

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»
(повне найменування вищого навчального закладу)

Навчально-науковий інститут інформаційних технологій та робототехніки
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра галузевого машинобудування та мехатроніки
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

Бакалавр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему **Проект реконструкції цеху виробництва автобусів з
реконструкцією ділянки складання каркаса кузова**

Виконав: студент IV курсу, першого
(бакалаврського) рівня, групи 401-ММ,
спеціальності 133 – Галузеве машинобудування
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Рибалко І. М.

(прізвище та ініціали)

Керівник Васильєв Є. А.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Заливадний П. Я.

(прізвище та ініціали)

Полтава – 2026 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»

КАФЕДРА ГАЛУЗЕВОГО МАШИНОБУДУВАННЯ ТА МЕХАТРОНІКИ

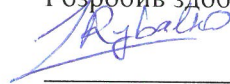
**Проект реконструкції цеху виробництва автобусів з
реконструкцією дільниці складання каркаса кузова**

Кваліфікаційна робота бакалавра

Лист затвердження

ГММ.401-ММ.013-00.00.000 КРБ - ЛУ

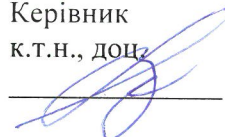
Розробив здобувач групи 401-ММ



Іван РИБАЛКО

«12» 06 2026 р.

Керівник
к.т.н., доц.

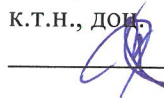


Євген Васильєв

«19» 06 2026 р.

Консультант з технологічної частини

к.т.н., доц.



Іван РОГОЗІН

«19» 06 2026 р.

Технологічний контроль

к.т.н., доц.

 Олексій ВАСИЛЬЄВ

«19» 06 2026 р.

Нормативний контроль

к.т.н., доц.

 Олексій ВАСИЛЬЄВ

«19» 06 2026 р.

Гарант освітньо-професійної програми

к.т.н., доц.

 Олексій ВАСИЛЬЄВ

«19» 06 2026 р.

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

галузевого машинобудування та мехатроніки,

к.т.н., доц.



Олександр ОРИСЕНКО

№ рядка	Формат	Позначення	Назва	Кільк. листів	№ екз.	Примітка
1						
2			<i>Документація по</i>			
3			<i>складальних кресленнях</i>			
4						
5			<i>Вперше розроблена</i>			
6						
7	A4	GMM.401-MM.013-01.00.000	<i>Кондуктор передньої</i>			
8			<i>секції основи каркаса</i>			
9			<i>автобуса</i>	3		
10	A1	GMM.401-MM.013-01.00.000СК	<i>Кондуктор передньої</i>			
11			<i>секції основи каркаса</i>			
12			<i>автобуса</i>			
13			<i>Складальне креслення</i>	1		
14	A4	GMM.401-MM.013-01.02.000	<i>Основа каркаса</i>			
15			<i>автобуса</i>	1		
16	A1	GMM.401-MM.013-01.02.000СК	<i>Основа каркаса</i>			
17			<i>автобуса</i>			
18			<i>Складальне креслення</i>	1		
19						
20			<i>Документація технологічна</i>			
21						
22			<i>Вперше розроблена</i>			
23						
24	A1	GMM.4MM.033-00.00.000ТП	<i>Технологія складання</i>			
25			<i>основи каркаса кузова</i>			
26			<i>автобуса ЛАЗ -А183</i>			
27			<i>"Сіті" (фрагмент)</i>			
28						
29						

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взам. інв. №
Підп. і дата
Інв. № діл.

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет, відділення Навчально-науковий інститут інформаційних
технологій та робототехніки

Кафедра, циклова комісія галузевого машинобудування та мехатроніки

Ступінь вищої освіти бакалавр

Напрямок підготовки _____

(шифр і назва)

Спеціальність 133 – Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

**Завідувач кафедри, галузевого
машинобудування та мехатроніки**

Олександр ОРИСЕНКО

“ 03 ” “ 03 ” 2026 року

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Рибалку Івану Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи бакалавра: Проект реконструкції цеху
виробництва автобусів з реконструкцією дільниці складання каркаса кузова
керівник роботи (проекту) Васильєв Євген Анатолійович, к.т.н., доц.

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

Затверджені наказом вищого навчального закладу від «03» березня 2026 року
№ 273-ф,а.


2. Строк подання здобувачем кваліфікаційної роботи: «15» червня 2026 року.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: Дані про структуру та принципи
організації підприємств із виробництва автомобільної техніки. Річна програма
складальної дільниці 100 автобусів ЛАЗ-А183 «Сіті». Технічна характеристика
автобуса ЛАЗ-А183 «Сіті».

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно
розробити): Вступ. 1. Загальна частина. Проект реконструкції цеху виробництва
автобуса. 2. Спеціальна частина. Розробка дільниці складання каркаса кузова.
3. Технологічна частина. Організація й планування робіт дільниці складання
каркаса кузова. 4. Охорона праці й навколишнього середовища. Висновки. Список
літератури.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
1. Генеральний план (1 лист А1). 2. Цех виробництва автобусів (1 лист А2*3).
3. Дільниця складання основи кузова (1 лист А2). 4. Підіймально-поворотний
пристрій. Схема принципова (1 лист А1). 7. Кондуктор передньої секції основи
каркаса автобуса (1 лист А1). 8. Основа каркаса автобуса. (1 лист А1). 9. Техпроцес
складання основи каркаса кузова автобуса (1 лист А1).

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи бакалавра

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта
Технологічний	Рогозін І. А., доцент
	 19.06.26

7. Дата видачі завдання «03» березня 2026 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

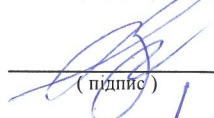
№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Строк виконання етапів роботи (проєкту)	Примітка
1	Розрахунок виробничого корпусу складальної дільниці, виконання креслень основи каркаса	04.05.2026 р.	
2	Розрахунок дільниці складання, виконання креслень технічного плану дільниці	11.05.2026 р.	
3	Конструкторські розрахунки	18.05.2026 р.	
4	Виконання креслень кондуктора та підйимально-поворотного пристрою	25.05.2026 р.	
5	Розроблення технологічного процесу складання	01.06.2026 р.	
6	Компонування пояснювальної записки	08.06.2026 р.	
7	Здача готового проєкту	15.06.2026 р.	

Здобувач вищої освіти


(підпис)

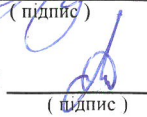
Іван РИБАЛКО
(ім'я, прізвище)

Керівник роботи


(підпис)

Євген ВАСИЛЬЄВ
(ім'я, прізвище)

Гарант освітньої програми


(підпис)

Олексій ВАСИЛЬЄВ
(ім'я, прізвище)

Анотація

Рибалко І. М. Проект реконструкції цеху виробництва автобусів з реконструкцією ділянки складання каркаса кузова. – Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр» зі спеціальності 133 – Галузеве машинобудування. – Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, 2026.

Об'єкт проектування - цех складання автобуса ЛАЗ-А183 «Сіті», ділянка складання основи каркаса кузова.

У загальній частині проекту обґрунтовано виробничу програму. Передбачено заходи щодо переоснащення й перепланування корпусу № 2 підприємства для виробництва автобуса.

У спеціальній частині для ділянки основи каркаса кузова передбачено складальні кондуктори для складання основи каркаса кузова з окремих деталей і зварювальні напівавтомати А-1230М для зварювання секцій основи каркаса загалом. Виконано розрахунок елементів стапеля.

У технологічній частині виконано розрахунок чисельності працівників і фонду заробітної плати для проекрованої ділянки.

В економічній частині виконано розрахунок собівартості продукції та строку окупності проекрованої ділянки.

У частині «Охорона праці й навколишнього середовища» розроблено заходи щодо поліпшення умов праці працівників і зменшення шкідливих викидів в атмосферу.

Ключові слова: автомобілебудування, реконструкція, автобус, кузов, основа каркаса, стапель, дугове вуглекислотне зварювання, напівавтомат зварювальний.

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000А			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Анотація	Літ.	Лист	Листів
Розроб.	Рибалко		<i>[підпис]</i>	12.00				
Перев.	Васильєв		<i>[підпис]</i>	19.06				
Н. конт.	Васильєв		<i>[підпис]</i>	19.06				
Затв.	Орисенко		<i>[підпис]</i>	19.06				
						Національний університет імені Юрія Кондратюка ННІ ІТР, 2026		

Abstract

Rybalko, I. M. Project for the refurbishment of the bus production workshop, including the refurbishment of the body frame assembly section. – Manuscript.

Bachelor's thesis for the award of a Bachelor's degree in the specialisation 133 – Industrial Mechanical Engineering. – Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic National University, Poltava, 2026.

The design subject is the LAZ-A183 'City' bus assembly workshop, specifically the body frame base assembly section.

The general section of the project sets out the production programme. Measures are envisaged for the re-equipping and re-planning of Building No. 2 of the enterprise for bus production.

In the technical section for the body frame base assembly section, assembly jigs are provided for assembling the body frame base from individual parts, and semi-automatic welding machines for the A 1230M are provided for welding the body frame base sections as a whole. Calculations for the assembly jig components have been carried out.

In the technological section, calculations have been carried out for the number of employees and the wage bill for the proposed section.

In the economic section, calculations have been carried out for the production cost and the payback period of the proposed section.

In the 'Occupational Health and Safety and Environmental Protection' section, measures have been developed to improve working conditions for employees and reduce harmful emissions into the atmosphere.

Keywords: automotive industry, reconstruction, bus, body, frame base, jig, CO₂ arc welding, semi-automatic welding machine.

					ГММ.401-ММ.015-00.00.000А	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Міністерство освіти і науки України

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Кафедра галузевого машинобудування та мехатроніки

**Проект реконструкції цеху виробництва автобусів з реконструкцією
дільниці складання каркаса кузова**

Пояснювальна записка





до кваліфікаційної роботи бакалавра

ГММ.401-ММ.013-00.00.000 ПЗ

Полтава – 2026 року

Зміст

ВСТУП	4
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА. ПРОЄКТ РЕКОНСТРУКЦІЇ ЦЕХУ ВИРОБНИЦТВА АВТОБУСА	6
1.1 Характеристика підприємства	6
1.2 Структура підприємства	7
1.3 Опис цеху	8
1.4 Організація виробничого процесу роботи заводу	10
1.5 Особливості конструкції й експлуатаційні характеристики автобуса ЛАЗ-А183 "Сіті"	12
1.6 Переоснащення дільниці. Особливості технології виробництва автобуса	17
1.7 Обґрунтування виробничої програми заводу в цілому й дільниці складання каркаса кузова зокрема	20
2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА. РОЗРОБКА ДІЛЬНИЦІ СКЛАДАННЯ КАРКАСА КУЗОВА	25
2.1 Характеристика конструкції каркаса кузова і його елементів	25
2.2 Технологічний процес складання каркаса кузова	26
2.3 Інженерні рекомендації з реконструкції дільниці	27
2.4 Конструкція установки для складання каркаса кузова	28
2.5. Зварювання елементів каркаса кузова	29
2.6 Обладнання для зварювання каркаса автобуса	31
2.6.1 Шланговий зварювальний напівавтомат А-1230М	32
2.6.2 Будова і принцип роботи механізму подачі зварювального дроту	33
2.6.3 Підйомник секції каркаса кузова автобуса	35
2.6.4 Розрахунок підйомника з опорними центрами	37

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ				
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Зміст	Літ.	Лист	Листів	
Розроб.		Рибалко		12.06					
Перев.		Васильєв		19.06			2		
Н. контр.		Васильєв		19.06		Національний університет імені Юрія Кондратюка ННІ ІТР, 2026			
Затв.		Орисенко		19.06					

2.7 Розрахунок і компонування дільниці складання каркаса кузова автобуса	44
3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА. ОРГАНІЗАЦІЯ Й ПЛАНУВАННЯ РОБІТ ДІЛЬНИЦІ СКЛАДАННЯ КАРКАСА КУЗОВА	48
3.1 Організаційна структура цеху складання автобусів	48
3.2 Організація виробничого процесу основного виробництва.	51
3.2.1 Вибір, обґрунтування та розрахунок типу виробництва.	51
3.2.2 Обґрунтування й вибір форми організації виробничого процесу	53
3.2.3. Розрахунок трудомісткості річної програми виробництва.	54
3.2.4 Розрахунок чисельності працюючих на дільниці складання	55
4 ОХОРОНА ПРАЦІ Й НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	56
4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів проектованої дільниці	56
4.2 Заходи, передбачені дипломним проектом по поліпшенню умов праці	57
4.3 Електробезпеки	58
4.4 Захист від шуму	59
4.5 Охорона навколишнього середовища	59
4.6 Санітарно-побутові приміщення	59
4.7 Засоби індивідуального захисту	60
4.8 Пожежна безпека	60
4.8.1. Характеристика виробництва по пожежній безпеці	60
4.8.2 Пожежна профілактика	61
4.8.3 Засоби й способи гасіння пожеж	62
4.9 Технічний дизайн	62
4.10 Розрахунок місцевої витяжної вентиляції	63
Висновки	64
Список літератури	67

Вступ

Автомобільний транспорт відіграє ключову роль у житті людства, ставши незамінною складовою сучасного суспільства.

Однак розвиток автомобільної промисловості, особливо в Україні, суттєво відстає через низку факторів. Зокрема, повільні темпи виробництва автотранспорту в минулі роки та нині спричинили старіння автопарку й його зростання переважно за рахунок уживаних імпортованих автомобілів. Це супроводжується слабкою мережею доріг, низькою якістю їх будівництва та обмеженими можливостями для належного обслуговування дорожньої інфраструктури. Така ситуація чітко відображає відносно невисокий рівень розвитку транспортної галузі навіть на тлі сучасної тенденції до економічного відновлення в Україні.

У центрі уваги кваліфікаційної роботи лежать два напрямки: проблеми поточного стану автомобільного транспорту та перспективи його розвитку. Основний акцент робиться на започаткуванні нового для України напрямку автомобілебудування, пов'язаного із впровадженням сучасних рішень.

