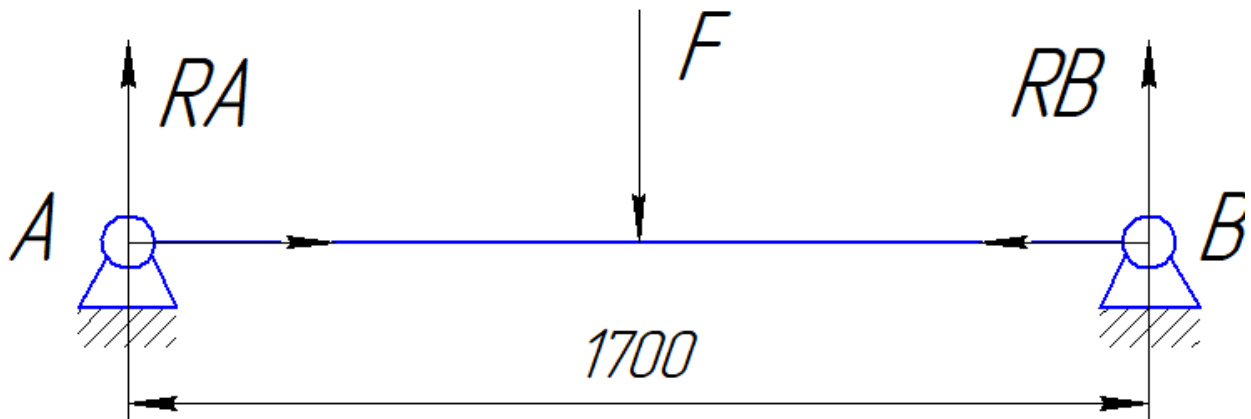


Рис. 3.9 - Розрахункова схема повздожньої планки стенду

Визначимо реакцію опор R_A та R_B за такою залежністю:

$$R_A = R_B = \frac{F}{2} \quad (3.2.)$$

$$R_A = R_B = \frac{3185}{2} = 1592,5 \text{ Н.}$$

Визначаємо значення згинального моменту, який виникає в планці під час дії на неї зовнішньої сили:

$$M_{зг} = R_A = R_B \times \left(\frac{L}{2}\right) \quad (3.3)$$

де $L = 1700$ мм. – довжина повздожньої планки.

$$M_{зг} = 1592,5 \times \left(\frac{1700}{2}\right) = 1,3 \times 10^6 \text{ Нм}$$

Визначаємо значення моменту опору W :

$$W = \frac{M_{зг}}{[\sigma]_{зг}} \quad (3.4.)$$

де $[\sigma]_{зг}$ - допустиме напруження згину для сталі. Профільні труби квадратного перерізу зазвичай виготовляють із сталі звичайної якості Ст3, тому приймаємо, що повздожня планка стенду виготовлена зі сталі Ст3. Допустиме напруження згину для сталі $[\sigma]_{зг}$ Ст3 становить 240 МПа. [6]

Момент опору становить:

$$W = \frac{1,3 \times 10^6}{240} = 5416,6 \text{ мм}^3 \text{ (5,41 см}^3\text{)}.$$

На основі розрахованого значення моменту опору $W = 5.41 \text{ см}^3$ приймаємо профіль квадратного перерізу з зовнішнім розміром $A = 50 \text{ мм}$; товщиною стінки $S = 6 \text{ мм}$.; площею перерізу $5,48 \text{ мм}^2$; масою $1 \text{ м } m = 7.80 \text{ кг}$.

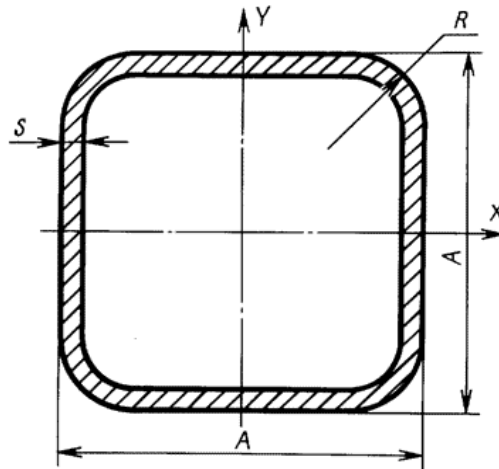


Рис. 3.10 - Схема профілю квадратного перерізу

Далі необхідно підібрати розмір профілю для тієї частини повздожньої планки, яка встановлюється в центральну поперечну профільну трубу та закріплюється в ній за допомогою болтового з'єднання.

Представляє із себе консольну балку, яка навантажена силою $F = 3185 \text{ Н}$, з однієї сторони жорстко закріплена, а з другої – вільна. Так як, планка стенду має можливість змінювати свою ширину, розрахунки робимо при максимальному вильоті.

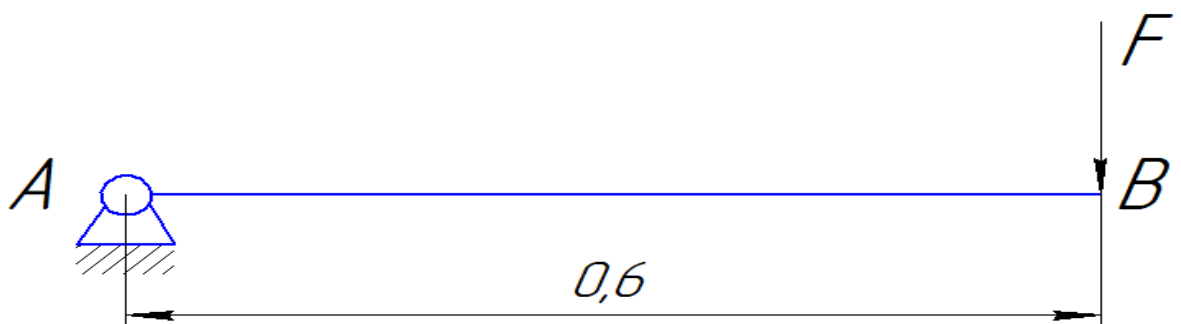


Рис. 3.11 - Розрахункова схема поперечної планки

Визначаємо згинальний момент:

$$M_{32} = L \times F \quad (3.5)$$

де $L = 600 \text{ мм}$ – довжина поперечної планки стенда.

$$M_{32} = 600 \times 3185 = 1,9 \times 10^6 \text{ Нм}$$

Визначаємо значення моменту опору W :

$$W = \frac{M_{32}}{[\sigma]_{32}} \quad (3.6.)$$

де $[\sigma]_{32}$ - допустиме напруження згину для сталі. Профільні труби квадратного перерізу зазвичай виготовляють із сталі звичайної якості Ст3, тому приймаємо, що повздовжня планка стенду виготовлена зі сталі Ст3. Допустиме напруження згину для сталі $[\sigma]_{32}$ Ст3 становить 240 МПа. [6]

Момент опору становить:

$$W = \frac{1,9 \times 10^6}{240} = 7962 \text{ мм}^2 = 7,9 \text{ см}^3.$$

Згідно розрахованому моменту опору необхідно підібрати профіль квадратного перерізу з зовнішнім розміром $A = 50$ мм; товщиною стінки $S = 3$ мм; масою 1 м $m = 4.87$ кг.

