

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:

**Шляхи та напрямки їх досяжності для підвищення енергетичної
ефективності режимів електроспоживання енергоємних споживачів
залізорудних шахт**

Виконав: студент групи ЗЕЕМ-21ск

Артем ПАЩЕНКО

Керівник випускної роботи _____

к.т.н., доц. Ігор СІНЧУК

Нормо контролер _____

к.т.н., доц. Ігор 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

ПАЩЕНКО Артем Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи: Шляхи та напрямки їх досяжності для підвищення енергетичної
ефективності режимів електроспоживання енергоємних споживачів
залізорудних шахт

1. Термін подання студентом роботи: 10 червня 2024 р.
2. Мета та завдання кваліфікаційної роботи: Метою є дослідити шляхи та
напрямки їх досяжності для підвищення енергетичної ефективності
режимів електроспоживання енергоємних споживачів залізорудних шахт
3. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно розробити) I.
Оцінка необхідності підвищення електроенергоефективності використання
електричної енергії на залізорудних підприємствах із підземними видами
ведення гірничих робіт; II. Оцінка динаміки процесу електроспоживання
залізорудних шахт в умовах невизначеності та неповноти інформації; III.
Моделювання енергетичних режимів енергоємних споживачів залізорудних
шахт.
4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових
креслень) I. Показники обсягів сирової руди; II. Нещасні випадки зі смертельним
наслідком; III. Напрямки дослідження процесу електроспоживання; IV.
Алгоритм отримання тимчасової моделі електроспоживання; V. Гістограми
та диференціальні функції розподілу загальної витрати електроенергії.

5. Консультанти розділів роботи

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

6. Календарний план

№	Етапи роботи	Термін
1	Вихідні положення мети досліджень	10.05.24
2	Системи електропостачання залізорудних шахт	12.05.24
3	Структури та рівні систем електропостачання	17.05.24
4	Основні процедури оцінки режимів електроспоживання	19.05.24
5	Методика дослідження режимів електроспоживання	24.05.24
6	Енергетичні режими електроспоживачів	28.05.24
7	Режими змінної витрати електричної енергії	04.06.24
8	Електробаланси енергоємних технологічних процесів	07.06.24

Дата видання завдання 29.04.2024 р.

Здобувач вищої освіти _____
(підпис)

Артем ПАЩЕНКО
(Ім'я, прізвище)

Керівник роботи _____
(підпис)

Ігор СІНЧУК
(Ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до випускової атестаційної роботи бакалавра на тему: «Шляхи та напрямки їх досяжності для підвищення енергетичної ефективності режимів електроспоживання енергоємних споживачів залізрудних шахт»

Об'єкт розробки – режими електроспоживання енергоємних споживачів залізрудних шахт.

Мета роботи – дослідити шляхи та напрямки їх досяжності для підвищення енергетичної ефективності режимів електроспоживання енергоємних споживачів залізрудних шахт.

У роботі вирішено завдання розробки основних теоретичних положень зі створення енергоефективних систем електропостачання залізрудних шахт та визначення складу економічно обґрунтованих заходів з енергозбереження для СЕС.

Розроблено математичну модель досліджуваної системи, а також способи її оптимізації з урахуванням топологічних особливостей підприємства та технічних умов експлуатації.

ЕЛЕКТРОПОСТЧАННЯ, ЕНЕГОЗБЕРЕЖЕННЯ, СПОЖИВАЧ,
ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-01	рк.
Змн.	рк.Ар	докум.№	дписПід	Дата		

