

**Міністерство освіти і науки України**

**Криворізький національний університет**

**Електротехнічний факультет**

# **Пояснювальна записка**

**до кваліфікаційної роботи бакалавра  
за спеціальністю 141 - Електроенергетика, електротехніка та  
електромеханіка**

## **ТЕМА РОБОТИ:**

**Обґрунтування та вибір структури напівпровідникового перетворювача  
напруги для системи тягового електроприводу акумуляторного  
електровозу**

**Виконав: студент групи ЕЕМ-21ск**

**Микита ВАЩЕНКО**

**Керівник випускної роботи \_\_\_\_\_**

**д.т.н., проф. Олег СІНЧУК**

**Нормо контролер \_\_\_\_\_**

**д.т.н., проф. Олег СІНЧУК**

**Декан ЕТФ \_\_\_\_\_**

**к.т.н., доц. Владислав ФЕДОТОВ**

**Гарант освітньої програми \_\_\_\_\_**

**к.т.н., доц. Ігор ПЕРЕСУНЬКО**

**Кривий Ріг 2024 р.**

Криворізький національний університет

Факультет: електротехнічний

Освітній рівень: бакалавр

Спеціальність: 141 - Електроенергетика, електротехніка та  
електромеханіка

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

ВАЩЕНКО Микита Олександрович

---

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи: Обґрунтування та вибір структури напівпровідникового  
перетворювача напруги для системи тягового електроприводу акумуляторного  
електровозу

1. Термін подання студентом роботи: 10 червня 2024 р.
2. Мета та завдання кваліфікаційної роботи: Метою є вибір структури  
напівпровідникового перетворювача напруги для системи тягового  
електроприводу акумуляторного електровозу
3. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно розробити) I.  
Опис і характеристика наявних систем тягових електроприводів рудникових  
електровозів; II. Характеристика і дослідження електромагнітних процесів в  
системі тягового електропривода рудникового електровоза АМ8Д; III.  
Моделювання електромагнітних процесів в системі тягового електроприводу  
з асинхронним двигуном.
4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових  
креслень) I. Об'єкт дослідження; II. Параметри тягових електродвигунів  
електровоза АМ8Д; III. Оптимальна структура тягового електроприводу  
змінного струму; IV. Алгоритм векторного ШІМ-керування перетворювачем;  
V. Комп'ютерна модель системи електроприводу; VI. Результати  
моделювання.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Ім'я, прізвище консультанта	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
I	Олег СІНЧУК		
II	Олег СІНЧУК		
III	Олег СІНЧУК		

6. Календарний план

№	Етапи роботи	Термін
1	Постановка задачі дослідження	10.05.24
2	Визначення оптимальної структури тягового електроприводу	17.05.24
3	Алгоритм векторного ШІМ-керування перетворювачем	24.05.24
4	Побудова і аналіз принципіальної схеми	26.05.24
5	Побудова комп'ютерної моделі ТЕП	28.05.24
6	Налаштування параметрів моделі і аналіз результатів моделювання	04.06.24

Дата видання завдання 29.04.2024 р.

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_  
(підпис)

Микита ВАЩЕНКО  
(Ім'я, прізвище)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

Олег СІНЧУК  
(Ім'я, прізвище)

## Зміст

Вступ.....	5
Розділ 1. Опис і характеристика наявних систем тягових електроприводів рудникових електровозів.....	7
1.1. Постановка задачі дослідження.....	7
1.2. Визначення оптимальної структури тягового електроприводу змінного струму для рудникових акумуляторних електровозів .....	10
Розділ 2. Характеристика і дослідження електромагнітних процесів в системі тягового електропривода рудникового електровоза АМ8Д.....	13
2.1. Основні відомості про технологічний механізм, його параметри, особливості і режими роботи.....	13
2.2. Алгоритм векторного ШІМ-керування перетворювачем .....	20
Розділ 3. Моделювання електромагнітних процесів в системі тягового електроприводу з асинхронним двигуном .....	28
3.1. Побудова і аналіз принципіальної схеми системи тягового електроприводу рудникового акумуляторного електровозу.....	28
3.2. Побудова комп'ютерної моделі ТЕП змінного струму по схемі «інвертор - асинхронний двигун» в програмному середовищі Matlab Simulink .....	30
3.3. Налаштування параметрів моделі і аналіз результатів моделювання при різних режимах роботи.....	38
Висновки .....	45

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Вступ

Гірничорудна галузь являє собою один з основних напрямків важкої промисловості України.