Друга частина рамки стенду, на яку встановлюється двигун, буде складатися з також ж самого профілю квадратного перерізу, що і перша, яку розраховали.

Ширина рамки стенду фіксується за допомогою болтового з'єднання, тому необхідно підібрати такий болт, який забезпечить надійну фіксацію встановленої ширини рамки без переміщень.

Спочатку визначимо силу затяжки болта F_0 :

$$F_0 = \frac{F_r \times K}{f \times z \times i} \quad (3.7)$$

де $K = 1,5$ – коефіцієнт запасу по зсуву деталей; [7]

$f = 0.19$ – коефіцієнт тертя по сталі; [7]

$z = 1$ – число болтів;

$i = 2$ – число площин стику деталей;

$F_r = 6370\text{Н}$ –зовнішня сила.

$$F_0 = \frac{6370 \times 1,5}{0,19 \times 1 \times 2} = 25144 \text{ Н.}$$

При затяжці болт працює на розтягування та скручування, тому:

$$F_p = 1,3 \times F_0 \quad (3.6)$$

$$F_p = 1,3 \times 25144 = 32687,2 \text{ Н}$$

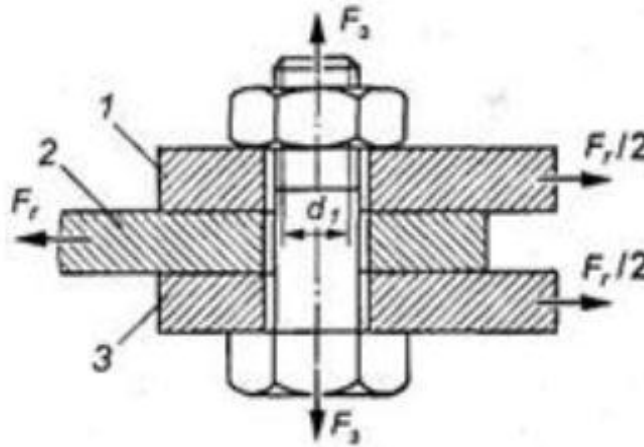


Рис.3.12 - Болтове з'єднання двох планок з зазором

Визначаємо розрахунковий діаметр болта:

$$d_p \geq \sqrt{\frac{4 \times F_p}{\pi \times [\sigma_p]}} \quad (3.7)$$

де $[\sigma_p]$ – допустиме напруження болта на розтяг;

$$[\sigma_p] = \frac{\sigma_T}{[S_T]} \quad (3.8)$$

де σ_T – границя текучості, МПа. Передбачається, що болт виготовлений зі сталі Ст3. Границя текучості сталі Ст3 становить $\sigma_T = 235$ МПа. [7]

$[S_T] = 2.1$ – коефіцієнт запасу міцності; [7]

$$[\sigma_p] = \frac{235}{2.1} = 112 \text{ МПа}$$

$$d_p \geq \sqrt{\frac{4 \times 32687,2}{3,14 \times 112}} = 19,28 \text{ см}$$

Згідно за розрахунковим діаметром обираємо болт М22 з крупним кроком.

Підбираємо розмір транспортних коліс для нашого стенду. Спочатку визначаємо максимальне навантаження, яке припадає на одне колесо:

$$F_{max} = 0.25 \times (Q + G_T) \quad (3.9)$$

де Q – вага двигуна, Н ($Q = 6370$ Н);

G_T – вага стенду, Н ($G_T = 4450$ Н)

$$F_{max} = 0.25 \times (6370 + 4450) = 2705 \text{ Н.}$$

Згідно розрахункового максимального навантаження, обираємо колеса з зовнішнім діаметром 200 мм.

Перевірку на контактну напруженість обраного колеса здійснюємо за залежністю:

$$G_{кл} = 0,167 \times K_{\tau} \times \sqrt{\frac{F_{max} \times E}{R}} \leq [\sigma_{кл}] \quad (3.10)$$

де $K_{\tau} = 0.28$ [8]

$R = 100$ мм. – радіус обраного колеса.

$[\sigma_{кл}]$ - допустиме контактне напруження ($[\sigma_{кл}] = 550$ МПа). [8]

$$G_{кл} = 0,167 \times 0,28 \times \sqrt{\frac{2705 \times 2.1 \times 10^5}{100}} = 111.4 \text{ МПа}$$

$$G_{кл} = 111,4 \text{ МПа} < [\sigma_{кл}] = 550 \text{ МПа}$$

Умова на контактну міцність виконується.

3.4 Технічні характеристики розробленого стенду

Основні технічні характеристики наведені в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики розробленого стенду

<i>Технічна характеристика стенду</i>	
<i>Найменування параметра</i>	<i>Величина</i>
<i>Тип стенду</i>	<i>Пересувний</i>
<i>Тип з'єднання конструкції</i>	<i>Болтове</i>
<i>Редуктор</i>	<i>480</i>
<i>Матеріал робочої рами</i>	<i>сталь Ст3</i>
<i>Привід</i>	<i>Ручний</i>
<i>Маса, кг</i>	<i>230</i>
<i>Довжина, мм</i>	<i>1800</i>
<i>Ширина рами, мм</i>	<i>698; 750; 1005</i>
<i>Висота, мм</i>	<i>1530</i>
<i>Діаметр обертового обода, мм</i>	<i>950</i>

3.5 Організація проведення розбирально-складальних робіт з використанням розробленого стенду

Перед початком роботи приводний редуктор необхідно заправити мастилом, марко якого вказана в технічній документації редуктора.

Перш ніж встановити двигун на стенд, слід виставити необхідні ширини рами та висоту встановлення за допомогою кріпильних кронштейнів. Після цього перевірити надійність болтового з'єднання рами та встановити двигун за допомогою крана – балки.

Під час проведення розбирально – складальних робіт, транспортні колеса стенду повинні бути зафіксовані. Переміщення стенду під час виконання робіт не допускається.

Також під стенд необхідно підставити ємність та зливу технічних рідин.

В даному розділі був проведений огляд існуючих конструкцій (аналогів розробленій конструкції), також було описано розроблений стенд та проведені розрахунки, які підтверджують працездатність конструкції. Під час проведення основних розрахунків, був обраний необхідний профіль, із якого потрібно виготовити раму, підібрано розмір болтів, які забезпечать надійну фіксацію обраної ширини рами. Також був підібраний редуктор та описана організація розбирально – складальних робіт з урахування розробленого стенду.

4. Охорона праці

4.1 Стан охорони праці на підприємстві

Служба охорони праці (ОП) на підприємстві призначена для створення санітарно – гігієнічних, організаційно – технічних та лікувально – профілактичних заходів і засобів, які спрямовані на створення безпечних умов праці людини в процесі трудової діяльності на підприємстві.

На підприємстві «Крупа ІК» є окрема посада інженера з охорони праці, яку займає людина потрібної компетентності. В його обов'язки входять управління охороною праці на підприємстві, організація заходів, які спрямовані на створення безпечних умов праці, проведення вступного інструктажу.