Зміст

Вступ.....	6
Розділ 1. Оцінка необхідності підвищення електроенергоефективності використання електричної енергії на залізорудних підприємствах із підземними видами ведення гірничих робіт	8
1.1. Вихідні положення мети досліджень	8
1.2. Системи електропостачання сучасних залізорудних шахт	15
1.3. Структури та рівні (ступені) систем електропостачання залізорудних шахт	19
Розділ 2. Оцінка динаміки процесу електроспоживання залізорудних шахт в умовах невизначеності та неповноти інформації	20
2.1. Основні процедури оцінки станів режимів електроспоживання за умов невизначеності та неповноти інформації.....	20
2.2. Методика дослідження режимів електроспоживання гірничих підприємств.....	22
Розділ 3. Моделювання енергетичних режимів енергоємних споживачів залізорудних шахт	28
3.1. Енергетичні режими електроспоживачів залізорудних шахт	28
3.2. Режими змінної витрати електричної енергії.....	36
3.3. Електробаланси енергоємних технологічних процесів гірничого виробництва	39
Висновки	41

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-01	рк.
Змн.	рк.Ар	докум.№	дписПід	Дата		

Вступ

Гірничо-металургійна промисловість та її основоположна складова – гірничорудна галузь, є базовими елементами макроекономіки України та основним джерелом поповнення її валютних запасів [1].

Стратегічно важливою проблемою для вітчизняних металургійних підприємств та їхніх підрядників – гірничих підприємств, є стримування зростання собівартості виробленої продукції, оскільки цей фактор є визначальним у процесі конкурентоспроможності її на світовому ринку сировини.

На жаль, динаміка коливань собівартості видобутих ПП на вітчизняних гірничих підприємствах показує негативну та стійку тенденцію до її зростання [1].

Так, якщо в I кварталі 2022 року вартість 1 тонни залізної руди в середньому становила 4142 грн., то вже через рік – у 2023 р. склала 4875 грн., тобто за рік відбулося зростання на 1,17 рази [2].

Незважаючи на вживані заходи, в галузі не вдається зупинити зростання витрат електроенергії на 1 тонну добутої товарної руди. У 2022 р. по підземних гірничорудних підприємствах України витрати склали 45,4 кВт·год на тонну, а у 2023 – 68,8 кВт·год на тонну, тобто зросли більше ніж на 50%.

Також, на жаль, досі дуже високим залишається рівень електротравматизму на залізорудних підприємствах країни [1].

У загальному комплексі гострих проблем, що стоять перед необхідністю вдосконалення процесу добування КК, наслідком яких стали негативні вищезгадані показники, вагомою і далеко не використаною за

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-01	рк.
Змн.	рк.Ар	докум.№	описПід	Дата		

своїми можливостями є роль систем електропостачання, а точніше підвищення їх ефективності та безпеки [3].

При цьому основними компонентами всього комплексу ефективності СЕ є надійність цих системоутворюючих структур та якість транспортованої електричної енергії.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-01	рк.
Змн.	рк.Ар	докум.№	описПід	Дата		

Розділ 1. Оцінка необхідності підвищення електроенергоефективності використання електричної енергії на залізорудних підприємствах із підземними видами ведення гірничих робіт

1.1. Вихідні положення мети досліджень

Залізорудні шахти є одними з унікальних підприємств, де умови видобутку корисних копалин накладають високі вимоги до якості перенесення електроенергії через системи електропостачання, що призводить до цілого спектру проблем [3].

Інтенсифікація технологічного процесу, через ускладнення гірничотехнічних умов видобутку КК, вимагає постійного збільшення потужності електроспоживачів, що призводить до подальшого зниження показників якості електроенергії, які зараз не відповідають нормативам.

У зв'язку з вищезазначеним, існуюче положення вимагає розробки комплексу заходів з підвищення якості електричної енергії в шахтних участкових мережах до оптимального значення.

Очевидно, що в такому становищі одностайне прагнення як розробників, так і експлуатаційників створювати високоякісні технічні агрегати для видобутку ПІ не має сенсу, якщо не передбачати обов'язковість існування відповідного комплексу показників якості їхнього електропостачання.

Більше того, систему електропостачання слід вважати одним з базових системотворчих елементів у будь-якому сучасному виробничому комплексі і тим більше в гірничорудному з його визначальною специфікою.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-06			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>	Пашенко А.С.				Розділ 1	<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевірів</i>	Сінчук І.О.						8	13
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>	Сінчук І.О.					КНУ		
<i>Затвердив</i>	Пересунько І.І.					ЗЕЕМ-21ск		

Відповідно, вимоги до якості електричної енергії мають бути відповідними стандартам.