Видобуток, переробка, продаж корисних копалин і побічних продуктів складає вагомую частку економіки як окремих регіонів, так і усієї країни загалом.

Видобуток залізної руди і вугілля складають понад 70% від усього об'єму гірничорудних робіт, що виконуються підприємствами даної галузі.

Взаємопов'язаність процесу видобутку вугілля, його транспортування і обробки з процесом виробництва, наприклад, сталі та чавуну є ключовою у контексті розгляду сучасних технологічних ланцюгів промислового і енергетичного сектору економіки України.

Визначним фактором, характеризуючим стан вугільної та залізної промисловості України є стан шахтних фондів підприємств.

Наприклад, за різноманітними оцінками станом на 2019 рік зношеність фондів вугільнодобувних підприємств складає понад 70%.

Серед країн Східної Європи цей показник найвищий.

Поганий стан обладнання шахт і рудників прямо корелює з якістю випускаємої продукції та її кількістю, а відповідно і вартістю.

До прикладу – вартість видобутку вугілля не прямо пропорційна до вартості виробленої продукції і споживаної електроенергії.

Інколи різниця між цими показниками складає 150-200%.

Необхідність значних капіталовкладень для проведення модернізації і заміни наявного обладнання шахт і рудників України з кожним роком зростає.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наразі можна зробити висновок, що стан парку техніки і супутнього обладнання на деяких підприємствах гірничорудної промисловості критичний.

Фактором, що ускладнює ситуацію є постійне зростання інших витрат пов'язаних з ремонтом і експлуатацією застарілих типів транспортних засобів і обладнання.

Крім того, саме виконання даних робіт також ускладнюється через проблеми з логістикою та загальне зношення виробничих фондів підприємств.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# Розділ 1. Опис і характеристика наявних систем тягових електроприводів рудникових електровозів

## 1.1. Постановка задачі дослідження

Забезпечення безперервності виробництва і якісної логістики гірничорудного підприємства є пріоритетним напрямком розвитку.

Важливу роль у цьому процесі відіграє локомотивний транспорт, зокрема електричний.

З самого початку масової механізації і електрифікації у місцях видобутку корисних копалин саме електровози стали одним з основних технологічних агрегатів при проведенні робіт.

Історія електровозів бере початок ще наприкінці 19 століття коли групою німецьких інженерів під керівництвом Ернста Сіменса були сконструйовані і впроваджені у виробництво перші зразки шахтних електровозів.

Вже на початку 20 століття на вугільнодобувних підприємствах розташованих у Донецькій обл. почали активно застосовуватися контактні електровози.

Згодом, у результаті суттєвих інженерних досягнень і переоцінки показників ефективності і безпеки роботи контактних електровозів в умовах підвищеної запиленості і вибухонебезпечності вугільних шахт, були впроваджені у виробництво акумуляторні і контактні-акумуляторні електровози.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Розділ 1	<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Розробив</i>	Вашенко М.О.						8	7
<i>Перевірив</i>	Сінчук О.М.							
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>	Сінчук О.М.							
<i>Затвердив</i>	Пересунько І.І.					КНУ ЕЕМ-21ск		

Проблеми зношеності і застарілості обладнання в повній мірі стосуються електровозів.

За останні 30 років існуючий парк електровозів усіх типів скоротився понад в 3 рази.

Станом на 2000 рік лише на вугільних шахтах України експлуатувались близько 2500 одиниць електровозів.

Станом на 2019 рік їхня кількість складає близько 800 одиниць.

Двигун постійного струму з послідовним збудженням є одним з найбільш оптимальних двигунів за співвідношенням таких показників як доступність, простота експлуатації і ремонту, стійкість до перевантажень та здатність до роботи у важких умовах.

Типовий вигляд механічної характеристики двигуна постійного струму з послідовним збудженням наведений на рисунку.

Рис. 1

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Механічні характеристики асинхронних двигунів наведені на  
рисунок.

Рис. 2

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.2. Визначення оптимальної структури тягового електроприводу змінного струму для рудникових акумуляторних електровозів

Найбільш раціональним з точки зору технічних параметрів і можливості модернізації наявних одиниць електровозів зі складу локомотивного парку вугільних шахт України є вибір системи з тяговим асинхронним двигуном та імпульсним перетворювачем.

Структура даної системи за наведена на рисунку.

Рис. 3

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Зображена структура містить наступні ланки:

- ланка постійного струму
- імпульсний перетворювач
- фільтри
- тяговий асинхронний двигун
- система керування

Рис. 4

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Перші три ланки являють собою єдиний пристрій для зміни частоти живлячої двигун напруги – перетворювач частоти.