На підприємстві проводять вступний, первинний, повторний та позаплановий інструктажі.

Вступний інструктаж проводиться з усіма співробітниками при прийомі їх на роботу. Вступний інструктаж проводиться спеціалістом служби охорони праці або іншим фахівцем відповідно до наказу по підприємству, який в установленому типовим положенням порядку пройшов навчання і перевірки знань з питань охорони праці.

Первинний інструктаж проводить безпосередньо перед початком виконання трудових зобов'язань на робочому місці. Даний тип інструктажу проводить безпосередній керівник роботи (начальник підрозділу або дільниці).

Позаплановий інструктаж на підприємстві проводиться на робочому місці або в кабінеті керівником роботи в таких випадках:

- при зміні технологічного процесу, заміні або модернізації устаткування, приладів та інструментів;
- при порушеннях працівником вимог нормативно-правових актів з охорони праці, що призвели до травм, аварій, пожеж тощо.;
- при введенні в дію нових або переглянутих нормативно – правових актів з охорони праці, а також при внесенні змін та доповнень.

4.2 Вимоги праці при проведенні капітального ремонту двигунів

Співробітники, які займаються проведенням капітального ремонту двигунів повинні перед початком роботи пройти вступний та початковий інструктажі з охорони праці. Також користуватися засобами індивідуального захисту, кожен співробітник повинен мати повний комплект спецодягу – комбінезон, куртка, чоботи, головний убір.

Нижче приведений перелік загальних запобіжних заходів, яких працівник повинен дотримуватися для своєї особистої безпеки:

- Потрібно триматися подалі від обертових деталей, якій можуть порізати або завдати шкоди;
- забороняється під час виконання ремонту носити вільний та рваний одяг. Працівник повинен знімати всі прикраси;
- щоб зменшити ймовірність отримання травм, потрібно використовувати підйомні засоби (кран-балка) під час підйому деталей вагою 23 кг. і більше.
- завжди необхідно використовувати інструменті в хорошому та справному стані. Перед використанням спеціалізованого інструмента, працівник повинен ознайомитися з інструкцією його використання;
- співробітнику потрібно використовувати правильні методи блокування двигуна, коли він обертає двигун вручну. Забороняється обертати колінчастий вал, або натиснувши на вентилятор, такі дії можуть призвести до серйозних травм та пошкоджень майна.

Під час очищення двигуна від бруду та пилу за допомогою стиснутого повітря, працівники повинні використовувати захисні окуляри, з метою запобігання сторонніх частинок (частки бруду, пил і інше).

Розбирально – складальні роботи необхідно проводити тільки справними інструментами та обладнаннями, використовувати спеціальні зйомники для демонтажу деталей (сальники, підшипники, втулки і т.д.). Перед тим, як встановити двигун на стенд для розбирально – складальних

робіт, необхідно надійно зафіксувати його транспортні колеса, не допускається переміщення станду під час виконання робіт, виставити необхідну ширину рами станду та надійно зафіксувати обрану ширину рами за допомогою болтового з'єднання. Після встановлення двигуна станд, потрібно перевірити надійність його закріплення на стенді, не допускається хитке положення, при наявності такого положення, проведення розбирально – складальних робіт заборонено. При проведенні свердлильно слюсарних робіт, співробітники повинні використовувати захисні окуляри та рукавиці. Робочі місця та зона проведення розбирально – складальних робіт повинні мати добру освітленні.

Деталі двигуна з великою масою, такі як головка блоку циліндрів, блок циліндрів, колінчастий вал, повинні переміщатися по дільниці за допомогою крана – балки. Інші демонтовані деталі та агрегати необхідно складати на спеціальний стелаж з підготовленими поверхнями.

При заправці мийної машин синтетичними мийними засобами (СЗМ), потрібно використовувати гумові рукавиці, аби запобігти попадання СМЗ на шкіряний покрив, які призвели б до появи подразнень шкіри. Маса завантажених деталей не повинна перевищувати гранично допустиме навантаження. Перед вмиканням мийної машини, потрібно перевірити герметичність та цілісність водяних патрубків та цілісність електричної проводки. Так як процес мийки деталі проводиться з застосування гарячої води, по закінченню цього процесу виділяється велика кількість гарячої водяної пари, тому після завершення процесу миття, забороняється різко відкривати кришку мийної машини, тому що працівник може отримати опіки обличчя гарячою водяною парою. Обдування деталей стиснутим повітрям від залишків води, потрібно проводити використовуючи захисні окуляри.

Перед запуском станду для обкатування двигуна після капітального ремонту, перевірити надійність його кріплення на стенді. Перевірити на герметичність систему охолодження та паливну систему, підтікання технічних рідин під час обкатування двигуна не допускаються. На протязі

всього процесу обкатування, повинна працювати місцева вентиляція для відводу відпрацьованих газів, просочування відпрацьованих газів до робочого місця співробітника, який проводить обкатування, не допускається.

Відпрацьовані технічні рідини, співробітники повинні зливати у спеціальні ємності. Забороняється зливати відпрацьовані рідини у каналізацію, ґрунт і тому подібне.

Фарбування двигуна після капітального ремонту, забороняється проводити на вулиці, так як на пофарбовану поверхню можуть потрапити частини пилу, внаслідок чого якість пофарбованої поверхню буде незадовільною. Фарбування потрібно проводити в приміщенні, яке обладнано вентиляцією та з використанням респіраторів та захисних окулярів.

При виникненні аварійної ситуації, повідомити про це керівника дільниці або директора підприємства. При нещасному випадку, надати першу медичну допомогу постраждалому до приїзду швидкої допомоги.

5. Розрахунок техніко – економічних показників проектної ділянки капітального ремонту двигунів

Необхідно провести розрахунки по визначенню основних техніко – економічних показників проектної ділянки капітального ремонту двигунів. Площа ділянки становить 200 м², загальна трудомісткість на ділянці становить 4126,72 люд-год на 48 відремонтованих двигунів.

В таблиці 5.1 наведений перелік основного обладнання та оснастки, які використовуються під час виконання робіт на ділянці.