Рис.1.1 – Показники обсягів сирової руди та витрат електричної енергії на 1 т її видобутку за ПАТ «Криворізький залізорудний комбінат» (м. Кривий Ріг)

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-06	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рис. 1.2 – Добові графіки видобутку сирої руди та питомої витрати електричної енергії шахтою ім. Леніна, ПАТ «Криворізький залізорудний комбінат» (м. Кривий Ріг)

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-06	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рис. 1.3 – Добові графіки видобутку сирої руди та питомої витрати електричної енергії по шахті Гвардійська, ПАТ «Криворізький залізорудний комбінат» (м. Кривий Ріг)

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-06	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Рис. 1.4 – Добові графіки видобутку сирової руди та питомої витрати електричної енергії по шахті Жовтнева, ПАТ «Криворізький залізорудний комбінат» (м. Кривий Ріг)

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-06	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Рис. 1.5 – Добові графіки видобутку сирої руди та питомої витрати електричної енергії по шахті Батьківщина, ПАТ «Криворізький залізорудний комбінат» (м. Кривий Ріг)

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-06	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Рис. 1.6 – Добові графіки видобутку сирової руди та питомої витрати електричної енергії КЖРК, ПАТ «Криворізький залізорудний комбінат» (м. Кривий Ріг)

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-06	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

1.2. Системи електропостачання сучасних залізорудних шахт

Близько 60% усієї електричної енергії, споживаної підземними залізорудними комбінатами, припадає на чисто надземне виробництво.

Цікавим є такий факт у цьому контексті.

Зі зниженням ведення робіт у залізорудних шахтах зростає встановлена потужність трансформаторів шахтних ГПП. Так, якщо на горизонті 527 м ш. Родина Криворізького залізорудного комбінату встановлена потужність трансформаторів склала 250 кВА, то на горизонті 1350 м ця потужність вже склала 970 кВА, тобто збільшилася майже у 4 рази.

Повна ж потужність трансформаторів усіх ГПП підземних горизонтів все тієї ж ш. Родина складає 3,66 мВА.

На сьогоднішній день технологічний процес видобутку руди на залізорудних шахтах зазнає значних змін.

Ці зміни обумовлені, перш за все, переходом на глибокі (>1000 м) горизонти розробки родовищ.

При розробці глибоких горизонтів для вирішення ускладнюючихся завдань зі зниженням гірничих робіт збільшуються потужності підземних споживачів - електродвигунів водовідливних установок, електровозної відкатки, вентиляції тощо [4].

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-06	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Рис. 1.7 – Нещасні випадки зі смертельним наслідком ураження електричним струмом на підприємствах, що спостерігаються Криворізьким гірничопромисловим територіальним управлінням за період 2023 – 2016 років.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-06	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

a)

б)

Рис. 1.8 – Розподіл числа електротравм на електровозному транспорті
підземних гірничорудних підприємств України:

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-06	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Рис. 1.9 – Основні складові собівартості сирої товарної руди за підземними рудниками України.

Рис. 1.10 – Графіки зміни виробничої собівартості, спожитої енергії за підземними рудниками ПАТ «Криворізький залізорудний комбінат»

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-06	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

1.3. Структури та рівні (ступені) систем електропостачання залізородних шахт

Для умов вітчизняних залізородних шахт теоретично та практично слід розрізняти наступні рівні (ступені) системи електропостачання (рис. 1.11.):

Рис. 1.11 – Рівні системи електропостачання типового гірничо-металургійного підприємства.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-06	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Розділ 2. Оцінка динаміки процесу електроспоживання залізорудних шахт в умовах невизначеності та неповноти інформації

2.1. Основні процедури оцінки станів режимів електроспоживання за умов невизначеності та неповноти інформації

Оцінка станів процесу електроспоживання в умовах невизначеності та неповноти інформації з застосуванням методів «стиснення» інформації РКЛ і МГК передбачає виявлення істотних ознак, що визначають природу режимів електроспоживання.