Розробка транспортного засобу стартувала п'ять років тому із вивчення досвіду провідних німецьких компаній «Neoplan» і «RabaMAN». Наступним кроком стало дослідження ринку автобусів, що дало змогу визначити актуальні запити споживачів. Спочатку планувалося створення великогабаритних автобусів, проте подальший аналіз показав, що такі транспортні засоби є занадто дорогими для більшості українських підприємств та перевізників. Крім того, їх експлуатація не завжди є економічно доцільною.

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Вступ	Літ.	Лист	Листів
Розроб.		Рибалко		12.06				
Перев.		Васильєв		19.06				
Н. конт.		Васильєв		19.06				
Затв.		Орисенко		19.06				
						Національний університет імені Юрія Кондратюка ННІ ІТР, 2026		

З огляду на зростаючий попит на мікроавтобуси та компактні транспортні засоби, які набули популярності як маршрутні таксі, було прийнято рішення розробити автобус середнього розміру, що стане компромісом між мікроавтобусами та традиційними великогабаритними моделями. Це рішення базується на детальному аналізі ринкових умов і споживчих потреб, що забезпечує проєкту вагомій перспективі реалізації в сучасних умовах України.

Слід зазначити, що виробничі приміщення пристосовані для ремонту автобусів і при переорієнтації заводських виробничих потужностей на випуск нового автобуса потребують перепланування й переоснащення. Тому тема пропонованого дипломного проєкту є актуальною для галузі з огляду на розширення номенклатури, підвищення якості й збільшення обсягу випуску автобусів на українських підприємствах.

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		5

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.
ПРОЕКТ РЕКОНСТРУКЦІЇ ЦЕХУ ВИРОБНИЦТВА АВТОБУСА

1.1 Характеристика підприємства

Основне виробництво Кам'янського заводу в свій час було зорієнтовано на виробництво автобуса ЛАЗ-695.

Пізніше завод освоює виробництво нового міського автобуса ЛАЗ-А183 «Сіті».

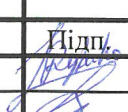

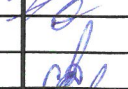
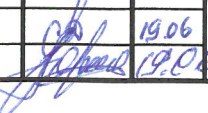
Площа земельної ділянки підприємства становить 127 307,0 м². Загальна площа під спорудами - 29 776 м². Виробничі площі розміщені у двох корпусах: корпус № 1 має площу 7 812 м², корпус № 2 - 12 470 м². Висота виробничих приміщень до кран-балкових шляхів корпусу № 1 - 7,8 м, корпусу № 2 - 8,8 м.

Підприємство працює в одну зміну з восьмигодинним робочим днем (із семигодинним робочим днем на ділянках зі шкідливими умовами праці).

Сьогодні підприємство - одне з найбільших автомобільних підприємств України.

Основне й допоміжне виробництво оснащене таким устаткуванням:

- металорізальні верстати - 81 шт.;
- преси механічні - 8 шт., у тому числі до 40 т - 1 шт., до 60 т - 1 шт., до 100 т - 3 шт.;
- преса гідравлічні - 5 шт., у тому числі до 60 т - 2 шт., до 100 т - 2 шт., до 200 т - 1 шт.;
- молоти електропневматичні ковальські - 2 шт.;
- ножиці приводні - 9 шт.;

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Загальна частина	Літ.	Лист	Листів
Розроб.		Рибалко		12.08				
Перев.		Васильєв		2.06				
Н. конт.		Васильєв		19.06				
Затв.		Орисенко		19.06				
						Національний університет імені Юрія Кондратюка ННІ ІТР, 2026		

- випробовувальні стенди - 35 шт., у тому числі для двигунів - 4 шт., для задніх мостів - 1 шт., для коробок передач - 2 шт., для електроустаткування - 4 шт., всіх інших 24 шт.;

- компресори повітряні - 12 шт. загальною продуктивністю 88 м²;
- підстанції електричні загальною потужністю 5,0 МВт;
- електродвигуни - 1542 шт.;
- складів паливно-мастильних матеріалів загальною ємністю 213 м³;
- котельня продуктивністю 1200 т пари в рік.

Потреби заводу у воді, газі, електроенергії, послугах каналізації й утилізації відходів забезпечуються повністю.

1.2 Структура підприємства

ВАТ «Львівські автобусні заводи» очолює голова правління. Керівництво технічними службами здійснює головний інженер.

До складу технічних служб входять: технічний відділ, ремонтно-будівельна дільниця, експериментально-інструментальна дільниця, відділ інструментального господарства та центральна заводська лабораторія.

Енергомеханічний відділ включає котельню, ацетиленову й компресорну станції, дільницю електриків і механічну дільницю та займається забезпеченням підприємства енергоресурсами. Механічна дільниця займається обслуговуванням верстатного парку й підймально-транспортних механізмів підприємства.

Технічний відділ виконує проєктні роботи, займається технічною, технологічною й конструкторською документацією насамперед для виробничих потреб.

Експериментально-інструментальна дільниця займається виготовленням нестандартного й експериментального обладнання, зразків інструменту, оснащення та різних деталей.

Відділ інструментального господарства веде облік інструментів та їх стану на

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		7

підприємстві, займається плануванням оновлення й придбання інструменту.

Центральна заводська лабораторія забезпечує підприємство вимірювальним інструментом, здійснює його перевірку й дрібний ремонт, а також забезпечує проведення хімічних аналізів.

Заступник голови правління з економіки здійснює керівництво економічною діяльністю підприємства. Йому підпорядковуються бухгалтерія, планово-економічний відділ, відділ організації праці й заробітної плати та фінансово-збутовий відділ.

Заступник голови правління з виробництва керує випуском готової продукції. Йому підпорядковуються виробничо-диспетчерський відділ і виробничі цехи № 1, 2 і 3.

Виробничо-диспетчерський відділ забезпечує рівномірне виконання виробничої програми, організує ритмічну роботу всіх ланок виробництва, здійснює безперервне оперативно-календарне планування та контроль і регулювання ходу виробництва за допомогою оперативних планів-графіків, вживає необхідних заходів щодо запобігання й усунення неполадок, які можуть призвести до порушення ритмічності роботи й зриву виконання виробничої програми заводу.

Заступник голови правління з постачання керує роботою відділу матеріально-технічного постачання підприємства матеріалами й запасними частинами та роботою транспортної дільниці.

1.3 Опис цеху

Технологічний процес виробництва здійснюється на підприємстві у трьох цехах. Цех № 1 забезпечує повний ремонт автобусів, включаючи ремонт каркаса й обшивання кузова, за винятком фарбування. Цех № 2 - цех з виготовлення каркаса кузова нових автобусів. Цех № 3 - цех з виготовлення автобусів, включаючи фарбування як нових, так і відремонтованих автобусів.

Цех № 1 структурно складається з кількох спеціалізованих дільниць:

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		8

механічної, розбирання, реставрації деталей, складання та випробування, обробки полімерів, гумовотехнічних виробів, а також ливарної дільниці. До його складу входить розширений парк верстатного обладнання, що забезпечує виконання широкого спектра виробничих завдань. Основу парку складають металорізальні верстати, зокрема токарно-гвинторізні, фрезерні, зубонарізні, плоскошліфувальні, круглошліфувальні, спеціалізовані верстати для шліфування колінчастих валів та хонінгування, а також верстати з числовим програмним керуванням (ЧПК).

Крім того, цех укомплектований допоміжним обладнанням: пристроями для миття деталей, підйально-транспортним обладнанням, ковальсько-пресовим устаткуванням, автоматизованими різьбонарізними та висадковими верстатами для виготовлення кріпильних елементів. Для обробки листового металу використовуються гільйотинні ножиці, а для термообробки деталей - термічні печі та установки для загартування струмами високої частоти. Також наявні термопластавтомати й преси для виготовлення деталей із пластмас.

Ливарна дільниця обладнана сучасною індукційною плавильною піччю та машиною для підготовки формувальних сумішей. Цех також має високотехнологічні стенди для обкатування і тестування двигунів, а також для регулювання та випробування паливних насосів. Усе це дозволяє ефективно виконувати поставлені виробничі завдання з дотриманням високих стандартів якості.

Відділення з виготовлення кузова автобуса (цех № 2) включає заготівельну дільницю, дільницю з виготовлення елементів кузова та інші. Відділення оснащено верстатами для порізки труб, сортового й листового металу плаваючими пилками, гільйотинними ножицями; треками, кондукторами й стапелями для складання й зварювання секцій каркаса й кузова в цілому; контактним і вуглекислотним дуговим зварювальним обладнанням; підйально-транспортним обладнанням; фарбувальною камерою.

Відділення зі складання автобуса (цех № 3) розділене на дільниці: обшивання каркаса кузовів, малярську, складання та внутрішнього оздоблення. Цех оснащений

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		9

кран-балками й підйомниками, гільйотинними ножицями й зварювальними апаратами для дугового вуглекислотного й точкового зварювання; пресом для штампування елементів обшивання автобуса; конвеєром; токарними, фрезерними й свердлильними верстатами; шиномонтажним стендом. Оздоблювальна дільниця оснащена швейним обладнанням для оброблення штучної шкіри сидінь і прогумованої тканини.

1.4 Організація виробничого процесу

У минулому основною функцією підприємства було здійснення ремонту автобусів, двигунів, агрегатів. Через скорочення замовлень на ремонт на заводі проведено реорганізацію.

Нині ремонт автобусів (іноді й інших автомобілів) здійснюється в корпусі № 1. Виробничий процес тут розбито на такі етапи:

1) приймання ремонтного фонду. У ремонт приймаються повністю укомплектовані автобуси (або автомобілі) з комплектом технічних і юридичних документів;

2) надходження ремонтного фонду зі складу після зовнішнього миття з оформленням накладних і документації про комплектність. У цеху № 1 автобус надходить на розбирання та миття. Зняті агрегати передаються на спеціалізовані дільниці цеху № 1 для розбирання та ремонту. Потім розбирають салон, знімають сидіння, скло, стельове й бічне обшивання, підлогу. Після цього кузов передають на повторне миття та здійснюють зняття дрібних агрегатів, елементів, деталей, трубопроводів, електропроводки, кронштейнів тощо;

3) кузов передають на дільницю ремонту кузова. Після чергового миття здійснюють дефектацію, тобто виявляють і позначають червоною фарбою ділянки кузова, що підлягають видаленню, жовтою - ті, що підлягають ремонту. Залежно від стану кузова застосовують два способи ремонту. Перший - ремонт кузова окремими деталями й малими секціями, виготовленими з прямокутного

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		10

трубчастого профілю. Другий - заміна більших ділянок кузова окремо виготовленими за кондукторами модулями. Найчастіше замінюють нижню частину каркаса кузова й передню стінку. Потім боковини кузова обшивають листами і передають кузов у малярську дільницю, де наносять антикорозійне покриття, здійснюють зачищення, ґрунтування, шпаклювання, шліфування, повторне ґрунтування, зачищення, фарбування та сушіння кузова;

4) агрегати й двигун піддають зовнішньому миттю, розбиранню, миттю й дефектації окремих вузлів і деталей, розділяючи їх на придатні до використання без відновлення, ті що підлягають відновленню, й ті, що не підлягають відновленню. Відновлюють деталі, ремонт яких є можливим. Основними деталями й вузлами двигуна, що підлягають відновленню, є насамперед блок циліндрів із гільзами, колінчастий вал і головка блока циліндрів. З урахуванням розмірів відновлених деталей двигун комплектують деталями, які не підлягають відновленню (поршні, кільця, вкладиші підшипників ковзання колінчастого вала), і здійснюють його складання. Після обкатування двигуни передають на монтаж агрегату у відремонтованому автобусі або на реалізацію;

5) на дільниці складання укладають проводку, трубопроводи, встановлюють кронштейни, дрібні агрегати й елементи, потім агрегати переднього й заднього моста, коробку передач і двигун;

6) потім здійснюють внутрішнє оздоблення салону: укладають і кріплять підлогу, бічне й стельове обшивання, сидіння, світильники, поручні;

7) після цього здійснюють зовнішнє оздоблення й скління;

8) автобус передається на дільницю доведення й обкатування. Проводиться заправлення систем охолоджувальними й гальмівними рідинами, маслами, паливом. Потім виконується обкатка автобуса в присутності контролера відділу технічного контролю, виявляються й фіксуються всі недоліки. Після їх усунення автобус передається на склад готової продукції у відділ збуту, звідки реалізується замовникам відповідно до домовленості.

З організацією на заводі виробництва нових автобусів - спочатку ЛАЗ-3220, а

						ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата			11

потім ЛАЗ-695 - технологічний процес у цехах № 2 і № 3 змінився.

Насамперед з технологічного процесу виключено такі трудомісткі процеси, як розбирання, миття, дефектація й ремонт комплектувальних виробів. Водночас багаторазово зріс обсяг виготовлення комплектувальних виробів, а також збільшилися закупівлі комплектувальних виробів, виготовлених сторонніми організаціями.

1.5 Особливості конструкції й експлуатаційні характеристики автобуса ЛАЗ-А183 «Сіті»

Великий міський автобус ЛАЗ-А183 «Сіті» (рисунок 1.1–1.5) відповідає кращим європейським зразкам. У Європі міські автобуси без сходинок уже давно визнані стандартом. Ще до початку проєктування цієї моделі конструктори заводу ознайомилися з розробками провідних фірм, зокрема, Mercedes-Benz, MAN і Scania, і використовували їхній позитивний досвід. На Cytistar використовуються комплектуючі: підвіски фірм RABA, ZF, двигуни DEUTZ або їхніх філій, що відповідають екологічним нормам Euro-5 або Euro-6, автоматичні коробки передач від ZF і VOITH, пневмоапаратура «Knorr-Bremse», рульове керування ZF, система підйому й опускання кузова („kneeling”).

Автобус ЛАЗ-А183 «Сіті» - сучасна машина, призначена для великих міст. Тридвірний, без сходів, він дуже комфортний для людей з інвалідністю, дітей, людей похилого віку, а також більш економічний, тому що на посадку та висадку пасажирів витрачається менше часу. Автобус виготовлений з екологічно чистих матеріалів.