Таблиця 5.1 – відомість технологічного обладнання та оснастки

№ п/п	Найменування обладнання	Тип	Число одиниць	Габаритні розміри, мм	Потужність, кВт		Ціна, грн	
					Одиниці	Загальна	Одиниці	Загальна
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Обладнання								
1	Стенд для розбирально-складальних робіт	Власного виготовлення	1	1800x1005x1530	–	–	25200	25200
2	Вибробувальни стенд	КС-276-032	1	3590x1010x1780	55	55	150000	150000
3	Мийна машина	MAGIDO L122	1	1480x1700x2195	13,5	13,5	184000	184000
4	Компресор повітряний	Intertool - PT0040	1	1520x445x1015	7,5	7,5	34500	34500
5	Рокла гідравлічна	Niuli DF-25	1	–	–	–	12365	12365
6	Прес гідравлічний	Torin Ty - 2001	1	1550x185x150	–	–	27662	27662
7	Верстат свердлильний (настільний)	Hunt S-184	1	–	1,8	1,8	7400	7400
8	Підвісна кран-балка, 1т	–	1	5000	3	3	75000	75000
Всього					P = 80,8 кВт		Σ = 516 127	
Оснастка								
1	Верстак слюсарний	STW - 326	2	600x1800x850	–	–	13828	27656
2	Набір торцевих головок з тріщоткою	Intertool - PT0040	2	–	–	–	3837	7674
3	Стелаж для демонтованих деталей	Власного виготовлення	1	1800x2700x400	–	–	5571	5571
4	Шкаф інструментальний	ШИ-15	1	800x500x1800	–	–	9035	9035
5	Пневмогайковерт	Toptul	2	–	–	–	9090	18180
6	Фарбо-пульг	Toptul	1	–	–	–	4027	4027
7	Ключ динамометричний (40-210 Нм)	Toptul	2	–	–	–	3300	6600
8	Набір динамометричних	Toptul	1	–	–	–	5698	5698
9	Набір накидних ключів	Dnipro - M	2	–	–	–	2445	4890
10	Набір захватних зйомників	Toptul	1	–	–	–	3306	3306
11	Набір викруток	Dnipro - M	2	–	–	–	1000	2000
Всього							Σ = 94 637	
Всього					P = 80,8 кВт		Σ = 610 764	

Із таблиці 5.1. визначаємо, що загальна сума капітальних вкладень на придбання технологічного обладнання та оснастки становить 610 764 грн. та загальна потужність основного обладнання становить $P = 80.8$ кВт. Окрім цього, необхідно виділити кошти на облаштування ділянки (придбання та встановлення системи вентиляції, встановлення кран – балки, встановлення та виготовлення воріт, вікон і т.д.) та інших робіт по ділянці з урахування сучасних цін на матеріали у розмірі 650 000 грн. Отже, загальна сума капітальних вкладень, яку необхідно внести в спроектовану ділянку становить 1 260 764 грн.

5.1. Визначення річного доходу від проведення капітальних ремонтів

Річний дохід від проведення капітальних ремонтів D_{np} , грн. визначається за залежністю:

$$D_{np} = \eta \times B_{op} \quad (5.1)$$

де $\eta = 48$ – річна програма ремонту на підприємстві; [12]

$B_{op} = 200\,000$ – середня вартість одного капітального ремонту двигуна, грн. [10].

$$D_{np} = 48 \times 200\,000 = 9\,600\,000 \text{ грн.}$$

5.2. Експлуатаційні витрати

Показник експлуатаційних витрат визначаємо за формулою:

$$EB = \Phi ОП + A + B_{ел} + B_{рем} + B_{зп} + IB \quad (5.2)$$

де $\Phi ОП$ - фонд оплати праці робітників, грн.;

A – амортизація відрахування, грн.;

$B_{ел}$ – витрати на електроенергію, грн.;

$B_{рем}$ – витрати на поточний ремонт, грн.;

$B_{зп} = 5\,298\,928,8$ – річні витрати на придбання запасних частин; грн [12]

IB – інші витрати, грн.

Фонд оплати праці робітників визначається за такою залежністю:

$$\Phi ОП = ОЗП + Н_{зп} \quad (5.3)$$

де $ОЗП$ - основний фонд заробітної плати робітників;

$H_{ЗП}$ – нарахування на заробітну плату.

Визначаємо основний фонд заробітної плати робітників за формулою:

$$ОЗП = Z_o \times n \times 12 \quad (5.4)$$

де $Z_o = 25\ 000$ - середня заробітна плата одного працівника за місяць, грн.; [12];

$n = 2$ – кількість основних працівників на ділянці, чел.;

$$ОЗП = 25\ 000 \times 2 \times 12 = 600\ 000 \text{ грн.}$$

Визначаємо нарахування на заробітну плату за залежністю

$$H_{ЗП} = \frac{ОЗП \times \epsilon_{св}}{100} \quad (5.5)$$

де $\epsilon_{св} = 22\%$ - відсоток єдиного соціального внеску для найманих робітників; [3]

$$H_{ЗП} = \frac{600\ 000 \times 22}{100} = 132\ 000 \text{ грн}$$

Фонд оплати праці становить

$$\Phi ОП = 600\ 000 + 132\ 000 = 732\ 000 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування:

$$A = \frac{B_{об} \times H_A}{100} \quad (5.6)$$

$H_A = 23\%$ - річна норма амортизації, [4]

$B_{об} = 610\ 764$ – вартість основного обладнання та інструментів, грн. [таблиця 5.1].

$$A = \frac{610\ 764 \times 23}{100} = 140\ 475,72$$

Розрахунок витрат на електроенергію заснований на загальній споживаній потужності обладнанням і часу його роботи на рік. Також потужність освітлювальних приладів, які працюють на протязі робочої зміни:

$$B_{ЕЛ} = N_{об} \times t_{об} \times П + N_{осв} \times t_{осв} \times П \quad (5.7)$$

де $N_{обл} = 80,8$ – загальна потужність обладнання, кВт; [табл. 5.1]

$t_{обл} = 1600$ – тривалість роботи обладнання за рік, год; [4]

$П = 1,68$ – вартість 1 кВт × год, грн.

$N_{осв} = 0,89$ – потужність системи освітлення, кВт; [12]

$t_{осв} = 2070$ – час роботи освітлення, год. [4]

$$B_{ЕЛ} = 80,8 \times 1600 \times 1,68 + 0,89 \times 2070 \times 1,68 = 220\,285,46 \text{ грн.}$$

Витрати на поточний ремонт складають приблизно 30 % [4] від загальної суми амортизаційних відрахувань, грн.:

$$B_{РЕМ} = \frac{A \times 30}{100} \quad (5.8)$$

$$B_{РЕМ} = \frac{140\,475,72 \times 30}{100} = 42\,142,72 \text{ грн.}$$

Інші витрати складають приблизно 5 [4] % від загальної суми експлуатаційних витрат, грн.:

$$IB = \frac{(ЗП + А + B_{ЕЛ} + B_{РЕМ} + B_{ЗП}) \times 5}{100} \quad (5.9)$$

$$IB = \frac{(732\,000 + 140\,475,72 + 220\,285,46 + 42\,142,71 + 5\,298\,928,8) \times 5}{100} = 321\,691,63 \text{ грн.}$$

Загальна сума експлуатаційних витрат становить:

$$EB = 732\,000 + 140\,475,72 + 220\,285,46 + 42\,142,72 + 5\,298\,928,8 + 321\,691,63 = 6\,755\,524,33 \text{ грн}$$