Для застосування методів «стиснення» початкова інформація про ЕП повинна подаватися у вигляді матриці:

$$X = \begin{bmatrix} X_{11} \dots & X_{1j} \dots & X_{1m} \\ X_{i1} \dots & X_{ij} \dots & X_{im} \\ \dots & \dots & \dots \\ X_{n1} & X_{nj} & X_{nm} \end{bmatrix}, \quad (2.1)$$

де $[X_j]$ – вектор-рядок, що відображає інформацію про електроспоживання при тому значенні ознаки;

X_{ij} – значення величини електроспоживання - тієї ознаки - того вимірювання (об'єкта);

$i = \overline{1, n}$ - число значень ознаки;

$j = \overline{1, m}$ - число вимірів (об'єктів).

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-06			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>				
<i>Розробив</i>	Пашенко А.С.				Розділ 2	<i>Літ.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевірів</i>	Сінчук І.О.						21	7
<i>Реценз.</i>					КНУ ЗЕЕМ-21ск			
<i>Н. Контр.</i>	Сінчук І.О.							
<i>Затвердив</i>	Пересунько І.І.							

У цьому випадку електроспоживання допустимо характеризувати як n -вимірний вектор.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-06	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

2.2. Методика дослідження режимів електроспоживання гірничих підприємств

У відповідності з поставленими завданнями цього дослідження у методологічному плані при оцінці станів процесу ЕП можна виділити два основних напрямки, які відображають виробничо-технологічний аспект використання електроенергії на досліджуваних видах гірничих підприємств: дослідження ПЕЕ машин, механізмів, установок; дослідження всього комплексу підземного ПЕЕ гірничорудного підприємства (рис. 2.1).

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-06	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Алгоритм отримання тимчасової моделі ПЕЕ (з прикладу використання методу головних, компонент) з урахуванням випадкової складової від коливань температури, наведено на рис. 2.2 – 2.3.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-06	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Рис. 2.1.1. Направления исследования процесса электропотребления

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-06	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-06	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-06	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Рис. 2.3. Алгоритм отримання тимчасової моделі електроспоживання з урахуванням випадкової складової від коливання температури

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-06	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Розділ 3. Моделювання енергетичних режимів енергоємних споживачів залізорудних шахт

3.1. Енергетичні режими електроспоживачів залізорудних шахт

В результаті експериментальних досліджень у умовах залізорудних шахт Криворізького залізорудного басейну були отримані графіки погодинних ЕН споживачів.

Найбільш характерні графіки представлені на рис. 4.1. Як індивідуальні споживачі дослідження охоплено найбільш енергоємні, на частку яких припадає 70 – 80% споживання електроенергії шахти (установки головного водовідведення, головні вентиляційні установки, компресори та підйомні машини).

Таблиця 3.1. Діапазони зміни статистичних характеристик розподілу
змінних навантажень споживачів залізорудних шахт

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-01							
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>	Розділ 3				<i>Літ.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>	
<i>Розробив</i>	Пашенко А.С.								28	13		
<i>Перевірів</i>	Сінчук І.О.											
<i>Реценз.</i>												
<i>Н. Контр.</i>	Сінчук І.О.											
<i>Затвердив</i>	Пересунько І.І.				КНУ ЗЕЕМ-21ск							

Рис. 3.1 - Графіки навантажень:
а) – компресорів; б) – вентиляторів; в) - підйомних машин.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-06	Арк.А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		292

Рис. 3.2 – Полігони розподілу електричних навантажень індивідуальних приймачів компресорів:
а) - 4ВМ10 - 100/8; б) – ВП – 50/8; в) – 2ВМ – 10 – 50/8

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-06	Арк.А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		303

Рис. 3.3 – Полігони розподілу електричних навантажень індивідуальних електроприймачів:

а) – вентилятор головного провітрювання; б) - підйомна машина.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-06	Арк.А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		313

Рис.3.4 – Полігони розподілу електричних навантажень групових споживачів:

а) – компресори 4ВМ10 – 100/8; б) – компресори ВП – 50/8

Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата

ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-06

Арк.А

323

Статистичні характеристики моделей режимів електричних навантажень
споживачів залізорудних шахт.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-06	Арк.А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		333

Рис. 3.5 – Дворівнева модель режимів ЕН споживачів залізорудних шахт:

1 – графік змінного навантаження;

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-06	Арк.А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		343

2 – дворівневий еквівалент (модель) навантаження.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-06	Арк.А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		353

3.2. Режими змінної витрати електричної енергії

Статистичні моделі.