Таблиця 1.1 - Технічні характеристики автобуса ЛАЗ-А183 "Сіті"

Параметри	Значення
Габаритні розміри, мм	
- довжина / ширина / висота	12 000 / 2 550 / 3 060
- колісна база	5 850
- радіус повороту	12 500
- висота рівня підлоги	350

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		12

Пасажиромісткість, пас:	
- повна	120
- місць для сидіння	24-32
Маса автобуса, кг:	
- спорядженого	11 000
- повна	18 000
Формула дверей	2 - 2 – 2
Двигун	MAN, YC-6A, Cummins, Deutz EURO-2 / EURO-3
Потужність двигуна, кВт	260-280
Коробка передач	механічна ZF 6S-90, автоматична ZF 6 HP
Максимальна швидкість, км/год	100
Контрольна витрата палива при 60 км/год, л/100 км	24,0
Підвіска	пневматична, залежна, система підйому й опускання кузова (kneeling)
Гальмова система	двоконтурна, із пневмоприводом, ABS
Додаткові гальма	інтегрований автоматичний інтардер, що діє одночасно з гальмовою системою
Шини	275/80R 22,5
Вентиляція	природна – через люки даху й кватирки бічних вікон, примусова – через вентилятор даху
Система електроустаткування	постійного струму, з номінальною напругою 24В
Система опалення	автономний нагрівник 30 кВт із функцією передпускового підігріву двигуна, рідинні обігрівачі в передній і задній частині салону
Додатковий підігрів	передпусковий обігрівач типу Webasto на дизельному паливі
Внутрішнє висвітлення	два ряди плафонів по всій довжині салону,

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		13



Рисунок 1.1 - автобус ЛАЗ-А183 «Сіті», з правого борту



Рисунок 1.2 - автобус ЛАЗ-А183 «Сіті», з лівого борту

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		14



Рисунок 1.3 - автобус ЛАЗ-А183 «Сіті», вигляд попереду

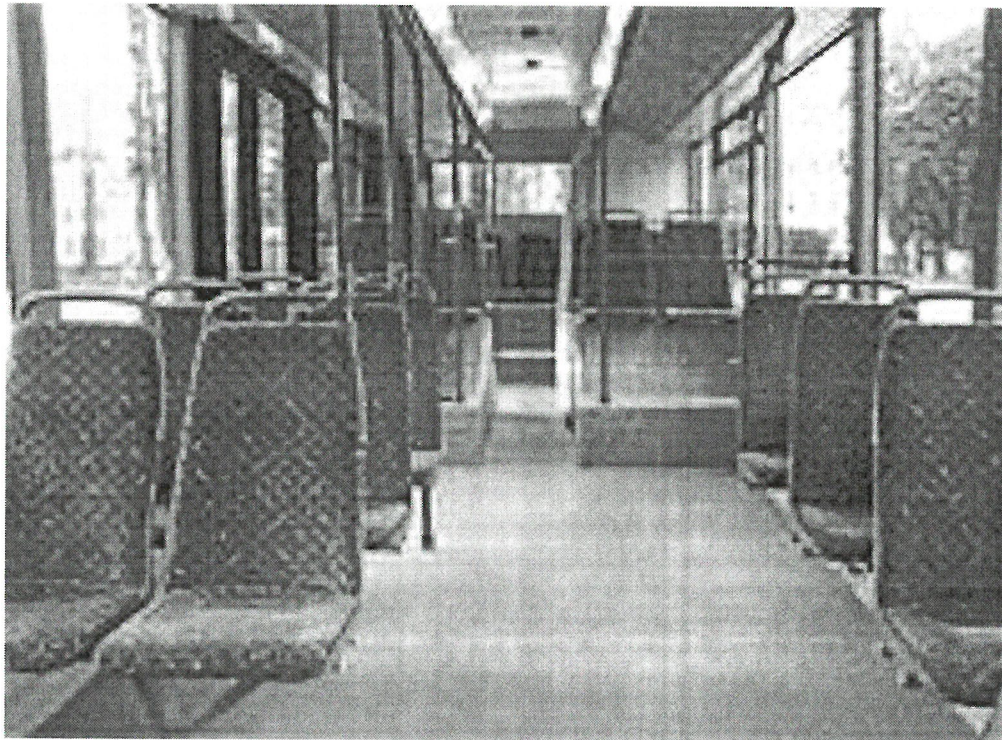


Рисунок 1.4 - Автобус ЛАЗ-А183 «Сіті», салон

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		15

1.6 Переоснащення ділянок.

Особливості технології виробництва автобуса

Для організації виробництва нового автобуса на заводі необхідно переоснастити дільниці виготовлення фрагментів каркаса кузова та дільниці складання каркаса, оскільки конструкція фрагментів каркаса відрізняється за розмірами, кривизною, взаємним розташуванням, номенклатурою й розмірами комплектувальних виробів, а також розмірами й конструкцією вузлів стикування каркаса кузова.

Оскільки принципово зміниться технологічний процес обшивання каркаса кузова листовим металом шляхом приклеювання замість приварювання та скління кузова приклеюванням скла до металевого каркаса замість монтажу скла у віконні прорізи за допомогою гумового кільцевого ущільнення з пазами, необхідно переоснастити дільниці обшивання й скління кузова.

На дільницях цеху організовано повний цикл технологічного процесу за прямоточним типом і хвильовою схемою як найбільш прийнятними для дрібносерійного виробництва.

При розробленні технологічного процесу враховано можливість синхронізації виконання окремих груп робочих операцій за тривалістю й використання міжопераційних періодів.

Заводський корпус № 2 являє собою багатопрогонову одноповерхову промислову будівлю розміром 18×108×8,4 м, до якої в торці прибудовано поперечний проліт 18×90×8,4 м. Усі прольоти обладнані кран-балками, що переміщуються вздовж рядів колон по двотаврових балках, підвішених до ферм покрівлі.

Цех виробництва автобуса розділено на два відділення: відділення складання каркаса кузова і відділення фарбування й складання автобуса. До складу відділення складання каркаса кузова доцільно включити такі дільниці: слюсарну, заготівельну, комплектувальну та дільницю складання кузова.

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
						17
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Заготівельна дільниця дозволяє здійснювати приймання металопрокату, його сортування, перевірку на відповідність умовам замовлення за кількістю, сортаментом, марками, а також підготовку й мірне нарізання заготовок. При звірванні відповідності характеристик, наведених у сертифікаті заводу-виробника, вимогам стандартів необхідно вибірково перевіряти розміри перерізу сортаментів, а зовнішнім оглядом - встановлювати наявність розшарувань, тріщин, сколів. Порізку прямокутних труб у розмір доцільно виконувати на абразивному або фрезерному відрізнному верстаті, а попередній розкрій листів металу - на гільйотинних ножицях.

Основним обладнанням цієї дільниці є наявні на заводі гільйотинні ножиці, згинальна машина з поворотною балкою, трубозгинальний прес. Дільниця обладнана стелажми для розміщення сортового прокату за профілями і контейнерами для заготовок за розмірами. Така компоновка дозволить переміщати заготовки технологічним ланцюгом за допомогою кран-балок. Для травлення, знежирення й фосфатування заготовок дільниця обладнана спеціальними ваннами з бортовим вакуумним трубопроводом, додатковою вентиляцією й умивальниками для робітників.

На дільниці виготовлення елементів каркаса передбачено виготовляти каркаси основи, боковин, задньої й передньої стінок. Для цього дільниця оснащена складальними кондукторами, напівавтоматами для дугового зварювання в середовищі вуглекислого газу, установками місцевого відсмоктування й очищення повітря у фільтрах, ручними пневматичними й електричними машинками.

Слюсарна дільниця призначена для виготовлення таких елементів кузова, як кронштейни, профілі, підсилювачі, листове внутрішнє й зовнішнє облицювання, люки, двері, капоти тощо. Для цього дільниця має бути укомплектована таким наявним на заводі обладнанням: гільйотинні й перфораційні ножиці, кромкозгинальні й універсальні преси, листозгинальні машини, установки точкового контактного зварювання, напівавтомати дугового зварювання в середовищі вуглекислого газу, установки місцевого відбирання й очищення

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		18

повітря.

Дільниця складання кузова повинна забезпечити точне з'єднання елементів каркаса між собою, внутрішнє й зовнішнє обшивання, монтаж і припасування дверей, люків, крил, капота. Її доцільно оснастити складальним стапелем, напівавтоматами для зварювання в середовищі вуглекислого газу, установками місцевого відбирання й очищення повітря.

Комплектувальна дільниця призначена для накопичення й видачі на складання деталей каркаса й обшивання кузова. Її доцільно оснастити стелажми та контейнерами.

Дільниця фарбування повинна забезпечити виконання антикорозійної обробки й покриття шумопоглинальною мастикою днища й порожнин кузова, ґрунтування, шпаклювання, шліфування, фарбування й сушіння внутрішніх і зовнішніх поверхонь кузова. Для виконання цих робіт може бути використана наявна на заводі дільниця фарбування. Вона обладнана пневматичними фарборозпилювачами, фарбувальними й сушильними камерами, припливно-витяжною вентиляцією, ручними шліфувальними машинками з електро- й пневмоприводом, ланцюговим конвеєром.

На дільниці складання автобусів варто забезпечити виконання наступних операцій:

- монтаж електропроводки й електроустаткування в кузові автобуса;
- монтаж мостів і силового агрегату, привода гальм;
- укладання й кріплення підлоги салону з водостійкої фанери й м'якого настилу;
- обшивання салону;
- установка щитка приладів;
- установка сидінь і поручнів;
- повне скління кузова;
- установка вентиляційних люків;
- монтаж внутрішніх арматур;

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		19

- установка приладів внутрішнього й зовнішнього висвітлення, склоочисників;

- установка бамперів і зовнішньої арматури.

Для виконання такого асортименту операцій у запланованому обсязі дільницю доцільно оснастити складальною лінією з ланцюговим конвеєром і підйомником. Біля лінії складання доцільно передбачити дільниці виготовлення або підготовки до встановлення вузлів і деталей

Особливості технологічного процесу складання нового автобуса полягають у такому:

- кріплення бічних листових панелей виконується за допомогою приклеювання, а не за допомогою зварювання;

- скління кузова автобуса виконується за допомогою приклеювання, а не за допомогою кільцевих гумових ущільнювачів.

1.7 Обґрунтування виробничої програми заводу в цілому й дільниці складання каркаса кузова в зокрема

Залежно від типу виробництва виробнича програма може бути точною, приведеною й умовною.

Метод проектування за точною програмою передбачає розроблення технологічних процесів ремонту й виробництва з технічним нормуванням на всі складальні й ремонтні одиниці, які входять у виробничу програму. Проектування за приведеною програмою застосовується для дільниць середнього й дрібносерійного виробництва, що є характерним для авторемонтного й автоскладального виробництва. Це пояснюється тим, що при значній номенклатурі обсяг проєктних і технологічних розробок збільшується, і для його зменшення реальну програму замінюють приведеною, яка дорівнює за трудомісткістю фактичній програмі.

З цією метою всі деталі або складальні одиниці розбивають на групи за конструктивними і технологічними ознаками.

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		20

Таблиця 1.2 – Річна приведена програма автобусного заводу

Найменування продукції й модель	Кількість виробів	Коефіцієнт приведення		Приведена кількість виробів
		K_m	K_a	
Автобуси (капремонт), у тому числі	177			
Агрегати (капремонт), у тому числі	50			0
Двигун, 1-ї комплектації	30		0,12	3,6
Коробка передач	20		0,08	2,4
Виробництво автобусів	180			0
ЛАЗ 695	80	0,8		8,1
ЛАЗ-А183 «Сіті»	100	1		100
Приведена виробнича програма по заводу				312,1

У кожній групі визначають деталь або складальну одиницю виробу, за якою далі ведемо розрахунки. На складальну одиницю виробу розробляємо технологічний процес і шляхом нормування встановлюємо трудомісткість виробництва або ремонту. В ролі складальної одиниці – виробу вибираємо деталь або складальну одиницю, що характеризується найбільшим обсягом випуску й трудомісткістю виготовлення. Рекомендуються наступні співвідношення маси m і обсягу випуску N об'єкта представника до інших об'єктів виробництва, які входять у групу:

$$\begin{aligned} 0,5m_{\max} &\leq m \leq 2m_{\min} \\ 0,1N_{\max} &\leq N \leq 10N_{\min} \end{aligned} \quad (1.1)$$

де m_{\max} , m_{\min} , N_{\max} , N_{\min} - відповідно найбільші й найменші значення маси й річного обсягу випуску об'єктів виробництва, які входять у групу. Якщо зазначені співвідношення не дотримуються, необхідно програму розбити на дві або більше груп.

Формування груп і вибір типових представників - дуже відповідальний

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		21

процес; також від нього залежить точність наступних технологічних розрахунків і проєктних рішень.

У практиці проєктування кожний об'єкт виробництва, що входить у групу, може бути приведений за трудомісткістю до виробу з урахуванням різниці в масі, програмі випуску, складності виробництва або ремонту й інших параметрів. Загальний коефіцієнт приведення, K_{np} , визначається за формулою:

$$K_{np} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \dots K_n \quad (1.2)$$

де DO_1 – коефіцієнт приведення маси;

DO_2 – коефіцієнт приведення за серійністю;

DO_3 – коефіцієнт приведення за складністю;

K_n – коефіцієнт приведення, що враховує інші особливості об'єктів.

При використанні методу приведення можливі два варіанти формування груп і вибір типових представників.

Перший варіант використовується при закріпленні за цехом ділянки виготовлення деталей або складання однотипних виробів, зосереджених на одній базі і які відрізняються характеристиками за окремими параметрами. У цьому випадку формують одну або кілька груп виробів і як представник обирають один з виробів групи.

Другий варіант використовується при ремонті виробів, що значно відрізняються один від одного. У цих випадках для проєктування механічного цеху деталі всіх автомобілів поєднують у технологічно подібні групи і в кожній групі призначають деталь-представник, для якої розробляють технологічний процес і виконують технічне нормування.