Принцип дії перетворювача заснований на поетапному випрямленні і повторному перетворенні форми напруги живлячої мережі або акумуляторної батареї.

Після ланки випрямляча відбувається перетворення на ланці імпульсного перетворювача, який являє собою трифазну мостову схему, зображену у правій частині схеми на рисунку.

Рис. 5

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

## Розділ 2. Характеристика і дослідження електромагнітних процесів в системі тягового електропривода рудникового електровоза АМ8Д

### 2.1. Основні відомості про технологічний механізм, його параметри, особливості і режими роботи

Об'єктом дослідження у даній дипломній роботі є система тягового електроприводу акумуляторного електровозу.

Протягом багатьох десятиліть включно з останніми основним шахтним акумуляторним електровозом на підприємствах вугільної промисловості України є електровоз АМ8 та його модифікації.

Загальний вигляд електровоза АМ8Д наведений на рисунку.

Рис. 6

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>				
<i>Розробив</i>	ВашенкоМ.О.				Розділ 2	<i>Літ.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевірів</i>	Сінчук О.М.						15	15
<i>Реценз.</i>						КНУ ЕЕМ-21ск		
<i>Н. Контр.</i>	Сінчук О.М.							
<i>Затвердив</i>	Пересунько І.І.							

Дана модель електровозу призначена для транспортування вагонеток у головних відкаточних виробітках вугільних шахт, має РП та РВ виконання (залежно від модифікації).

Електровоз двоосьовий, підвіска – безбалансирна, пружинна незалежна на кожную вісь.

За своєю загальною класифікацією АМ8 (АМ8Д) є електровозом середнім за зчіпною масою.

Однією з особливостей АМ8 є можливість роботи у зчипці з іншим електровозом даної моделі.

Спарений електровоз 2АМ8Д сумарно має масу понад 16т, оснащений двома кабінами і з'єднаний за допомогою шарнірів.

Технічні характеристики електровоза АМ8Д наведені у таблиці.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Табл. 1

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

До системи електроприводу акумуляторного електровозу відносяться елементи живлення – акумуляторні батареї, тяговий електричний двигун, система керування і супутнє електрообладнання: елементи автоматики і захисту обладнання і персоналу.

Електровоз АМ8Д оснащений двома колекторними електричними двигунами постійного струму з послідовним збудженням ДРТ-10, загальною потужністю 22.5 кВт.

Загальний вигляд і габаритні розміри двигуна ДРТ-10 наведений на рисунку.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 7

Детальні технічні характеристики даних двигунів наведені в таблиці.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Табл. 2

Електромеханічна характеристика тягового двигуна ДРТ-10 має наступний вигляд:

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Рис. 8

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

## 2.2. Алгоритм векторного ШІМ-керування перетворювачем

Для детального дослідження алгоритму ШІМ-керування розглянемо принципіальну схему автономного інвертора напруги електропривода рудникового акумуляторного електровоза АМ8Д, яка в даний час випробовується на окремих зразках наявних електровозів.

Дана структура АІН змінної структури наведена на рисунку.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Рис. 9

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

З метою уникнення ускладнень і більш якісного розуміння роботи інвертора, дана схема була дещо спрощена.

На наведеній принципіальній схемі можна побачити:

VD – шунтуючі діоди транзисторних модулів;

VT – IGBT – транзистори;

VS – одноопераційні тиристори;

U1, U2 – блоки АІН;

M1, M2 – тягові електродвигуни (АД).

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рис. 10

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Рис. 11

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
						24
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		



Рис. 12

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
						25
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Рис. 13

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

На рисунку наведені криві статичних механічних характеристик тягового асинхронного двигуна та криві моментів (максимального і номінального).

З урахуванням прийнятого раніше методу опису роботи схеми електропривода електровоза за схемою «АІН-ТАД» в 3 режимах (пусковий режим, розгін, тривалий режим) на графік містить поділ на 3 відповідні зони.

Рис. 14

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

### Розділ 3. Моделювання електромагнітних процесів в системі тягового електроприводу з асинхронним двигуном

#### 3.1. Побудова і аналіз принципіальної схеми системи тягового електроприводу рудникового акумуляторного електровозу

Основою для проведення моделювання роботи частотно-регульованого електроприводу електровоза є викладена в попередньому розділі принципіальна схема системи АІН-ТАД.

Рис. 15

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>				
<i>Розробив</i>	ВашенкоМ.О.				Розділ 3	<i>Літ.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевірів</i>	Сінчук О.М.						30	17
<i>Реценз.</i>						КНУ ЕЕМ-21ск		
<i>Н. Контр.</i>	Сінчук О.М.							
<i>Затвердив</i>	Пересунько І.І.							