Як зазначалося вище, частка споживання електроенергії на процеси виробництва стисненого повітря, підйому гірської маси, вентиляції гірських виробок та відкачування води становить від 70 до 80% загального електроспоживання залізорудних шахт.

Однією з характеристик, що визначають режими витрат електроенергії, є змінний витрат.

Застосування зазначеного показника для аналізу режимів витрат електроенергії обумовлено тим, що в цьому випадку полегшується (у плані отримання інформації) виявлення взаємозв'язків між витратою електроенергії та виробничими факторами.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-06	Арк.А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		363

Рис. 3.6 – Експериментальні (1) та теоретичні (2) статистичні моделі змінного електроспоживання
вентиляторних (а) та водовідливних (б) установок залізрудних шахт.

ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-06

Арк.А

373

Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата

Наведені на рис. 3.6 статистичні моделі являють собою нормальний розподіл.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-06	Арк.А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		383

3.3. Електробаланси енергоємних технологічних процесів гірничого виробництва

Відповідно до розробленої методики було проведено дослідження балансів електроенергії при здійсненні енергоємних процесів гірничого виробництва: вентиляції гірничих виробок, водовідведення, виробництва стиснутого повітря, підйому гірської маси.

Експериментальними дослідженнями були охоплені поліметалеві шахти Криворізького залізрудного басейну.

При визначенні електробалансів та їх складових використано розрахунково-експериментальний метод, основні положення якого викладені в [1,10,40].

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-06	Арк.А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		393

Рис. 3.7 – Гістограми та диференціальні функції розподілу загальної витрати електроенергії компресорних установок:

1 – розрахунково-експериментальна модель;

2 – модель, змодельована за результатами статичних випробувань.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-06	Арк.А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		404

Висновки

Гірничо-металургійна промисловість та її основоположна складова – гірничорудна галузь, є базовими елементами макроекономіки України та основним джерелом поповнення її валютних запасів [1].

Стратегічно важливою проблемою для вітчизняних металургійних підприємств та їхніх підрядників – гірничих підприємств, є стримування зростання собівартості виробленої продукції, оскільки цей фактор є визначальним у процесі конкурентоспроможності її на світовому ринку сировини.

На жаль, динаміка коливань собівартості видобутих ПП на вітчизняних гірничих підприємствах показує негативну та стійку тенденцію до її зростання [1].

Так, якщо в I кварталі 2022 року вартість 1 тонни залізної руди в середньому становила 4142 грн., то вже через рік – у 2023 р. склала 4875 грн., тобто за рік відбулося зростання на 1,17 рази [2].

Незважаючи на вживані заходи, в галузі не вдається зупинити зростання витрат електроенергії на 1 тонну добутої товарної руди. У 2022 р. по підземних гірничорудних підприємствах України витрати склали 45,4 кВт·год на тонну, а у 2023 – 68,8 кВт·год на тонну, тобто зросли більше ніж на 50%.

Також, на жаль, досі дуже високим залишається рівень електротравматизму на залізорудних підприємствах країни [1].