5.3. Розрахунок податків

Податок на додану вартість в сумі доходів $ПДВ'$, грн.:

$$ПДВ' = \frac{\%ПДВ \times D_{пр}}{100} \quad (5.10)$$

де $\%ПДВ = 16,67$ – відсоток податку на додану вартість, %[3]

$$ПДВ' = \frac{16,67 \times 9\,600\,000}{100} = 1\,600\,320 \text{ грн}$$

Податок на додану вартість в сумі експлуатаційних витрат $ПДВ''$

$$ПДВ'' = \frac{\%ПДВ \times EB}{100} \quad (5.11)$$

$$ПДВ'' = \frac{16,67 \times 6\,755\,524,33}{100} = 1\,126\,145,91 \text{ грн}$$

Отже, сума ПДВ, яку потрібно сплатити до бюджету ПДВ становить

$$ПДВ = ПДВ' - ПДВ'' \quad (5.12)$$

$$ПДВ = 1\,600\,320 - 1\,126\,145,91 = 474\,174,09 \text{ грн.}$$

Визначимо дохід, який підлягає оподаткуванню податком на прибуток $D_{он}$, грн.

$$D_{он} = D_{пр} - ПДВ' \quad (5.13)$$

$$D_{on} = 9\,600\,000 - 1\,600\,320 = 7\,999\,680 \text{ грн.}$$

Податок на прибуток *ППП* становить:

$$ППП = \frac{D_{оп} \times C_{пп}}{100} \quad (5.14)$$

$C_{пп} = 18\%$ - відсоток податку на прибуток [3]

$$ППП = \frac{7\,999\,680 \times 18}{100} = 1\,439\,942,4 \text{ грн.}$$

5.4. Фінансові показники

Повна собівартість проведених ремонтів, грн.:

$$ПС = EB \times 1,02 \quad (5.15)$$

$$ПС = 6\,755\,524,33 \times 1,02 = 6\,890\,634,82 \text{ грн}$$

Загальний прибуток ділянки, грн.;

$$П = D_{np} - ПДВ - ППП - ПС \quad (5.16)$$

$$П = 9\,600\,000 - 474\,174,09 - 1\,439\,942,4 - 6\,890\,634,82 = 795\,248,69 \text{ грн.}$$

5.5 Розрахунок економічної ефективності

Рівень рентабельності, %

$$R = \frac{П \times 100}{ПС} \quad (5.17)$$

$$R = \frac{795\,248,69 \times 100}{6\,890\,634,82} = 12\%$$

Термін окупності капітальних вкладень, років

$$T_o = \frac{K}{П} \quad (5.18)$$

де $K = 1\,260\,764$ – загальна сума капітальних вкладень в спроектовану ділянку, грн.

$$T_o = \frac{1\,260\,764}{795\,248,69} = 1,6 \text{ років}$$

В таблиці 5.2. наведені основні значення показників, які визначають техніко – економічну ефективність проекту.

Таблиця 5.2 – Показники техніко - економічної ефективності проєкту

Показники	Позначення	Значення показників
1	2	3
Об'єм капітальних вкладень,грн	<i>K</i>	1 260 674
Річна програма ремонтів	<i>η</i>	48
Кількість основних працівників,чол	–	2
Експлуатаційні витрати,грн	<i>ЕВ</i>	6 755 524,33
Фонд оплати праці робітників ,грн	<i>ФОП</i>	732 000
Амортизаційні відрахування,грн	<i>A</i>	140 475,72
Витрати на електроенергію,грн	<i>В_{ЕЛ}</i>	220 285,46
Витрати на поточний ремонт, грн	<i>В_{ПР}</i>	42 142,72
Інші витрати, грн	<i>ІВ</i>	321 691,63
Повна собіварість, грн	<i>ПС</i>	6 890 634,32
Сума податку, яку необхідно сплатити, грн	<i>СП</i>	1 914 116,49
Загальний прибуток, грн	<i>ПС</i>	795 249,09
Рівень рентабельності, %	<i>R</i>	12
Термін окупності капітальних вкладень, років	<i>T_o</i>	1,6

ВИСНОВОК ДО ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

В першому розділі дипломного проєкту приведені загальні відомості про підприємство «Крупа Ік», також проведений аналіз матеріально – технічної бази підприємства, організації та технології проведення капітального ремонту двигунів внутрішнього згоряння на підприємстві. Визначено задачі проєкту.

В другому розділі проведені розрахунки по визначенню річної трудомісткості на дільниці, річна трудомісткість на спроектованій дільниці дорівнює 4126,72 люд.-год. Визначено кількість основних робітників (2 чол.). Спроектовано схему технологічного процесу. Підібрано основне та допоміжне обладнання, яке буде використовуватися під час виконання капітального ремонту двигунів внутрішнього згоряння. Визначено загальну площу, яке займає обладнання на дільниці, на основі цього було розраховано площу проєктної дільниці.

В третьому розділі проведено аналіз існуючих конструкцій та запропоновано варіант вдосконалення існуючого стенду для розбирально – складальних робіт під час проведення капітального ремонту, який адаптовано під номенклатуру ремонтів підприємством двигунів. Проведені розрахунки, які підтверджують працездатність розробленої конструкції та приведені основні її технічні характеристики.

В четвертому розділі описані основні вимоги техніки безпеки під час виконання капітального ремонту двигунів внутрішнього згоряння, яких працівники дільниці зобов'язані дотримуватися.

В п'ятому розділі проведена оцінка економічної ефективності спроектованої дільниці. Загальні капіталовкладення становлять 1 260 674 грн., експлуатаційні витрати – 6 755 524,33 грн. Згідно з розрахунками, термін окупності капітальних вкладень становить 1,6 років, а рентабельність – 12 %.

ЛІТЕРАТУРА

1. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві. К.: Форт, 2001 – 384 с.
2. Пістун І.П., Хом'як В.В., Хом'як І.В. Охорона праці в сільському господарстві.: Навчальний посібник. – Суми: 2007 – 456 с.
3. Податковий кодекс України (Із змінами, внесеними згідно із Законом 2856 – VI (2856 – 17) від 23.12.2010): [Текст]: - К.: - 2010. – 628 с.
4. Лебеденко О.В. Методичні рекомендації по економічному обґрунтуванню дипломних проектів і робіт для студентів факультету механізації сільського господарства, які захищають диплом на кафедрі надійності і ремонту машин [Текст]/ Дніпропетровськ. Держ. Агр. Економ. ун-т. – Дніпропетровськ, 2011. – 13 с.
5. Ремонт машин. Дипломне проектування.: Посібник для вищих навчальних закладів/ [Кобець, В.І. Дирда В.І., Сокол П.С. та інші]. – Дніпропетровськ, Журфонд, 2016, - 284 с.
6. Деталі машин: навчально – методичний комплекс: навчальний посібник для студентів інженерних спеціальностей / А.С. Кобець, В.І. Дирда, С.П. Сокол, А.М. Пугач, О.В. Толстенко, Ю.М. Овчаренко, Л.М. Тіщенко, Р.В. Рідний, В.С. Ловейнкін, Ю.О. Борхаленко. За редакцією: А.С. Кобця, В.І. Дирди. – Дніпро: Журфонд, 2016. – 428 с.
7. Черній О.А. Методичні рекомендації до виконання курсового проекту з дисципліни «Деталі машин» для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія» зі спеціальності 208 «Агроінженерія» освітнього ступеня «бакалавр» денної та заочної форм навчання/ В.І. Дирда, Є.В. Калганков, О.А. Черній. – Дніпро: Дніпровський державний аграрно – економічний університет, 2021. – 91 с.
8. Черній О.А. Методичні рекомендації до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Підйомно-транспортні машини» на тему «Розрахунок вантажопідйомного механізму візка мостового крану» для

здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія» зі спеціальності 208 «Агроінженерія» освітнього ступеня «бакалавр» денної та заочної форм навчання / В.І. Дирда, Є.В. Калганков, О.А. Черній. – Дніпро: Дніпровський державний аграрно-економічний університет, 2021. – 91 с.