Результати розробок по кожному варіанту поширюються на всі об'єкти групи, використовуючи коефіцієнт приведення.

Коефіцієнт, DO_1 , що враховує різницю мас оброблюваних або виробів, що збираються, визначимо за формулою:

$$K_1 = C_0 \sqrt[3]{\left(\frac{\sum m_i}{\sum m_{np}}\right)^2} + C_b \sqrt[3]{\frac{\sum m_i}{\sum m_{np}}}, \quad (1.6)$$

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		22

де Z і C_s – коефіцієнти, які визначають частину основного й допоміжного часу при одиничному виробництві;

Σm_i і Σm_{np} – відповідно суми мас виробів групи й вироби – представника, кг.

Коефіцієнт приведення, DO_1 , що враховує різницю в масі геометрично подібних виробів, що збираються, можна визначити за спрощеною формулою

$$K_1 = \sqrt[3]{\left(\frac{\sum m_i}{\sum m_{np}}\right)^2} \quad (1.7)$$

Коефіцієнт приведення за серійністю, DO_2 , ураховує зміни трудомісткості виготовлення або складання при зміні програми випуску.

Коефіцієнт приведення за серійністю, DO_2 , визначається з рівняння

$$K_2 = \left(\frac{N_{np}}{N_i}\right)^\alpha \quad (1.8)$$

де N_{np} і N_i – програма випуску відповідно виробу-представника й наведеного виробу, шт.;

α - показник ступеня для об'єктів середнього машинобудування 0,15.

Коефіцієнт приведення за точністю, DO_3 , ураховує вплив технологічності конструкції виробу на трудомісткість складання. Трудомісткість складання залежить від кількості елементів конструкції і їхньої точності виготовлення.

Так, наприклад, для однорідних виробів групи найбільш характерними параметрами, що визначають складність і, відповідно, трудомісткість, будуть точність поверхонь обробки виробів.

Відзначені параметри при кількісній оцінці технологічності конструкції виробу враховують середній якісний рівень точності обробки \bar{K}_T .

Для цього випадку, коефіцієнт приведення за точністю, DO_3 , визначимо за формулою:

$$K_3 = \left(\frac{\bar{K}_{Ti}}{\bar{K}_{Tnp}}\right)^{\alpha_1}, \quad (1.9)$$

де $(\bar{K}_{Ti})^{\alpha_1}$ й $(\bar{K}_{Tnp})^{\alpha_1}$ - середні значення квалітету точності наведеного виробу й виробу-

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		23

представника.

Для визначення $(\bar{K}_r)^{\alpha_1}$ рекомендується використовувати наступні нормативи:

Середній квалітет	6	7	8	11	12	13
$(\bar{K}_r)^{\alpha_1}$	1,3	1,2	1,1	1	0,9	0,8

Привертає до себе увагу той факт, що розбити деталі моста на кілька більших груп однотипних деталей неможливо. Тому розрахунок, виконаний за розглянутою методикою, дасть досить умовний результат.

З іншого боку, програма виробничої дільниці складання каркаса кузова автобуса повинна забезпечити складання каркаса автобуса з відремонтованих вузлів і агрегатів і забезпечити виконання замовлень на ремонт товарних агрегатів.

Оскільки кількість виготовлених каркасів кузовів відповідає кількості автобусів, що виготовляються, то програма дільниці виготовлених каркасів кузовів відповідає виробничій програмі заводу з виробництва нових автобусів.

Повнокомплекті автобуси	Автобуси, шт;	Каркасів, шт
ЛАЗ 695	80	80
ЛАЗ-А183 "Сіті	100	100
Усього каркасів кузовів автобусів		180

Таким чином, дільниця складання каркасів кузова повинна забезпечити виготовлення 189. каркасів кузова автобусів у рік, у тому числі 100 каркасів автобусів ЛАЗ-А183 "Сіті

Основною виробничою діяльністю заводу були ремонт автобусів лінійки ЛАЗ та виробництво автобусів ЛАЗ 695 з виробничою програмою 160 і 100 автобусів за рік.

Реорганізація підприємства з авторемонтного профілю на автоскладальний з використанням наявної виробничої бази дозволить випускати до 450 автобусів на рік за умови припинення ремонтно-відновлювальних робіт на старих автобусах.

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		24

Проведені маркетингові дослідження показали, що потреба в автобусах пропонованого класу на внутрішньому ринку України становить не менше 500 шт. на рік можлива реалізація їх на ринках інших країн - 200–250 одиниць на рік.

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		25

2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

РОЗРОБКА ДІЛЬНИЦІ СКЛАДАННЯ ОСНОВИ КАРКАСА КУЗОВА.

2.1 Характеристика конструкції каркаса кузова і його основи.

Каркас кузова автобуса ЛАЗ-А183 «Сіті» являє собою об'ємну зварену каркасну конструкцію із прямокутних трубчастих сталевих профілів (див., наприклад, рисунок 2.1).

Оскільки основне навантаження від ваги перевезених пасажирів припадає на підлогу, що спирається на верхню площину конструкції основи, остання передає всю вагу конструкції автобуса й пасажирів на мости. Конструкція основи є достатньо жорстким елементом каркаса кузова. Вона складається з трьох окремих секцій. Середня секція основи розташована між колісними арками і є плоскою. Передня й задня секції мають об'ємну конструкцію і складаються з двох плоских рам. Верхня рама виготовляється з прямокутної труби 40×40 мм, а нижня - з труби 40×60 мм. Рами з'єднані між собою по периметру стійками боковин і додатковими короткими стійками в середній частині з труб 28×30 мм, а також розкосами.

Для серійного складання металоконструкцій широко використовують кондуктори, що дозволяють фіксувати окремі деталі конструкції в чітко визначеному положенні [2]. Передня й задня секції основи мають об'ємну конструкцію. До цього часу для таких елементів використовували кілька кондукторів для окремого складання плоских елементів і ще один - для складання об'ємної конструкції з плоских елементів.

При реконструкції передбачається використовувати об'ємні кондуктори. При їх проектуванні необхідно врахувати таке:

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ		
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА		
Розроб.	Рибалко		<i>[підпис]</i>	12.06			
Перев.	Васильєв		<i>[підпис]</i>	19.06	Літ.	Лист	Листів
Н. конт.	Васильєв		<i>[підпис]</i>	19.06	Національний університет імені Юрія Кондратюка ННІ ІТР, 2026		
Затв.	Орисенко		<i>[підпис]</i>	19.06			

- Виконання всього кондуктора похилим забезпечить

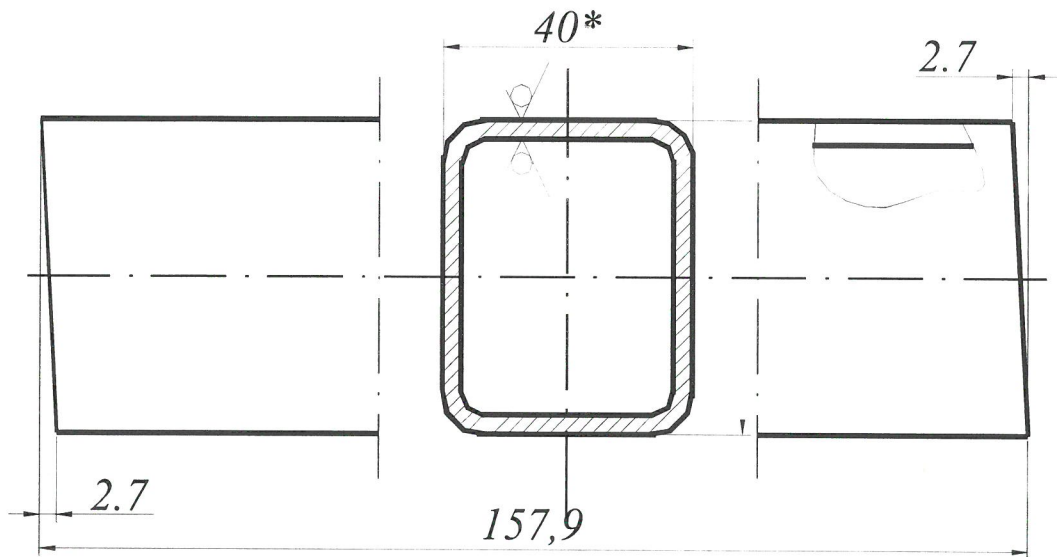


Рисунок 2.1 - Труба (елемент каркаса).

2.2 Технологічний процес складання основи каркаса кузова.

Технологічний процес виготовлення елементів основи каркаса кузова розділено на такі технологічні операції й переходи:

1. укладання елементів основи між упорами кондуктора (див. рисунки 2.3 і 2.4) та сполучними елементами;
2. з'єднання елементів основи між собою зварюванням окремими точковими зварними швами;
3. приварювання елементів один до одного по контуру примикання суцільним горизонтальним і вертикальним швом;
4. зняття зібраної основи з кондуктора;

Передні й задні фрагменти основи каркаса кузова є найскладнішими фрагментами каркаса, що потребують складніших об'ємних кондукторів.

Складальний кондуктор повинен забезпечити виконання таких вимог:

- жорстку просторову орієнтацію й фіксацію всіх елементів

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		27

конструкції відносно один одного;

- доступ до всіх місць примикання деталей і вузлів, що збираються, для накладання точкових зварних швів-прихваток;
- звільнення від фіксації всіх елементів і можливість видалення з кондуктора зібраної конструкції;
- дотримання всіх геометричних розмірів конструкції в цілому.

Найшвидше і якісне виконання зварювання металоконструкцій при невисокому рівні кваліфікації зварника досягається при горизонтальному розташуванні зварних швів у положенні «човник» (з нахилом стінок деталей, що зварюються, під кутом 45° усередину до шва). Для цього в процесі зварювання необхідно неодноразово змінювати просторову орієнтацію конструкції, що зварюється. При виконанні зварювання - залежно від технологічної жорсткості зібраної конструкції, програми випуску, наявності площ та обладнання - кондуктори можуть бути поєднані з підйомниками або розміщені на окремих постах.

2.3 Інженерні рекомендації з реконструкції дільниці виготовлення основи каркаса кузова автобуса

Для поліпшення організації робіт на дільниці виготовлення основи каркаса кузова автобуса, забезпечення ефективної роботи дільниці при невеликих трудовитратах, пропонуються наступні заходи:

- обладнати дільницю виготовлення основи каркаса кузова складальним кондуктором у вигляді рами, що повторює профіль нижньої поверхні основи каркаса кузова з упорами, які утримують усі деталі основи у взаємному положенні відповідно до робочого креслення;
- встановити упори кожного елемента основи важільно-пневматичним притиском, що забезпечує фіксацію елементів до зварювання;
- встановити кондуктор похило під кутом 30° для спрощення процесу складання й

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		28

поліпшення умов виконання зварювання.

2.4 Конструкція установки для складання основи каркаса кузова автобуса

Установку для складання основи каркаса кузова автобуса пропонується виконати у вигляді стаціонарних кондукторів з упорами й важільно-пневматичними притисками.

2.4.1 Конструкція кондуктора для складання основи каркаса кузова автобуса

За правилами побудови кондукторів [7] для жорсткої просторової орієнтації кожна деталь зварної конструкції повинна розташовуватися між дев'ятьма опорами й притисками. Таким чином, для повної фіксації всіх деталей основи каркаса кузова автобуса в усіх вузлах необхідно встановити 320 опор і 260 притисків. Це робить конструкцію кондуктора дорогою і складною як у виготовленні, так і в експлуатації.

Кондуктор являє собою зварену раму, аналогічну за формою та розмірами нижньому поясу основи каркаса кузова автобуса, виконану з більш жорсткого металопрокату та встановлену нерухомо.

До рами кондуктора прикріплені упори, виготовлені з листового металу, розташовані з одного боку - наприклад, з правого - поздовжніх елементів основи каркаса кузова автобуса. Місця розташування упорів відповідають розміщенню поперечних елементів основи каркаса кузова автобуса. Робоча кромка упорів перпендикулярна площині основи каркаса кондуктора, а їх висота перевищує висоту елементів основи каркаса кузова автобуса. Упори для поперечних елементів основи каркаса кузова автобуса при складанні необхідні для запобігання зміщенню елементів у поперечному напрямку; лише чотири упори й чотири притиски (проти торців лонжеронів і бортових швелерів) слугують для запобігання зміщенню

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		29

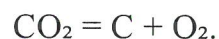
елементів у поздовжньому напрямку. Упори для вертикальних елементів і елементів другого пояса каркаса кузова встановлені на стійках. Опори й стійки, що їх підтримують, для вертикальних і горизонтальних елементів верхніх рівнів доцільно виконати зміщеними від підтримуваних ними елементів в один бік (наприклад, вправо й назад). Це забезпечить можливість зняття основи каркаса кузова шляхом підймання, переміщення назад і вліво до виведення з упорів.

Для забезпечення розташування поздовжніх елементів основи каркаса кузова автобуса, що укладаються в кондуктор, в єдино можливому правильному положенні під дією власної ваги раму кондуктора в поперечному напрямку розташовано похило під кутом 30° до горизонталі. У такому положенні кондуктор зафіксовано за допомогою стійок, що з'єднують раму кондуктора з фундаментом. Стійки виготовлені зі швелера, звареного в замкнений контур, приварені до рами кондуктора й з'єднані з фундаментом за допомогою анкерних болтів.

2.5 Зварювання елементів каркаса кузова

Виходячи із сучасного рівня розвитку технологій, надійне з'єднання трубчастих елементів каркаса кузова може бути здійснене за допомогою зварювання плавленням [8]. З усіх способів зварювання плавленням для з'єднання елементів із прямокутних труб товщиною 2...4 мм із низьколегованої сталі, з урахуванням міцнісних характеристик швів, швидкості зварювання, технологічності її виконання, трудовитрат на підготовку, виконання зварювання й очищення швів від шлаків, вартості обладнання й зварювальних матеріалів, найбільш раціональним є дугове зварювання в середовищі вуглекислого газу з автоматизованою подачею зварювального дроту й переміщенням пальника вручну.