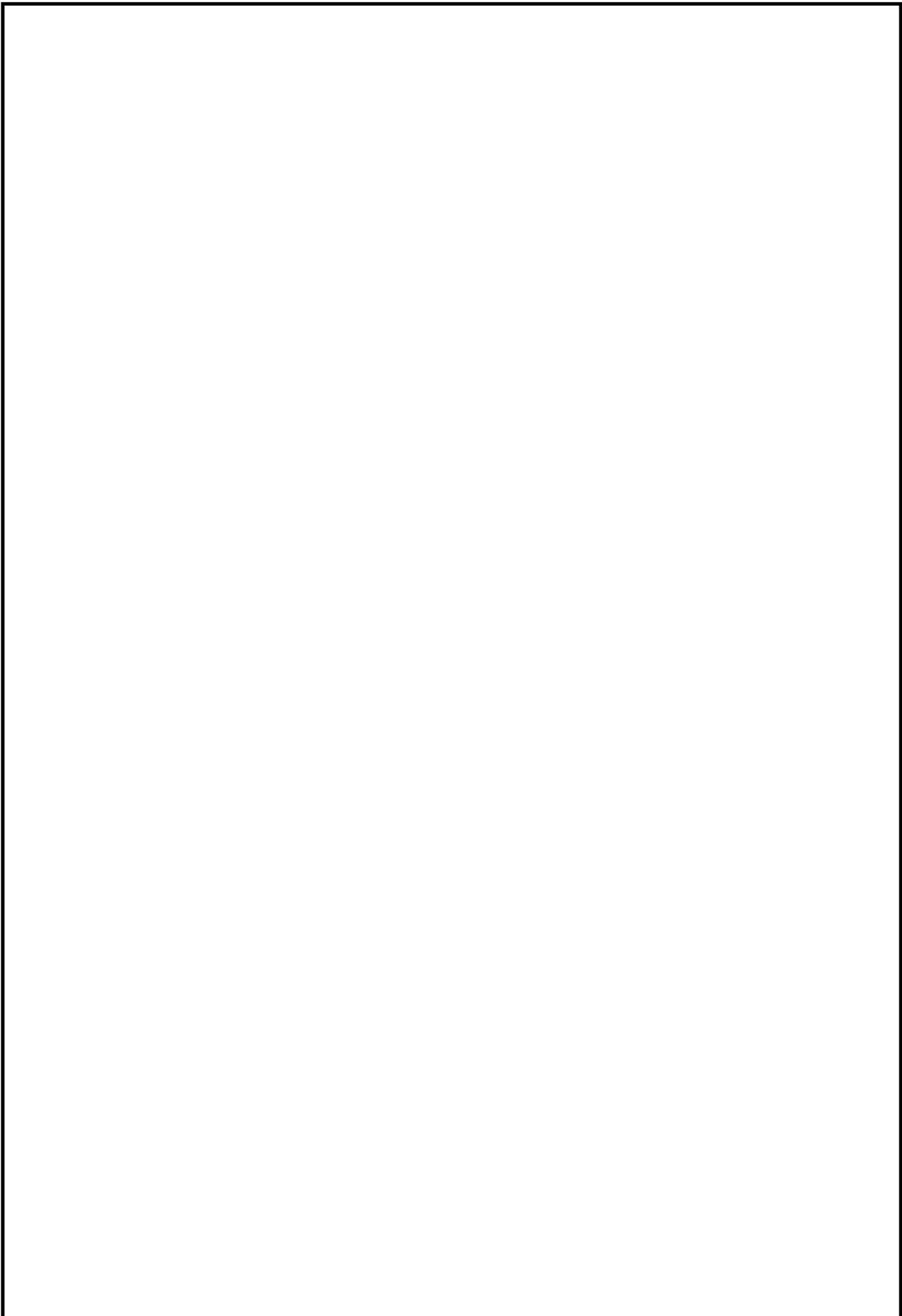
У загальному комплексі гострих проблем, що стоять перед необхідністю вдосконалення процесу добування КК, наслідком яких стали негативні вищезгадані показники, вагомою і далеко не використаною за

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-06	Арк.А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		414

своїми можливостями є роль систем електропостачання, а точніше підвищення їх ефективності та безпеки [3].

При цьому основними компонентами всього комплексу ефективності СЕ є надійність цих системоутворюючих структур та якість транспортованої електричної енергії.

					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-06	Арк.А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		424



					ЕТФ.КНУ.РБ.141.24.305-01	
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		