Рис. 16

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
						29
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

### **3.2. Побудова комп'ютерної моделі ТЕМ змінного струму по схемі «інвертор - асинхронний двигун» в програмному середовищі Matlab Simulink**

Для подальшого дослідження наведених вище структур ТЕМ акумуляторного електровозу АМ8Д необхідно провести комп'ютерне моделювання роботи визначених схем.

У тому чи іншому вигляді задачі моделювання зводяться до аналізу роботи запропонованої системи тягового електроприводу і вибору найбільш оптимального алгоритму керування, при якому будуть зберігатися стабільно високі енергетичні і механічні показники.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рис. 17

Дана модель відображає роботу схеми при послідовному з'єднанні двох електродвигунів, що відповідає пусковому режиму.

При цьому діаграма комутації силових ключів має наступний вигляд:

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рис. 18

Принцип перемикання вентилів фаз зображено на схемі на рисунку.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32



Рис. 19

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Рис. 20

Діаграма комутації силових ключів на другому рівні наступна:

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
						34
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Рис. 21

За аналогією до першого режиму наведемо схему, що зображує принцип перемикання вентилів фаз на другому рівні:

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Рис. 22

Подальший розгляд, як було обґрунтовано раніше, буде виконуватися у двох варіантах – «жорсткому» і «гнучкому».

Перемикання між варіантами виконання схеми здійснюється за допомогою блоку CROSS GATES.

Детальна модель даного блоку наведена на рисунку.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рис. 23

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
						37
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

### 3.3. Налаштування параметрів моделі і аналіз результатів моделювання при різних режимах роботи

При заданих параметрах елементів схеми статичні механічні характеристики асинхронного двигуна на моделі наступні:

Рис. 24

Дослідимо роботу моделі у «жорсткому» виконанні. Отримані наступні осцилограми струму і напруги:

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Рис. 25 Осцилограми АД за «жорсткою» схемою з заданими параметрами:

максимальний середньоквадратичний струм – 155 А,

частота першої гармоніки – 30 Гц,

співвідношення моментів інерції виконавчого механізму до двигуна – 1000,

U – лінійна напруга на виході АІН,

I – фазні струми АД.

Збільшимо масштаб осцилограм для покращення читаємості результатів моделювання:

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рис. 26

Дослідимо роботу моделі у «гнучкому» виконанні.

Осцилограми струму і напруги на початку пуску (1 рівень) зображені на рисунку.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 27 Осцилограми напруг і струмів пускового режиму за «гнучкої» структури з ШІМ регулюванням і максимальним струмом 155 А.

Завершення роботи у 1 рівні і перехід до режиму розгону приводу на осцилограмах набуває наступного вигляду:

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рис. 28 Осцилограми напруг і струмів за «гнучкої структури наприкінці 1-рівня регулювання напруги з «повним» керуванням

Осцилограми роботи на початку і наприкінці 2 рівня наведені на рисунках.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рис. 29 Осцилограми напруг і струмів за «гнучкої» структури на 2-му рівні регулювання з ШІМ

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Рис. 30 Осцилограми напруг і струмів за «гнучкої» структури наприкінці 2-го рівня регулювання з «повним» керуванням і переходом до номінального режиму

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

## Висновки

Гірничорудна галузь являє собою один з основних напрямків важкої промисловості України.

Видобуток, переробка, продаж корисних копалин і побічних продуктів складає вагомую частку економіки як окремих регіонів, так і усієї країни загалом.

Видобуток залізної руди і вугілля складають понад 70% від усього об'єму гірничорудних робіт, що виконуються підприємствами даної галузі.

Взаємопов'язаність процесу видобутку вугілля, його транспортування і обробки з процесом виробництва, наприклад, сталі та чавуну є ключовою у контексті розгляду сучасних технологічних ланцюгів промислового і енергетичного сектору економіки України.

Визначним фактором, характеризуючим стан вугільної та залізної промисловості України є стан шахтних фондів підприємств.

Наприклад, за різноманітними оцінками станом на 2019 рік зношеність фондів вугільнодобувних підприємств складає понад 70%.

Серед країн Східної Європи цей показник найвищий.

Поганий стан обладнання шахт і рудників прямо корелює з якістю випускаємої продукції та її кількістю, а відповідно і вартістю.

До прикладу – вартість видобутку вугілля не прямо пропорційна до вартості виробленої продукції і споживаної електроенергії.