Сутність зварювання полягає в тому, що дуга й розплавлений метал захищаються від впливу атмосфери потоком вуглекислого газу [4]. У зоні зварювання при високій температурі вуглекислий газ дисоціює:



					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		30

Тому зварювання відбувається не в чистому вуглекислому газі, а в суміші газів. Причому кількість кисню в суміші лише трохи менша, ніж у повітрі. Отже, при зварюванні в середовищі вуглекислого газу забезпечується повний захист лише від азоту повітря.

Кисень, що виділяється, окислює рідкий метал з утворенням закису заліза FeO, що розчиняється в рідкому металі, й низки нерозчинних оксидів елементів, що входять до складу металу (SiO₂, MnO, Al₂O₃ та ін.). За нестачі в розплаві кремнію й марганцю метал, що охолоджується, розкислюється розчиненим у ньому вуглецем з утворенням порожнин у вигляді пор у шві.

Для запобігання утворенню пор у зварному шві при зварюванні із захистом вуглекислим газом використовують електродний дріт з елементами-розкислювачами, насамперед марганцем (0,6–1,0 %) і кремнієм (1–2 %) [4].

Якщо електродний дріт містить кремній і марганець, то оксиди заліза розкислюються не за рахунок вуглецю з утворенням CO, а за рахунок цих більш активних розкислювачів.

Для зварювання в середовищі вуглекислого газу застосовують електродний низьколегований дріт марок Св-08ГС, Св-08Г2С, Св-10ГС. У цьому випадку найбільш придатним є низьколегований зварювальний дріт з омідненою поверхнею Св-08Г2С діаметром 1...1,2 мм [5]. Він має таке умовне позначення: дріт 1,2 Св-08Г2С ДСТУ EN ISO 544. Хімічний склад сталі дроту марки Св-08Г2С наведено в таблиці 2.1.

Зварювання елементів каркаса кузова слід виконувати на режимах, значення яких наведені в таблиці 2.2. Для визначення значень режимів використано табличні дані довідника [6].

Зварювання може бути виконане в будь-якому просторовому положенні (горизонтальні, вертикальні й стельові шви), проте вища якість із меншими витратами й вимогами до кваліфікації зварника може бути досягнута при накладанні горизонтальних швів. Це забезпечується кантуванням конструкції, що зварюється.

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		31

Таблиця 2.1 - Хімічний склад сталі дроту, %

Хімічний елемент	Символ елемента	Вміст елемента
Вуглець	C	0,05...0,11
Кремній	Si	0,70...0,95
Марганець	Mn	1,80...2,10
Хром	Cr	≤ 0,20
Нікель	Ni	≤ 0,25
Сірка	S	≥ 0,025
Фосфор	P	≥ 0,030

Таблиця 2.2 - Режимы напівавтоматичного дугового зварювання у вуглекислому газі

Параметри режиму	Од.вим.	Стикові шви	Кутові шви
Товщина металу	мм	3...5	3...5
Зазор між деталями	мм	1,6...2,0	-
Діаметр дроту	мм	1...1,2	1...1,2
Струм зварювальний	A	180... 200	150... 180
Катет шва	мм	-	3,0...5,0
Напруга дуги	B	28...30	28...30
Швидкість зварювання	м/годин	20...22	20...26
виліт електрода	мм	10...12	10...16
Витрата газу	л/хв	14...16	14...16

2.6 Обладнання для зварювання каркаса автобуса

Як зазначалося вище (розділ 2.1), каркас автобуса має складну просторову

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		32

ажурну конструкцію. Це унеможлиблює її зварювання звичайними зварювальними автоматами. Використання зварювальних роботів є нераціональним через малу програму виробництва й невисоку стабільність роботи роботів при дуговому зварюванні у вуглекислому газі.

З економічної й технологічної точки зору, для зварювання каркаса кузова в середовищі вуглекислого газу більш придатні напівавтомати.

З великої номенклатури напівавтоматів найбільш придатними є шлангові напівавтомати з штовхальним механізмом подачі електродного дроту, переносного або пересувного типу з дугою постійного струму. З тих, що випускаються в країнах СНД, цим характеристикам відповідають такі типи напівавтоматів: А-537Р; А-547В; ПДГ-305; ПДГ-306; А-526М; А-1230М [7]. За технічними характеристиками, показниками компактності й мінімальною масою кращим є напівавтомат А-1230М. Саме його обрано для оснащення проєктної ділянки.

2.6.1 Шланговий зварювальний напівавтомат А-1230М

Шланговий зварювальний напівавтомат типу А-1230М призначений для зварювання на постійному струмі зварювальним дротом суцільного перерізу металевих конструкцій із маловуглецевої сталі. Технічні характеристики напівавтомата А-1230М наведено в таблиці 2.3.

До комплекту напівавтомата входять такі основні вузли:

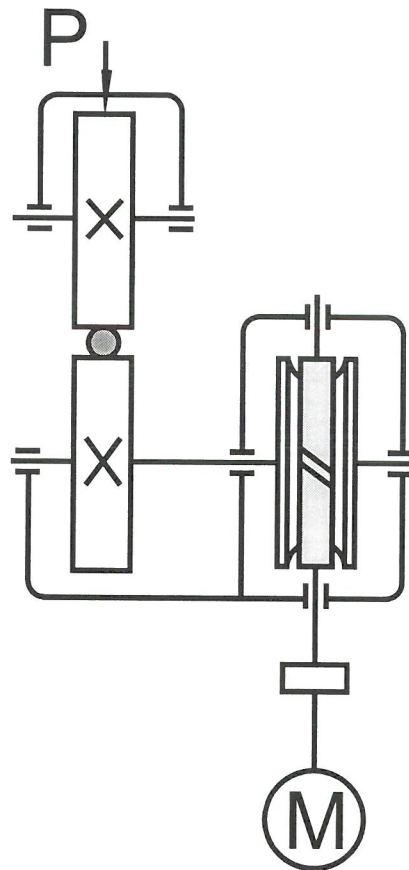
1. Напівавтомат.
2. Зварювальний пальник.
3. Редуктор з регулятором витрати й підігрівником вуглекислого газу.
4. Джерело живлення зварювальної дуги типу ВДГ-303.
5. Комплект проводів, шлангів і запасних частин.

Таблиці 2.3 - Технічні характеристики напівавтомата А-1230М

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ док.м.	Підп.	Дата		33

іншого (160...282; 230...452; 340...670 м/год).

Механізм подачі електродного дроту встановлюється в ящику, у якому розміщені також котушки для електродного дроту, електромагнітний клапан вуглекислого газу, резистор регулювання швидкості обертання



Р- зусилля притиску електродного дроту веденим роликком до ведучого
Рисунок 2.2 - Кінематична схема механізму подачі електродного дроту.

двигуна, реле керування вмиканням електромагнітного клапана й двигуном подачі зварювального дроту.

Електромагнітний клапан призначений для подачі захисного газу в зону дуги виключно під час процесу зварювання. Він складається з газового клапана й електромагнітної системи, яка своєю чергою складається з корпусу, сердечника й котушки. При подачі напруги на виводи котушки рухомий елемент сердечника

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		35

втягується, стискає пружину й відкриває канал для проходу газу. При вимкненні живлення пружина повертає клапан у вихідне положення й припиняє подачу газу.

Підігрівник газу призначений для підігріву вуглекислого газу, що надходить із балона. Він складається з герметичного корпусу, всередині якого розташований керамічний сердечник з нагрівальним елементом, виконаним у вигляді спіралі. Живлення підігрівника здійснюється безпосередньо від джерела живлення зварювальної дуги.

Регулятор газу типу В-30П2 призначений для зниження тиску газу, що надходить із балона, від 0,8...10,0 МПа до робочого тиску 0,1...0,3 МПа та для контролю питомої витрати газу.

2.6.3 Підіймально-поворотний пристрій для секції основи каркаса кузова автобуса, що зварюється

При виготовленні великогабаритних зварених конструкцій, наприклад, колон мостів і секцій залізничних вагонів, широко використовують підіймально-поворотні пристрої різних конструкцій для забезпечення можливості накладання зварних швів у найбільш зручному просторовому положенні. Для конструкцій великої ширини, щоб забезпечити не тільки поворот, але й підймання перед поворотом та опускання для можливості роботи з рівня робочого майданчика, використовують підіймально-поворотні двостійкові пристрої (див. рисунок 2.3) [12].

Пристрій має таку конструкцію. На робочому майданчику влаштовано фундамент для підіймально-приводної стійки й прокладено рейковий шлях для переміщення платформи підіймальної стійки.

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		36

конструкції збігався з віссю підйимально-поворотного пристрою. Синхронним переміщенням візків за допомогою гвинтових механізмів обох стійок зварювану раму напівпричепа піднімають на висоту, достатню для її повороту навколо осі обертання. Потім зварювану раму напівпричепа повертають у потрібне положення для накладання наступних швів у горизонтальній площині. Операції підйому, повороту й опускання виконують потрібну кількість разів. Після завершення зварювання раму знімають із пристрою та встановлюють наступну.

2.6.4 Розрахунок двостійкового підйомника з підйомними центрами

2.6.4.1 Обґрунтування розрахунку й визначення основних параметрів

Підйимально-поворотний пристрій є складним механічним вузлом (див. рисунок 2.4), детальне проектування якого є трудомістким завданням, що виходить за межі дипломного проекту, тому в цій роботі буде розглянуто лише його частину. Найважливішою складовою цього вузла є підйимальний механізм, тому саме його розрахунку приділено основну увагу в цьому проєкті.

Розглянемо структуру підйимального привода (див. рисунок 2.5), який складається з:

– пари гвинт–гайка: гвинт закріплений у верхній частині стійки за допомогою двох кулькових радіальних однорядних підшипників і кулькового упорного підшипника, встановлених у власному картері; гайка жорстко закріплена на рухомій частині; гвинт сприймає обертальний момент від конічної пари, а гайка перетворює обертальний рух на поступальний;

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		38

перераховану вище мех. ланцюга.

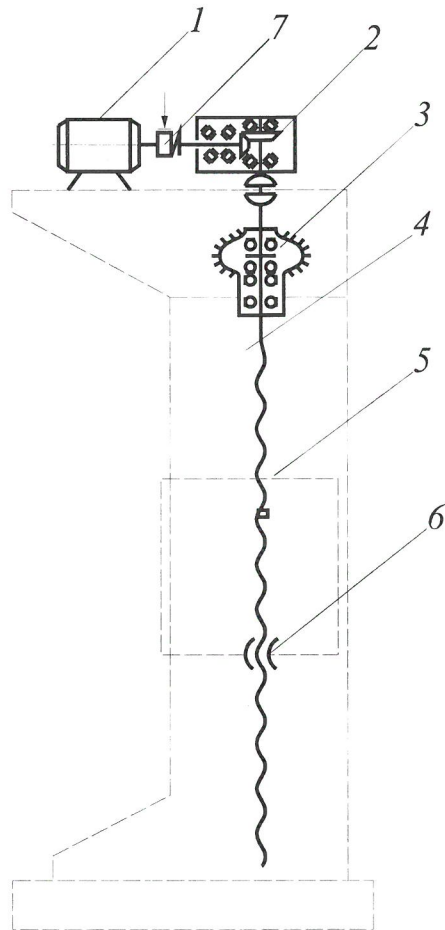


Рисунок 2.5 Кінематична схема піднімального привода: 1 - електродвигун; 2 – конічний редуктор; 3 – корпус опорних підшипників; 4 – підйомний гвинт; 5 – рухомий візок; 6 – ходова гайка; 7 – муфта з гальмом.

Несучою частиною пристрою є корпус, виконаний у вигляді стійок. Стійки зварені з листової сталі товщиною 8 мм.

2.6.4.2 Розрахунок привода підйому підйомно-поворотного пристрою

а) Розрахунок потужності привода й підбір двигуна.

Вихідні дані :

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		40

необхідна вантажопідйомність стійок підйимально-поворотного пристрою $Q = 3250$ кг

придатний для випадку є конічний редуктор 461 - 8300 з передатним відношенням $i = 16,5$ []

Приймаємо число обертів двигуна

$$n_d = 1430 \text{ хв}^{-1}$$

Необхідна потужність двигуна (привода):

$$P = \frac{Q \times V}{102 \times \eta}, \quad (2.1)$$

де V - швидкість підйому, м/с;

η - ККД привода.

визначимо швидкість підйому за формулою :

$$V = n_g \times S, \quad (2.2)$$

де n_g - число обертів гвинта;

S - крок гвинтового різьблення .

Крок різьблення відомий $S = 12 \times 10^{-3}$, а кутову швидкість обертання гвинта й ККД привода визначимо по рівняннях відповідно:

$$n_g = \frac{n_d}{i} = \frac{1430}{16,5} = 86,7 \text{ мин}^{-1}; \quad (2.3)$$

$$\eta = \eta_{кр} \times \eta_m^2 \times \eta_{пк}^{12} \times \eta_{вп}, \quad (2.4)$$

де $\eta_{кр}$ - ККД конічного редуктора;

$\eta_{м-м}$ - ККД пружної муфти;

$\eta_{пк}$ - ККД підшипника кочення;

$\eta_{вп}$ - ККД гвинтової передачі.

ККД гвинтової передачі :

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		41

$$\eta = \frac{\operatorname{tg} \psi}{\operatorname{tg}(\psi + \rho')}, \quad (2.5)$$

де ψ - Кут підйому різьблення визначається за формулою:

$$\psi = \operatorname{arctg} \frac{S}{D \times d_2}, \quad (2.6)$$

а ρ' - кут тертя знаходимо з вираження:

$$\rho' = \operatorname{arctg} f' = \operatorname{arctg} \frac{f}{\cos \frac{\alpha}{2}}; \quad (2.7)$$

f - коефіцієнт тертя, для випадку тертя стали по бронзі $f=0,1$

Розрахуємо кут підйому різьблення й кут тертя й перевіримо умову самогальмування ($\rho' > \psi$)

$$\rho' = \operatorname{arctg} \frac{0,1}{\cos 16^\circ 30'} = 6^\circ;$$

$$\psi = \operatorname{arctg} \frac{12 \times 10^{-3}}{3,14 \times 56 \times 10^{-3}} = \operatorname{arctg} 0,0682 = 3^\circ 54';$$

умова самогальмування забезпечується тому що $6^\circ > 3^\circ 54'$.