9. Калганков Є.В., Мельянцов П. Методичні рекомендації до практичних робіт з дисципліни «Ремонт машин та обладнання» для здобувачів бакалаврського рівня вищої освіти спеціальності 208 «Агроінженерія» ОПП «Агроінженерія». ДДАЕУ, Дніпро, 2022, 89 с.

10. Крупа ІК. URL: <https://krupaik.com.ua>.

11. Черній О. А. Деякі проблеми технічної надійності сільськогосподарських тракторів JOHN DEERE. // Innovationsandprospectsofworldscience. Proceedings of the 7th International scientific and practical conference “Innovations and prospects of world science” (March 2-4, 2022). Perfect Publishing. Vancouver, Canada. 2022. Pp. 13-20. URL: <https://sci-conf.com.ua/vii-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-innovations-and-prospects-of-world-science-2-4-marta-2022-goda-vankuver-kanada-arhiv/>.

12. Звітна документація підприємства.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Код	Лист	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.		
				<i>Документація</i>				
A1			46ДП.056100.000.ВЗ	Стенд для розбирально-				
				<i>Складальні одиниці</i>				
		1	46ЛП.056101.000	Черв'ячний редуктор	1			
		2	46ЛП.056102.000	Стійка	1			
		3	46ЛП.056103.000	Транспортні колеса	4			
		4	46ЛП.056104.000	Обертальна рама з	1			
		5	46ДП.056105.000	Кронштейн кріплення	4			
		6	46ЛП.056106.000	Ручка обертання рами	1			
		7	46ДП.056107.000	Отвори для закріплення	16			
		8	46ЛП.056108.000	Отвори для фіксації	6			
		9	46ЛП.056109.000	Рейка	1			
		10	46ЛП.056110.000	Фіксатори положення	4			
		11	46ЛП.056111.000	Приводний ролик ободу	2			
				Стандартні вироби				
		12		Болт М22 ГОСТ 7798-70	10			
		13		Гайка М22 ГОСТ 5916-70	10			
		14		Шайба ГОСТ 13465-77	10			
		15		Болт М20 ГОСТ 7798-70	4			
		16		Гайка М20 ГОСТ 5916-70	4			
46ДП.056100.000.ВЗ								
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата				
Розробив		Лі Д.В.			Стенд для розбирально-складальних робіт	Літ.	Лист	Листів
Перевірив		Черній О.А.					58	59
Консультант								
Н. контр.		Івлєв В.В.				МС-4-20		

Н. контр.	Івлєв В.В.			
Затвердив	Дудін В.Ю.			

ДОДАТОК Б

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО – ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНО – ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ІНЖИНІРИНГУ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

**Проект ділянки капітального ремонту двигунів внутрішнього згорання фірми «Cummins»
в товаристві з обмеженою відповідальністю «Крупа Ік» Дніпровського району
Дніпропетровської області**

Демонстраційний матеріал дипломної роботи освітнього ступеня «Бакалавр»