Інколи різниця між цими показниками складає 150-200%.

Необхідність значних капіталовкладень для проведення модернізації і заміни наявного обладнання шахт і рудників України з кожним роком зростає.

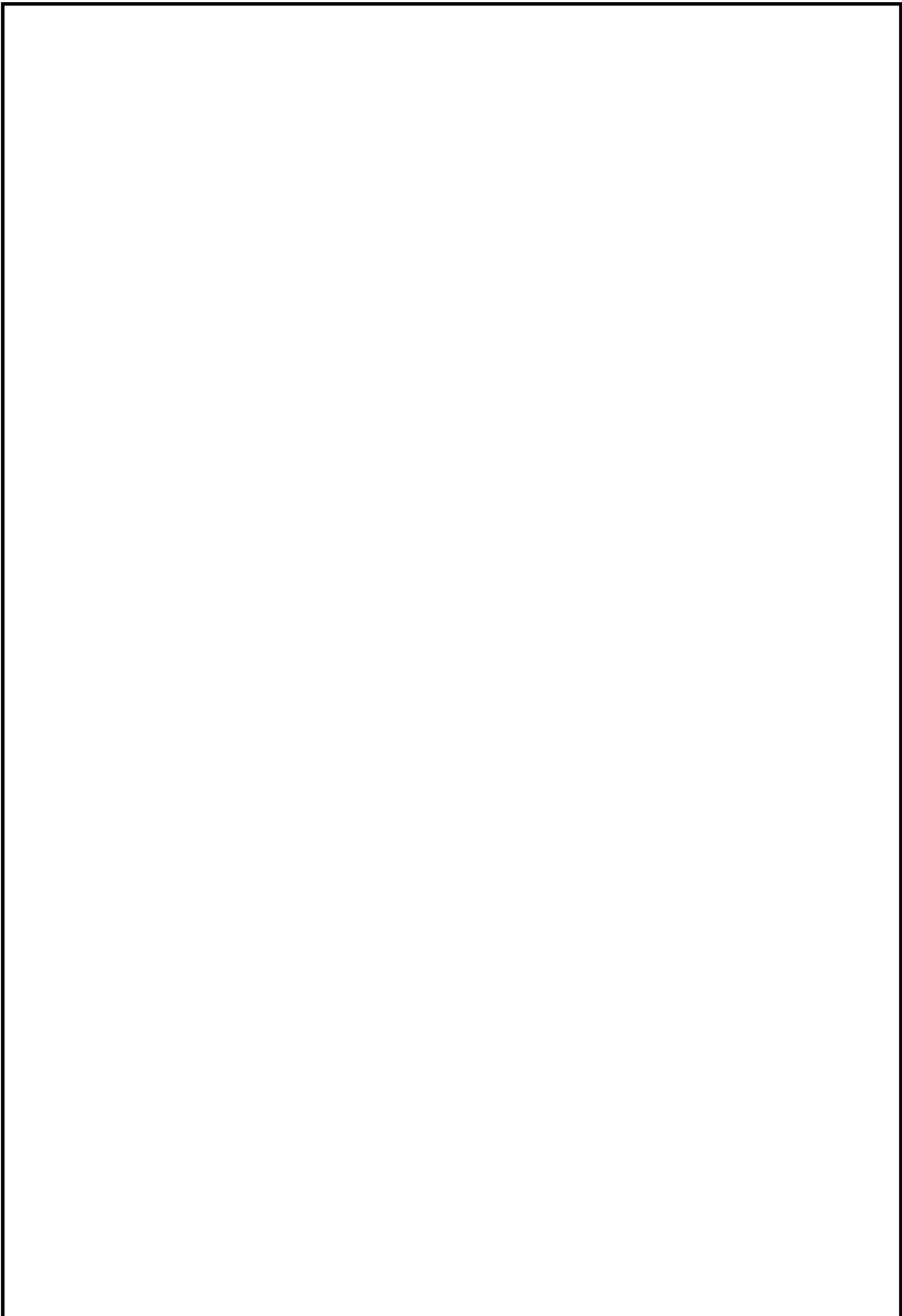
					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наразі можна зробити висновок, що стан парку техніки і супутнього обладнання на деяких підприємствах гірничорудної промисловості критичний.

Фактором, що ускладнює ситуацію є постійне зростання інших витрат пов'язаних з ремонтом і експлуатацією застарілих типів транспортних засобів і обладнання.

Крім того, саме виконання даних робіт також ускладнюється через проблеми з логістикою та загальне зношення виробничих фондів підприємств.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.304-03	
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		