Визначаємо ККД гвинтової передачі.

$$\eta_{en} = \frac{\operatorname{tg} 3^\circ 54'}{\operatorname{tg}(3^\circ 54' + 6^\circ)} = \frac{0,0682}{0,01745} = 0,39.$$

Коефіцієнт корисної дії привода:

$$\eta = 0,72 \times 0,99^2 \times 0,39 = 0,241.$$

Вибираємо двигун із джерела [] згідно з розрахованими параметрами:

4A 100S4B,

$P = 3$ кВт,

$n_c = 1500$ хв⁻¹.

б) Розрахунок силової гвинтової передачі.

Розрахунок гвинта на міцність.

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		42

Умова міцності: $\sigma_{екв} \leq [\sigma_p]$.

Еквівалентна напруга :

$$\sigma_{екв} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \quad (2.8)$$

Напруга розтягання (стиску)

$$\sigma = \frac{Q}{A};$$

де A - площа поперечного перерізу гвинта по внутрішньому діаметрі різьблення;

$$d_{вн} = 47 \times 10^{-3} \text{ м}$$

$$A = \frac{\pi \times d_{вн}^2}{4} = \frac{3,14 \times 4,70^2 \times 10^{-4}}{4} = 17,3 \times 10^{-4} \text{ м}^2;$$

$$\sigma = \frac{32500}{17,3 \times 10^{-4}} = 18,8 \text{ МПа.}$$

Напруга кручення:

$$\tau = \frac{T}{W_p}; \quad (2.9)$$

де T - крутний момент на вихідному валу редуктора.

W_p - полярний момент опору

$$T = 9740 \times \frac{P_0 \times \eta_{кр}}{n_g} = 9740 \times \frac{3 \times 0,72 \times 16,5}{1430} = 231,4 \text{ Нм,} \quad (2.10)$$

$$W_p = \frac{\pi \times d_{вн}^3}{16} = \frac{3,14 \times 4,7 \times 10^{-6}}{16} = 20,4 \times 10^{-6} \text{ м}^3;$$

$$\tau = \frac{231,4}{20,4 \times 10^{-6}} = 11,3 \text{ МПа,}$$

Умова міцності виконується для сталі 45 допустиме напруження якої дорівнює $\sigma_{adm} = 100 \text{ МПа}$:

$$\sigma_{екв} = \sqrt{18,8^2 + 3 \times 11,34^2} = 38,3 \text{ МПа} \leq \sigma_{adm}.$$

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		43

Розрахунок гвинта на зносостійкість.

Питомий тиск у різьбленні.

$$q = \frac{Q}{\pi \times \varphi_2 \times \xi \times d_2}, \quad (2.11)$$

де φ_2 - коефіцієнт висоти гайки,

$$d_2 = d_{cp}$$
$$\varphi_2 = \frac{H_2}{d_2} = \frac{0,1}{0,056} = 1,786,$$

де H_2 - Висота гайки, $H_2 = 0,1$ м

ξ - відношення висоти робочого профілю різьблення до її кроку.

$$\xi = \frac{9 \times 10^{-3}}{12 \times 10^{-3}} = 0,75;$$

$$q = \frac{32500}{3,14 \times 1,786 \times 0,75 \times 0,056} = 2,46 \text{ мПа};$$

З умов зносостійкості для сталевго гвинта й бронзової гайки питомий тиск, що допускається, гайки в різьбленні $q_{adm} = 8 - 10$ мПа;

Умова зносостійкості $q < q_{adm}$ дотримується.

в) Розрахунок стійок підйимально-поворотного пристрою на міцність.

Вихідні дані :

$$Q = 32500 \text{ Н}$$

$$L = 0,5 \text{ м.}$$

Розрахуємо максимальний згинальний момент, що зазнають стійки підйимально-поворотного пристрою, за таким виразом:

$$M_{\max} = Q \times L = 32500 \times 0,5 = 16250 \text{ Нм};$$

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		44

а момент опору стійок буде дорівнює:

$$W = 4 \times W_c = 4 \times 70,4 \times 10^{-6} = 281,6 \times 10^{-6} \text{ м}^3;$$

визначимо напругу вигину за формулою

$$\sigma_{\text{вк}} = \frac{M_{\text{max}}}{W} = \frac{16250}{281,6 \times 10^{-6}} = 58'' \text{ мм}, \quad (2.12)$$

для ст. 3 $\sigma_{\text{adm}}=110$ мПа, умова міцності витримана,

тому що $\sigma_3 < \sigma_{\text{adm}}$.

2.7 Розрахунок і компоування ділянки складання каркаса кузова автобуса

При розгляді компоувального рішення технологічних приміщень необхідно враховувати розміщення в одній будівлі різних за характером технологічних приміщень, забезпечуючи при цьому виконання протипожежних і санітарних вимог, а також правил техніки безпеки. Ділянка складання каркаса кузова автобуса розташована в одноповерховій виробничій будівлі й займає в ній частину прольоту шириною 12 м, із кроком колон 6 м і довжиною 24 м. Висота прольоту будівлі визначена, виходячи з таких положень: забезпеченням вимог технологічного процесу, зумовлених масою й габаритними розмірами вузлів і агрегатів; висотою встановленого обладнання; типами застосовуваного вантажопідйомного обладнання; вимогами уніфікації будівельних параметрів будівлі. Висота прольоту до кран-балкових шляхів становить 7,8 м.

За конструктивною схемою корпус цеху ремонту автомобілів належить до каркасних будівель, тобто всі навантаження від власної маси конструкцій, кранового та технологічного обладнання сприймають елементи каркаса, а стіни виконують лише роль огорожувальних конструкцій. Каркас будівлі - залізобетонний. Більша частина стін і перегородок є підвісною, виконаною з

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		45

панелей. Основними елементами покриття є несучі конструкції (ферми, балки) та огорожувальні конструкції. Огорожувальні конструкції містять залізобетонні плити, утеплювач, вирівнювальний шар і покрівлю. Будівля обладнана розпашними воротами розміром 3,6 × 3,6 м.

Вибір типу покриття підлоги у виробничих і складських приміщеннях зумовлюється такими факторами: видом та інтенсивністю механічних впливів; тепловими впливами; пиловиділенням; зручністю очищення від забруднень. Підлогу в приміщеннях виконано з литих чавунних плит з рифленою робочою поверхнею.

Приміщення дільниці складання каркаса кузова розміщено в корпусі ремонту агрегатів. Розміри приміщення в плані встановлюються залежно від кількості постів, площі технологічного обладнання й конструкцій приміщення. Величина площі дільниці визначається за формулою:

$$F_y = f_{об} \cdot k ;$$

де $f_{об}$ – площа в плані технологічного обладнання, м²;

k - коефіцієнт щільності розміщення обладнання на дільниці.

Площа обладнання в плані визначена підсумовуванням у таблиці 2.6.

$$F_y = 113 \cdot 2 = 226 \text{ м}^2.$$

Таким чином, площа дільниці відповідає розмірам площі приміщення й відповідає вимогам розміщення технологічного обладнання.

Висота приміщення встановлюється, виходячи з умови, що найменша відстань від верху технологічного обладнання до низу підвісного кранового обладнання повинна бути не меншою ніж 0,2 м. Висота приміщення прийнята 7,8 м.

Перекрыття, колони, зовнішні панелі, огороження - із залізобетонних конструкцій з межею вогнестійкості не менше 0,75 години. Крок колон приймається кратним 6 м.

Таблиця 2.6 – Габаритні розміри й площа технологічного обладнання

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		46

дільниці ТЕ й ремонту

Найменування технологічного обладнання	Кіл-В Обор.,шт	Довжина обор., м	Ширина обор., м	Загальна площа,м ²
Кондуктор складання передньої секції основи каркаса кузова	1	5	4	20
Кондуктор складання середньої секції основи каркаса кузова	1	5	4	20
Кондуктор складання задньої секції основи каркаса кузова	1	5	4	20
Підйимально-поворотний пристрій	1	7	4	28
Апарат зварювальний	4	0,8	0,8	2,5
Верстат слюсарний	2	1,5	1,2	3,6
Верстат заточувальної	1	1,5	0,8	1,2
Ящик для інструментів і пристосувань	2	1,5	0,6	2,4
Разом				113

Розміри віконних прорізів варто приймати: за висотою - 1,2...1,8 м, за шириною - 2...4 м. Підвіконня в промислових будівлях розташовується на рівні 1200 мм від нульової відмітки. Дверні прорізи виконуються висотою 2100 і 2400 мм і шириною від 820 до 2320 мм.

Розміри воріт визначаються габаритами транспорту або вузлів і агрегатів автомобілів, що ремонтуються, і вибираються з типових розмірів (ширина × висота): 3,0 × 3,0 м. Ворота виконуються розпашними. Система опалення проектується за умови забезпечення розрахункової температури повітря в приміщенні в межах припустимих норм у холодний період року: $T = 15...20$ °С, відносна вологість - 40...60 %.

Водопостачання забезпечується із системи пожежогасіння виробничого

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		47

корпусу. Напір у системі водопостачання становить 0,25 МПа, витрата води - 2,5 л/с.

Мережа водопроводу виконується з водогазопровідних труб за ДСТУ 3262-75 і прокладається відкрито з кріпленнями на кронштейнах і підвісках по конструкціях будівлі.

Живлення споживачів електроенергією здійснюється від місцевих мереж 380/220 В кабелем марки АВВГ - 0,66 кВ.

Як розподільний силовий пункт використовується підлогова шафа серії СПА-75 з автоматичними вимикачами.

Усі металеві неструмопровідні частини електрообладнання (корпуси електродвигунів, шаф, ящиків керування тощо), які можуть опинитися під напругою, підлягають заземленню шляхом приєднання до магістралей захисного заземлення або робочого нульового провідника розподільної мережі.

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		48

3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

ОРГАНІЗАЦІЯ Й ПЛАНУВАННЯ РОБІТ ДІЛЬНИЦІ СКЛАДАННЯ ОСНОВИ КАРКАСА КУЗОВА.

3.1 Організаційна структура цеху складання автобусів

В умовах ринкової економіки кінцеві результати діяльності підприємства значною мірою залежать від кількісного і якісного складу колективу, від рівня узгодженості й взаємодії між цехами, відділами й службами заводу. Організаційна структура цеху визначається типом виробництва.

Організаційна структура керування цехом складання автобусів - централізована (див. малюнок 3.1). Тип виробництва - дрібносерійний, тому що річна програма випуску автобусів становить 180 штук. Рівень механізації виробництва становить 60 % .

Робота в цеху ведеться за планом, затвердженому директором заводу. Звіт про роботу цеху надається директорові підприємства щодня. Оперативне керівництво роботою цеху здійснює начальник цеху, якому безпосередньо підлеглі виробничі дільниці: дільниця внутрішньої обробки, лінії складання автобусів, що включає в себе дільниці підготовки шасі й установки кузова на шасі, дільниця скління, малярська дільниця, електромеханічна дільниця, шпалерна дільниця, дільниця виготовлення трубопроводів і поручнів, зварювальне відділення (малюнок 3.1). Начальник цеху має заступника по технічній підготовці виробництва й заступника по виробництву. Обов'язки начальника цеху обумовлені займаною посадою, місцем цеху в складі підприємства, його розмірами й структурою, особливостями виробництва, цілями й завданнями, що стоять перед цехом.

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Літ.	Лист	Листів
Розроб.		Рибалко	<i>[Signature]</i>	12.06				
Перев.		Рогозін	<i>[Signature]</i>	19.06			49	
Керівник		Васильєв	<i>[Signature]</i>	19.06		Національний університет імені Юрія Кондратюка ННІ ІТР, 2026		
Н. конт.		Васильєв	<i>[Signature]</i>	19.06				
Затв.		Орисенко	<i>[Signature]</i>	19.06				

Основним завданням цеху складання автобуса є освоєння й дрібносерійний випуск автобусів малої місткості, що відповідають жорстким технічним вимогам до економічності, екологічності та ергономічності, - основній вимозі в умовах конкурентного середовища. Тому до обов'язків начальника цеху належить: спільно з громадськими організаціями спрямовувати колектив на впровадження досягнень науково-технічного прогресу, технічне переозброєння цеху, випуск продукції вищої якості, впровадження безпечних і безвідхідних технологій та забезпечення мінімальних виробничих витрат на одиницю продукції. Начальник цеху також зобов'язаний повсякденно вирішувати питання соціального життя колективу цеху, забезпечувати виконання всіма працівниками цеху правил внутрішнього трудового розпорядку, трудового законодавства, вказівок і розпоряджень адміністрації та інших чинних норм і правил.

Основним завданням заступника начальника цеху з технічної підготовки виробництва є забезпечення підготовки виробництва до випуску автобусів для виконання виробничої програми цеху. Він зобов'язаний: здійснювати загальне технічне керівництво виробництвом у цеху, забезпечувати технічно правильну експлуатацію й належний стан устаткування, що перебуває на балансі цеху, керувати технічною підготовкою виробництва автобусів ЛАЗ-А183 «Сіті», підготовкою технічної документації, оснащення, інструмента для запуску виробництва цих автобусів; урахувати потреби цеху в устаткуванні, подавати заявки на його придбання, складати план модернізації обладнання й технічного переозброєння цеху, забезпечувати своєчасне освоєння нового й модернізованого обладнання, забезпечувати своєчасне й якісне виконання робіт із планово-попереджувального ремонту обладнання, оснащення, пристосувань; оперативно вирішувати технічні питання, що виникають у ході виробництва, залучати, якщо буде потреба, головних фахівців заводу.