Виконав: студент 3-го скороченого курсу, групи МС – 4 – 20

Лі Денис Вікторович

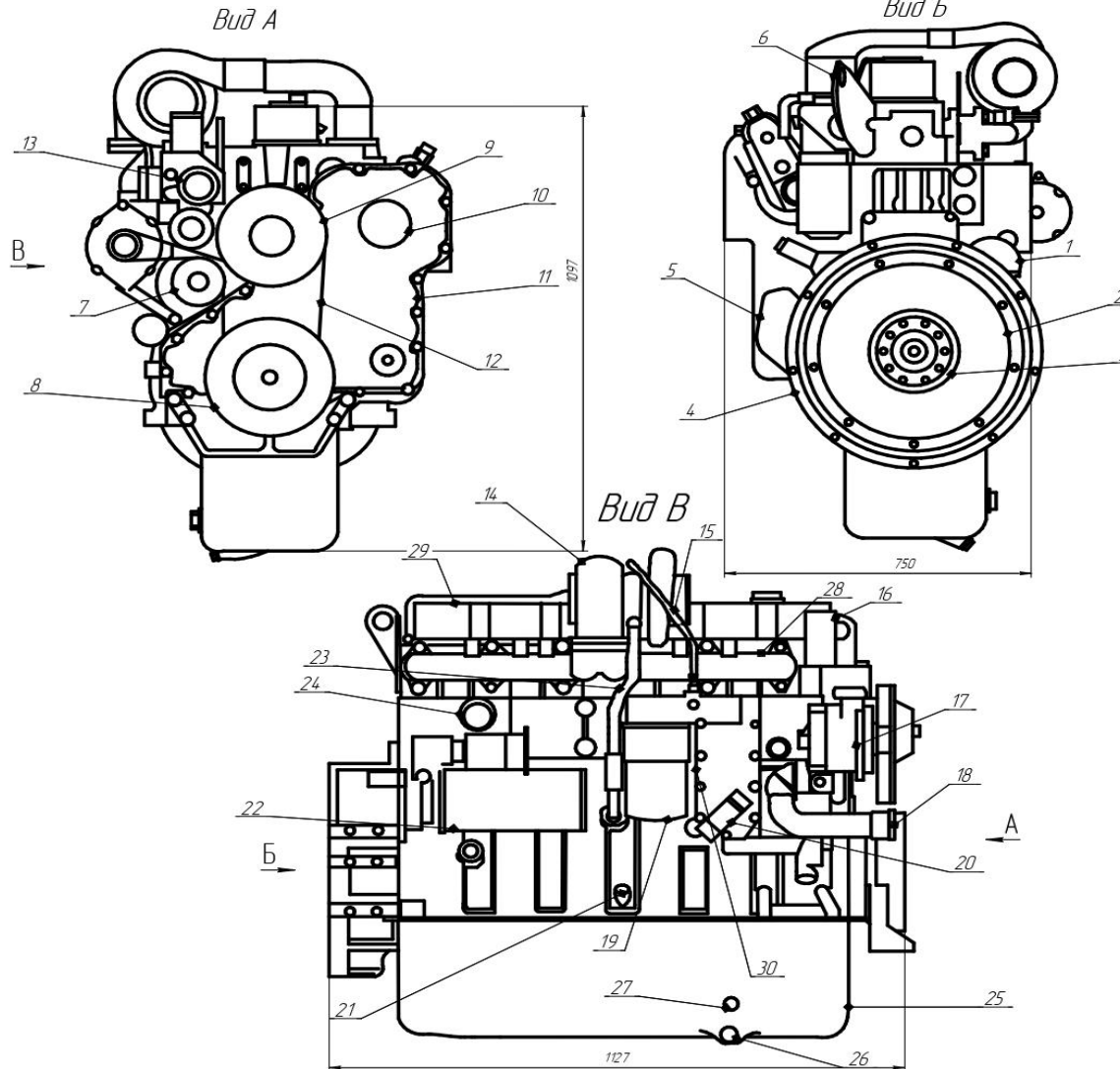
Керівник: ст. викладач

Черній Олександр Анатолійович

Дніпро 2023

00000095011097

Двигун внутрішнього згоряння фірми "Cummins" моделі 6СТА8.3

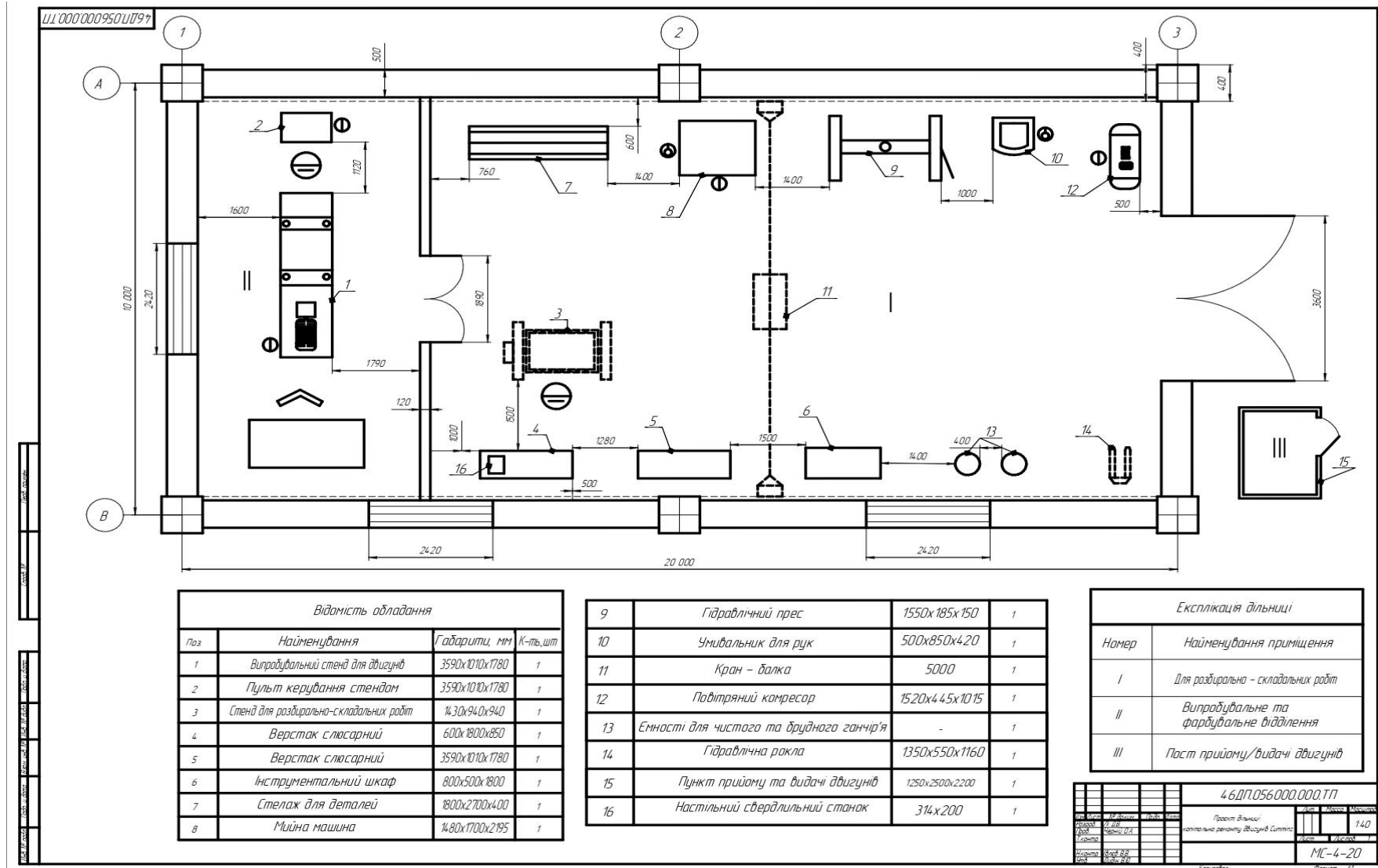


Позиція	Найменування позиції
1	Шестеренний привід стартера
2	Маховик
3	Задній сальник кривошипа
4	Картер маховика
5	Кришка допоміжного приводу
6	Заднє підйомне вушко
7	Водяна помпа охолодження
8	Шків кривошипа
9	Шків вентилятора
10	Кришка приводу паливного насоса
11	Кришка передньої шестерні
12	Кривошипний ремінь
13	Натяжний ролик
14	Турбонагнітач
15	Подавчий маслопривід нагнітача
16	Вилісний патрубок охолоджувача рідини
17	Генератор змінного струму
18	Вилісний патрубок охолоджувача рідини фільтр для води
19	Масляний фільтр
20	Редукційний клапан
21	Місце для встановлення масляного щупа
22	Стартер
23	Зворотний маслопривід нагнітача
24	Місце для нагрівача охолоджувача рідини
25	Масляний картер
26	Маслянизна пробка
27	Місце для нагрівача масла
28	Вилісний колектор
29	Кришка клапанного механізму
30	Масляний радіатор

Технічні характеристики Cummins 6СТА8.3	
Параметр	Значення параметра
Об'єм двигуна, л	8,3
Кількість циліндрів, шт.	6
Потужність, к.с (кВт)	230 (168,59)
Крутний момент, Нм	990
Тип палива	Дизель
Паливна система	Механічна система з ПНВТ
Система охолодження	Рідина з помпою
Система наплення	Наплення від шківів з насосом
Клапанний механізм	ОВН - нижнє розміщення розподільчого валу та верхнє розміщення клапанів
Система впуску	Турбонаддув з інтеркулерами

46DPO56000.000		Загальний вигляд ДВЗ		Маса	
Масштаб	Масштаб	Маса	Маса	Маса	Маса
1:1	1:1	637	15		
Cummins 6СТА8.3		МС-4-20			
Версія: А1		Версія: А1			

Продовження додатку В



Відомість обладнання			
Поз.	Найменування	Габарити, мм	К-ть, шт
1	Виробувальний стенд для двигунів	3590x1010x1780	1
2	Пульт керування стендом	3590x1010x1780	1
3	Стенд для розбірально-складальних робіт	1430x940x940	1
4	Верстак слюсарний	600x1800x850	1
5	Верстак слюсарний	3590x1010x1780	1
6	Інструментальний шаф	800x500x1800	1
7	Стелаж для деталей	1800x2700x400	1
8	Мийна машина	1480x1700x2195	1

9	Гідравлічний прес	1550x185x150	1
10	Умивальник для рук	500x850x420	1
11	Кран - балка	5000	1
12	Повітряний компресор	1520x445x1015	1
13	Ємності для чистого та брудного ганчиря	-	1
14	Гідравлічна ракла	1350x550x1160	1
15	Пункт прийому та видачі двигунів	1250x2500x2200	1
16	Настільний свердильний станок	314x200	1