Основним завданням заступника начальника цеху з виробництва є оперативне регулювання ходу виробництва й забезпечення ритмічної роботи цеху. Заступник начальника цеху зобов'язаний: забезпечувати виконання плану за техніко-

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
						50
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

економічними та оперативно-виробничими показниками; організувати рівномірний випуск автобусів високої якості відповідно до виробничої програми й змінно-добових графіків дільниць, повне завантаження обладнання й виробничих площ; забезпечувати відповідність потужностей дільниці розрахунковим потребам на виконання планів-графіків; забезпечувати дотримання дільницями й складами цеху розрахункових норм запасів матеріалів, деталей і покупних виробів; удосконалювати складське господарство, облік і зберігання матеріальних цінностей. У підпорядкуванні заступника начальника цеху з виробництва перебувають склад комплектування деталей автобусів ЛАЗ-А183 «Сіті» і склад запчастин.

Дільниця - первинний виробничий підрозділ підприємства. У цеху складання автобусів дільниці організовані за предметним принципом спеціалізації: електромеханічна, малярська, дільниця виготовлення трубопроводів і поручнів, дільниця скління, внутрішньої обробки, шпалерна дільниця, столярне відділення, зварювальне відділення й лінія складання автобусів, на якій перебуває дільниця підготовки шасі.

Майстер як керівник колективу дільниці в усіх випадках повинен залишатися повноважним представником адміністрації на дільниці. Майстер відповідає за діяльність очолюваної ним виробничої дільниці, успішне виконання завдань, що стоять перед ним, підвищення ефективності та якості роботи, а також за дотримання трудового законодавства. До обов'язків майстра належить: своєчасне доведення виробничих завдань бригадам і окремим робітникам, які не входять до складу бригад, відповідно до затвердженого плану й графіків виробництва, планових показників за використанням обладнання, сировини, матеріалів, інструменту, палива, енергії, фонду заробітної плати, а також розмірів заохочення за їх економію; оцінювання результатів роботи. Усі розпорядження стосовно виробничої діяльності дільниці передаються для виконання лише через майстра. Вказівки членам бригади даються майстром через бригадира, й вони є обов'язковими для підлеглих йому робітників. Вказівки майстра можуть бути скасовані вищим керівництвом з

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		51

обов'язковим повідомленням про це майстру. Рішення адміністрації з усіх питань, що стосуються праці, побуту й відпочинку робітників дільниці, приймаються за безпосередньої участі майстра з урахуванням його думки.

Виробнича бригада - первинна ланка трудового колективу. Бригаді встановлюється робоча зона, що охоплює технологічний процес. За нею закріплюються виробнича площа, устаткування, засоби праці, надаються виробничі ресурси й необхідна технологічна документація. Вона самостійно здійснює виробничий процес і керує ним у своїй робочій зоні.

Бригадир здійснює керування виробничою бригадою і у своїй діяльності зобов'язаний: забезпечувати виконання виробничого завдання, встановленого бригаді, та запланованих техніко-економічних показників; забезпечувати злагоджену й ритмічну роботу бригади на основі рівномірного завантаження всіх її працівників, взаємодопомоги й взаємозамінності, дотримання впродовж зміни режиму праці та відпочинку; своєчасно доводити виробничі завдання до працівників бригади, здійснювати їх розстановку відповідно до технологічного процесу, карт організації праці й кваліфікації; контролювати виконання доручених робіт та здійснювати їх приймання; перевіряти забезпеченість робочих місць сировиною, матеріалами, інструментом, пристосуваннями та технічною документацією; забезпечувати дотримання бригадою технологічного процесу; брати активну участь у впровадженні наукової організації праці, суміщення професій, багатостатного (багатоагрегатного) обслуговування та інших прогресивних форм організації й передових методів праці; здійснювати заходи, що забезпечують впровадження технічно обґрунтованих норм трудових витрат, і систематично підвищувати свою кваліфікацію.

3.2 Організація виробничого процесу основного виробництва.

3.2.1 Вибір, обґрунтування й розрахунок типу виробництва.

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		52

Типом виробництва називають класифікаційну категорію, що розрізняється за ознаками широти номенклатури, регулярності й обсягу випуску продукції. Розрізняють три основні типи виробництва: одиничне, серійне (дрібносерійне, середньосерійне, великосерійне) і масове.

Однією з основних характеристик типів виробництва є коефіцієнт закріплення операцій - це відношення кількості технологічних операцій, виконуваних або підлягаючому виконанню протягом місяця, до кількості робочих місць:

$$K_{zo} = \frac{\sum P_o}{P_{я}} \quad (3.1)$$

де $\sum P_o$ - сумарна кількість різних операцій;

$P_{я}$ - явочна чисельність працівників.

$$K_{zo} = 12/10 = 1,2$$

На підставі вхідних базових даних підприємства розраховується річна програма. Отримавши штучно-калькуляційний час, використаний на виконання кожної операції, визначають кількість технологічного обладнання. Звичайно, цей показник отримують із технологічної карти, але, оскільки ми не маємо у своєму розпорядженні таку інформацію, знаємо кількість устаткування, то за допомогою відомої формули ми визначимо штучно-калькуляційний час $T_{шк}$.

$$m = (N \cdot T_{шк}) / (F_d \cdot \eta_{але}), \quad (3.2)$$

де N - річна програма, шт.;

$T_{шк}$ - штучно-калькуляційний час на складання однієї основи каркаса кузова, година.;

F_d - дійсний річний фонд часу, година;

$\eta_{но}$ - нормативний коефіцієнт завантаженості обладнання (0,75...0...0,8)

Дійсний фонд часу роботи обладнання за рік (у годинниках) не залежить від типу виробництва й визначається за наступним даними:

$$F_d = ((T_{к.д} - T_{в.д} - T_{п.д}) \cdot t - T_{пп.д} \cdot t) \cdot S_3 \cdot (1 - B/100), \text{година}, \quad (3.3)$$

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		53

де $T_{к.д}$ - кількість календарних днів ;

$T_{в.д}$ - кількість вихідних днів ;

$T_{п.д}$ - святкові дні;

$T_{пп.д}$ - передсвяткові дні;

S_3 - кількість змін роботи обладнання;

t - тривалість робочого дня;

$У$ - втрати часу на проведення ремонтів, обслуговування, налагодження обладнання, %.

$$F_d = ((365 - 104 - 6) \cdot 8 - 5 \cdot 7) \cdot 1 \cdot (1 - 5 / 100) = 1904,75 \text{ години.}$$

$$m = (100 * 13.5) / (1904.75 * 0.8) = 0,88 \text{ шт.}$$

3.2.2 Обґрунтування й вибір форми організації виробничого процесу

Взаємозв'язок і погоджене об'єднання основних елементів виробничого процесу в просторі й часі називається організацією виробничого процесу. Як відомо, виробничий процес складається з операцій. Сукупність основних (технологічних) операцій, пов'язаних із безпосередньою зміною форми, розмірів, виду, стану або властивостей предметів праці для одержання готового продукту, називається технологічним процесом. Технологічний процес - є частиною виробничого процесу. Технологічний процес (ТП) документально описується в карті ТП. Рішення про доцільність вибору відповідної форми організації виробничого процесу приймається на підставі порівняння заданого добового обсягу складальних робіт і розрахункової добової продуктивності технологічної лінії за двозмінної роботи та її завантаження не нижче ніж 60 %.

Заданий добовий обсяг робіт:

$$N_d = N / 254, \text{ шт,} \quad (3.3)$$

де N - річна програма ремонту агрегатів;

кількістю робочих днів у році.

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		54

$$N_d = 100 / 254 = 0,39 \text{ шт.}$$

Добову продуктивність технологічної лінії, Q, шт., визначаємо за формулою

$$Q = (F_D / T_{CP}) \eta_{але}, \quad (3.4)$$

де F_D - добовий фонд часу роботи обладнання;

T_{CP} - середня трудомісткість основних операцій, хв.;

$\eta_{н.о}$ - коефіцієнт завантаження обладнання.

Середня трудомісткість операцій, T_{cp} , визначаємо за формулою

$$T_{cp} = \Sigma T_{шт.i} / n, \quad (3.5)$$

де $T_{шт.i}$ – штучно-калькуляційний час складання одного каркаса автобуса, хв.;

n – кількість операцій

$$T_{cp} = 13.5 / 12 = 1.125$$

$$Q = (476 / (60 * 1.125)) * 0.8 = 5.64 \text{ шт.}$$

Оскільки добовий обсяг робіт менший за добову продуктивність технологічної лінії за умови завантаження останньої на 60%, застосування однопредметної потокової лінії недоцільне.

3.2.3. Розрахунок трудомісткості річної програми виробництва.

Трудомісткість виробничої програми на планований період виконується в наступній послідовності. За виконаними розрахунками технічних норм часу визначаємо трудомісткість кожної операції проєктованого технологічного процесу й обсягу виробничих робіт.

Трудомісткість кожної операції на всю програму, $T_{год}$, н.година, визначається за рівнянням:

$$T_{год} = T_{шт.i} * N, \text{ година} \quad (3.6)$$

Трудомісткість всієї програми визначається складанням поопераційної трудомісткості:

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		55

$$T_{\text{год}} = 13.5 * 100 = 1350 \text{ н година.}$$

3.2.4 Розрахунок чисельності працюючих на дільниці складання основи каркаса кузова автобуса

Вхідними параметрами для розрахунку кількості складальних робітників є найменування операцій і загальна річна трудомісткість за операціями.

Розрахунок виконується в наведеній нижче послідовності.

За даними про трудомісткість всієї виробничої програми розраховується явочна кількість складальних працівників у цілому на дільниці, $\Gamma_{\text{яв}}$, чол., за рівнянням:

$$\Gamma_{\text{яв}} = T_{\text{год}} / F_{\text{еф.р}}, \quad (3.7)$$

де $T_{\text{год}}$ - трудомісткість річної програми;

$F_{\text{еф.р}}$ - ефективний фонд, що розраховується, часу роботи одного працюючого (...2000); Приймаємо за довідником

$$\Gamma_{\text{яв}} = 13500 / 1920 = 7,03 \text{ чол.}$$

Приймаємо $r_{\text{яв}} = 7$ чол.

Облікова чисельність складальних робітників визначається за формулою:

$$r_{\text{сп}} = r_{\text{яв}} \cdot k_{\text{сп}}, \quad (3.8)$$

де $k_{\text{сп}}$ - коеф., що враховує додаткове кількість працівників для підміни, що перебувають у відпустці ($k_{\text{сп}} = 1,13$),

$$r_{\text{сп}} = 7 * 1.13 = 7,91 \text{ чол.}$$

Приймаємо облікову кількість $r_{\text{сп}} = 8$ чол. З огляду на співвідношення складності операцій технологічного процесу на дільниці складання основи каркаса кузова автобуса, приймаємо 4 чоловік - 3 розряди й 4 чоловік - 4 розряди.

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
						56
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

4 ОХОРОНА ПРАЦІ Й НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

У цьому розділі кваліфікаційної роботи пропонуються заходи, які забезпечують на проєктованій ділянці складання-зварювання каркаса автобуса ЛАЗ-А183 «Сіті» поліпшення умов праці, запобігання травматизму та професійним захворюванням працівників і зменшення їх рівня, а також захист навколишнього середовища.

4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів проєктованої ділянки

Виконання заготівельних і зварювальних робіт на проєктованій ділянці за неправильної організації виробництва й праці призводить до появи небезпечних і шкідливих факторів, які за несприятливого збігу обставин можуть спричинити нещасні випадки, отруєння й професійні захворювання.

При виготовленні каркаса автобуса ЛАЗ-А183 «Сіті» за допомогою зварювального напівавтомата Варіостар 304 виникає ряд небезпечних виробничих проявів:

- можливість ураження електричним струмом у разі дотику до оголених струмопровідних частин електричного кола;
- можливість ураження світловим та ультрафіолетовим випромінюванням зварювальної дуги;
- можливість опіків і виникнення пожеж від розплавленого металу;
- травми механічного характеру;
- забруднення повітряного середовища цеху аерозолем (пилом), газами;
- наявність виробничого шуму.

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Охорона праці й навколишнього середовища	Літ.	Лист	Листів
Розроб.		Рибалко		12.06				
Перев.		Васильєв		19.06				
Н. конт.		Васильєв		19.06				
Затв.		Орисенко						
						Національний університет імені Юрія Кондратюка ННІ ІТР, 2026		

Застосування на проєктованій ділянці швидкодіючих пневматичних пристроїв призводить до різкого зростання шуму й забруднення навколишнього середовища масляними аерозолями через винос мастильних матеріалів з відпрацьованим повітрям. Рівень шуму під час роботи пневмоприладів досягає 95...120 дБ, що істотно перевищує санітарні норми. Концентрація масляних аерозолів понад 5 мг/м³ може призвести до інгаляційного ураження легень.

На проєктованій складально-зварювальній ділянці системи опалення й вентиляції повинні забезпечувати певні метеорологічні умови - мікроклімат, тобто припустиму температуру, відносну вологість, швидкість руху повітря. Ці фактори відіграють важливу роль у життєдіяльності, а отже, й впливають на працездатність людини. Бризки металу, що утворюються, мають температуру до 700 °С. Унаслідок цього виникає небезпека отримання зварником опіків. Під час зварювання виникає ймовірність ураження зварювальним електричним струмом. Тому зварник на весь період зварювальних робіт повинен бути гранично уважним.

Категорія виконуваних на ділянці робіт - ПБ.

4.2 Заходи, передбачені дипломним проєктом по поліпшенню умов праці

Поліпшення умов праці обслуговуючого персоналу під час зварювання каркаса автобуса може бути забезпечене такими заходами:

- установити, крім місцевої вентиляції, загальнообмінну із кратністю обміну 5-6,

- захист обличчя й очей зварника повинен здійснюватися щитками згідно з ДСТУ 12.4.023-84; світлофільтри для зварників повинні підбиратися відповідно до ДСТУ 12.4.080-84;

- за можливості обладнати шафу керування напівавтоматом так, щоб за вимкненої вентиляції було неможливо здійснювати процес зварювання;

Забезпечити освітлення ділянці згідно з ДБН В.2.5-28-2018: у світлий час доби - природним освітленням, а в темний час доби й за недостатнього освітлення

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		58

- штучним освітленням. Тип ламп - ДРЛ-1000-2, світильників - ГСРМ.

Для безпечної експлуатації зварювального напівавтомата перед початком роботи необхідно виконати:

- перевірку заземлення силової шафи, шафи керування й справність ізоляції струмопровідних проводів;

- установку параметрів режиму зварювання;

Несправність електроустаткування повинен усувати електрик-налагоджувальник у присутності зварника.

4.3 Електробезпечність.

Ураження електричним струмом під час зварювання зварювальним напівавтоматом може відбутися в таких випадках:

- випадковий дотик або наближення на небезпечну відстань до струмоведучих частин, що перебувають під напругою;

- поява напруги на електрообладнанні внаслідок пошкодження ізоляції або з інших причин;

- виникнення напруги на поверхні землі в результаті замикання проводки на землю;

Для запобігання ураженню електричним струмом передбачено такі заходи:

- захисне заземлення відповідно до ДСТУ 12.1.030-81 повинне бути для електроустановок до 1000У $R_3=4 \text{ Ом}$;

- заземлення й занулення, причому швидкість відключення пошкодженої установки становить 5–7 с;

- недоступність струмоведучих частин ланцюга під час роботи;

- пристрій захисного відключення;

- засоби індивідуального захисту (діелектричні рукавички, килимки, гумові боти, калоші й т.д.);

- огорожувальні пристрої.

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		59

4.4 Захист від шуму

Для зниження рівня шуму під час вихлопу стисненого повітря застосовують активні глушники. Для зниження шуму під час роботи електроустаткування й пневмообладнання застосовують різні типи гальмових та амортизаційних пристроїв. У пневмосвердлильних верстатах і слюсарному обладнанні, що працює на стисненому повітрі, доцільно застосовувати пористі глушники, які мають високу пропускну здатність і забезпечують уловлювання масляних аерозолів у відпрацьованому стисненому повітрі. Тип глушника - П-Г-П.

4.5 Охорона навколишнього середовища

Для охорони навколишнього середовища необхідно вжити таких заходів:

- для фільтрації викидів шкідливих речовин в атмосферу під час роботи вентиляційних витяжних систем, що обслуговують зварювальні пости, необхідно використовувати фільтри «Рекка» а в міру забруднення здійснювати їх очищення.

4.6 Санітарно-побутові приміщення

Згідно з ДБН 2.09.04-87 допоміжні будівлі й приміщення промислових підприємств (побутові приміщення, пункти громадського харчування, заклади охорони здоров'я) розташовуються в прибудові на першому поверсі. Площа становить 120 м². Побутові приміщення, які використовують робітники (гардеробні, умивальні, душові), розташовуються поза дільницею. Кількість індивідуальних шаф розмірами 0,35 × 0,5 м відповідає обліковому складу.

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		60

4.7 Засоби індивідуального захисту

Зварник повинен бути одягнений у спеціальний костюм із захисним коміром і манжетами. Спецодяг повинен бути міцним, вогнестійким, легким, повітропроникним і неелектропровідним. Взуття - спеціальні черевики з носками, захищеними металевими пластинками, з прошитою підошвою.

Усі роботи виконувати в брезентових рукавицях, які надійно захищають руки зварника. На голові - головний убір із тонкого брезенту.

Під час виконання зварювальних робіт для захисту очей необхідно використовувати захисний щиток згідно з ДСТУ 12.4.023-84 та застосовувати світлофільтри відповідно до ДСТУ 12.4.080-79: за струму до 200 А - марки С-10.

При зачищенні зварних швів пневмоінструментом необхідно:

- надягати захисні окуляри 02.64-76 ДСТУ 12.4.013-85;
- респіратори для захисту дихальних шляхів МРТУМ№ 10-Н68-63;
- спецодяг ДСТУ 12.4.016-83 ТУ-06-112-85.

4.8 Пожежна безпека

4.8.1. Характеристика виробництва пожежній безпеці

Це машинобудівне підприємство належить до підприємств із підвищеною пожежонебезпекою, тому що воно характеризується складністю обладнання, наявністю й застосуванням горючих, легкозаймистих рідин і газів, застосуванням відкритого вогню, використанням електроустановок і різних приладів.

Причинами пожеж можуть бути коротке замикання електроустаткування й електричних кіл, неправильне зберігання й транспортування легкозаймистих речовин, самозаймання промаслених матеріалів, некваліфіковане налагодження й ремонт устаткування.

Складально-зварювальна дільниця за категорією пожежної безпеки належить до категорії "Г", тобто виробництво, в якому використовуються негорючі речовини

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		61

й матеріали в гарячому, розжареному або розплавленому стані, а також тверді речовини, рідини й газу, які спалюються як паливо (згідно з ДБН 2.09.03-85).

Зона зварювання за категорією вибухонебезпечності належить до групи "А" - температура займання понад 450 °С за ДСТУ 12.1.011-78.

4.8.2 Пожежна профілактика

Пожежна безпека будинків і споруд під час проєктування забезпечується об'ємно-планувальними рішеннями, підбором і компонуванням вогнестійких будівельних конструкцій, плануванням шляхів евакуації та протипожежного водопостачання, підбором систем пожежогасіння. Щоб вогонь в умовах пожежі не міг безперешкодно переходити на сусідні будівлі, між ними нормують протипожежні розриви. Для будинків II ступеня вогнестійкості розрив повинен бути не менше ніж 9 метрів.

Особлива увага приділяється шляхам евакуації людей і матеріальних цінностей під час пожежі. Евакуаційних виходів у кожній будівлі повинно бути не менше двох; вони повинні вести безпосередньо назовні або через коридор до сходової клітки. Евакуаційні шляхи повинні забезпечувати евакуацію всіх людей, що перебувають у приміщенні, впродовж необхідного часу евакуації. Двері на шляхах евакуації повинні бути шириною не менш ніж 0,8 м, висотою 2 м і відкриватися у напрямку виходу.

Усі евакуаційні виходи, коридори, сходові клітки повинні мати огорожувальні конструкції підвищеної вогнестійкості. Для запобігання поширенню вогню по вентиляційних коробах і шахтах під час пожежі нормами будівельного проєктування передбачено: виконання вентиляційних каналів лише з негорючих матеріалів; швидке відключення вентиляційних систем і автоматичне відключення електродвигуна; використання вогнезахисних конструкцій, заслінок, водяних завіс.

Блискавкозахист цеху виконано згідно з ДСТУ Б В.2.5-38:2008 за III

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		62

категорією, зі стрижневим блискавковідводом.

Складально-зварювальний цех оснащений установкою автоматичної пожежної сигналізації АПСТ-1 із блоком живлення СТУ-2, пожежними сигналізаторами ПТИМ-2 і сповіщальними пристроями - ревунами. Приймальна станція установки розміщується в приміщенні пожежної охорони. Передбачено трансляцію сигналу тривоги до пожежної частини.

4.8.3 Засоби й способи гасіння пожеж

На ділянці для гасіння пожеж є внутрішній протипожежний водопровід, що живиться від самостійної мережі протипожежного водопостачання. Струмінь води від пожежного крана повинен мати витрату не менше ніж 2,5 л/с. Кількість кранів - два. Також на ділянці встановлено пожежний щит, який має сокиру, багри, лопати, ящик з піском і чотири вогнегасники ОУ-8 і ОХП-10. У разі поширення пожежі та збільшення її масштабів до її гасіння приступає воєнізована пожежна охорона

На підприємстві, незалежно від наявності на ньому професійної пожежної охорони, організовуються добровільні пожежні дружини (ДПД).

Чисельність ДПД визначається керівництвом підприємства. Начальники ДПД і начальники відділень призначаються з осіб цехової адміністрації.

4.9 Технічний дизайн

Для зниження шкідливого впливу яскравості зварювальної дуги й зменшення контрастності між дугою й навколишніми предметами стіни будівлі пофарбовані в блакитний колір. Фарбування стін здійснюється на всю висоту. Межі проїздів та проходів позначені суцільною лінією білого кольору, а межі місць проміжного складування - переривчастою. Технічне обладнання пофарбоване в зелений колір, органи керування - у червоний, силові кола - у чорний. Інтер'єр і стіни будівлі відповідають вимогам СН-181-70.

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		63

4.10 Розрахунок місцевої витяжної вентиляції

Під час виробництва каркаса автобуса з використанням напівавтомата А-1230М на складально-зварювальній дільниці обов'язково варто встановити місцеві витяжки. Конструювання місцевих витяжок для зварювального виробництва здійснюється за умови забезпечення зручності обслуговування й ефективності витяжки шкідливих речовин. Необхідно розрахувати обсяг повітря, що видаляється місцевою вентиляцією, з метою створення комфортних умов праці.

Розрахунок здійснюється за формулою:

$$L = 3600 \cdot F \cdot V, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (4.1)$$

де F - площа поперечного перерізу парасоля, у м^2

$V=0,25-1,75$ швидкість руху повітря, що видаляється, м/ч

Парасоль має діаметр 1,7м

Площа поперечного перерізу:

$$F = \pi / r^2 = 1,14 \cdot 0,85^2 = 2,3 \text{ м}^2 \quad (4.2)$$

Обсяг повітря, що видаляється:

$$L = 3600 \cdot 3,6 \cdot 0,5 = 4140 \text{ м}^3/\text{год} \quad (4.3)$$

Проектом передбачається встановити на складально-зварювальній дільниці пересувний фільтровентиляційний агрегат з електростатичним фільтром.

Місцева витяжна вентиляція видаляє до 90% шкідливих речовин з повітря робочої зони, а решту 10% - загальцехова система.

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
						64
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Висновки

1. Тема проєкту актуальна для українського автомобілебудування загалом.
2. Проаналізовано виробничі можливості підприємства, його територію та обладнання, організацію виробничого процесу.
3. Розглянуто можливість організації на авторемонтному підприємстві виготовлення автобуса шляхом перенесення цеху ремонту двигунів до корпусу № 1 та розміщення в корпусі № 2 лінії виготовлення кузова й складання автобуса.
4. Як спосіб виготовлення каркаса кузова обрано дугове напівавтоматичне зварювання труб прямокутного перерізу суцільним низьколегованим дротом марки Св08Г2С у кондукторах.
5. Для забезпечення якісного виконання зварювання передбачено повертати секції в зручне для зварювання положення за допомогою підйимально-поворотного пристрою.
6. Розроблено заходи щодо забезпечення безпечних умов праці й виробничої санітарії.

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Висновки	Літ.	Лист	Листів
Розроб.		Рибалко		12.06				
Перев.		Васильєв		18.06				
Н. конт.		Васильєв		19.06		Національний університет імені Юрія Кондратюка ННІ ІТР, 2026		
Затв.		Орисенко		19.06				

Список літератури

1. Bus body workshop design guide. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.scribd.com/document/975557749/BBBBF-C2> (дата звернення: 17.05.2026).
2. Castro A. F. et al. Designing a robotic welding cell for bus body frame using a sustainable way // Procedia Manufacturing. 2017. Vol. 11. P. 192–199. DOI: 10.1016/j.promfg.2017.07.223.
3. Development of bus body technologies in terms of corrosion and durability // Researcher.Life, 2022. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://discovery.researcher.life/article/development-of-bus-body-technologies-in-terms-of-corrosion-and-durability/60e1914370b539a7811e876692f9e6a7> (дата звернення: 17.05.2026).
4. ISO 3834-2:2021. Quality requirements for fusion welding of metallic materials. Part 2: Comprehensive quality requirements. Geneva : ISO, 2021.
5. Kim S. et al. Russia-Ukraine war and automotive supply chains. London : City University, 2025. 41 p.
6. LAZ buses: history and models. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://esu.com.ua/article-59613> (дата звернення: 17.05.2026).
7. Manual for bus body frame welding. Vehicle Assemble, 2023. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://vehicleassemble.com/products/Bus_Welding_Line.html (дата звернення: 17.05.2026).
8. Odersky M., Spoon L., Venners B. Programming in Scala. 3rd ed. Walnut Creek : Artima Press, 2017. 837 p. (приклад оформлення).
9. Planning for ramp-ups and new product introductions in the automotive industry // International Journal of Production Economics. 2016. Vol. 182. P. 146–162.
10. Poyda-Nosyk N. Strategic development trends in the automotive industry of Ukraine // Engineering Proceedings. 2024. Vol. 79. No. 1. P. 71. DOI: 10.3390/engproc2024079071.

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ																														
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Список літератури																														
Розроб.		Рибалко		12.06																															
Перев.		Васильєв		19.06																															
Н. конт.		Васильєв		19.06																															
Затв.		Орисенко		19.06																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Літ.</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Лист</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Листів</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="10" style="text-align: center;"> Національний університет імені Юрія Кондратюка ННІ ІТР, 2026 </td> </tr> </table>																		Літ.		Лист		Листів				Національний університет імені Юрія Кондратюка ННІ ІТР, 2026									
		Літ.		Лист		Листів																													
Національний університет імені Юрія Кондратюка ННІ ІТР, 2026																																			

26. Молчанов В. А. Несуча частина автомобіля : навч. посібник. Харків : ХНАДУ, 2018. 320 с.
27. Павлінек П. Europe's auto industry : global production networks and spatial change. Cambridge : Cambridge University Press, 2025. 312 p.
28. Подригало М. А., Полянський О. С. Проектування технологій машинобудівного та ремонтного виробництва : навч. посібник. Харків : ХНАДУ, 2024. 280 с.
29. Ремонт автомобілів : підручник : у 2 кн. / В. П. Чабанний [та ін.]. Київ : Либідь, 2020. Кн. 1. 391 с.
30. Сидоренко А. В. Зварювання в автомобілебудуванні : навч. посібник. Київ : НАУ, 2021. 220 с.
31. Система технічного обслуговування і ремонту автобусів ЛАЗ : стандарти підприємства. Львів, 2010.
32. Технологія зварювання в середовищі захисних газів : посібник / уклад. А. В. Сидоренко. Київ : Політехніка, 2017. 180 с.
33. Технологія складання автомобілів і автобусів : навч. посібник / за ред. І. І. Гевка. Тернопіль : ТНТУ, 2022. 256 с.
34. Токарев В. М. Проектування технологій машинобудівного та ремонтного виробництва. Харків : ХНАДУ, 2024.

					ГММ.401-ММ.013-00.00.000ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		