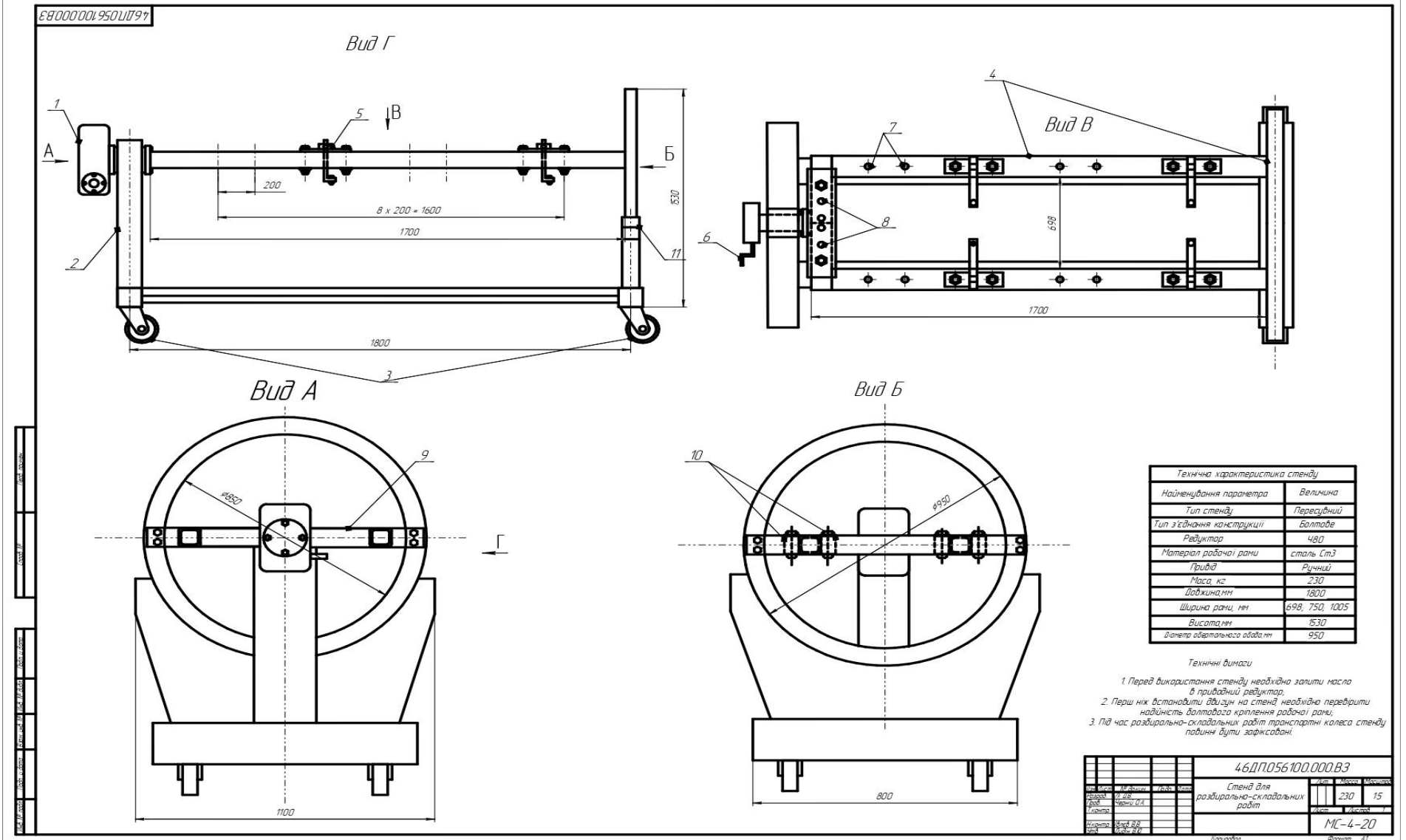
Експлікація ділянки	
Номер	Найменування приміщення
I	Для розбірально - складальних робіт
II	Виробувальне та фарбувальне відділення
III	Пост прийому/видачі двигунів

4.6ДП.056.000.000.ТТТ

Проект ділянки	140
капітально-реконструктивні роботи	1
МС-4-20	

Лист 11

Продовження додатку В



Продовження додатку В

46ДП.056104.000.СК

Вид А

46ДП.056104.000.СК				Лист	Маса	Максимум
Рама з одертальним отвором				230	15	
Кваліфікація				МС-4-20		
Фабрика				АІ		

100*101.950.1П97

Технічні вимоги

- 1 Твердість 250-300 НВ
- 2 * Розмір для довідок
- 3 Не вказані граничні відхилення h14

46ДП.056104.001				Лист	Маса	Максимум
Повздовжня планка				20	115	
Кваліфікація				МС-4-20		
Фабрика				АІ		

200*101.950.1П97

Технічні вимоги

- 1 Твердість 250-300 НВ
- 2 * Розмір для довідок
- 3 Не вказані граничні відхилення h14

46ДП.056104.002				Лист	Маса	Максимум
Кронштейн кріплення				3	15	
Кваліфікація				МС-4-20		
Фабрика				АІ		

100*101.950.1П97

Технічні вимоги

- 1 Твердість 250-300 НВ
- 2 * Розмір для довідок
- 3 Не вказані граничні відхилення h14

46ДП.056104.003				Лист	Маса	Максимум
Обід				15	15	
Кваліфікація				МС-4-20		
Фабрика				АІ		

100*101.950.1П97

Технічні вимоги

- 1 Твердість 250-300 НВ
- 2 * Розмір для довідок
- 3 Не вказані граничні відхилення h14

46ДП.056104.004				Лист	Маса	Максимум
Рейка				8	15	
Швелер				МС-4-20		
Кваліфікація				АІ		

Продовження додатку В

Показники економічної ефективності
дільниці капітального ремонту двигунів внутрішнього згорання

Показники	Позначення	Значення показників
1	2	3
Об'єм капітальних вкладень, грн	К	1 260 674
Річна програма ремонтів, шт	п	48
Кількість основних робітників, чол.	-	2
Експлуатаційні витрати, грн.	ЕВ	6 755 524,33
Фонд оплати праці робітників, грн.	ФОП	732 000
Амортизаційні відрахування, грн.	А	140 475,72
Витрати на електроенергію, грн.	В _{ЕЛ}	220 285,46
Витрати на поточний ремонт, грн.	В _{пр}	42 142,72
Інші витрати, грн.	ІВ	321 691,63
Повна собівартість ремонту, грн.	ПС	6 890 634,63
Сума податку, яку необхідно сплатити, грн	СП	1 914 116,49
Загальний прибуток від дільниці, грн.	П	795 249,09
Рівень рентабельності дільниці, %	Р	12
Термін окупності капітальних вкладень, років	Т _о	1,6

46ДП056000.000.16	
Таблиця показників економічної ефективності дільниці	МС-4-20

Продовження додатку В

Доповідь завершено

Дякую за вашу увагу !