

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний, транспортний
(повне найменування інституту, факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

магістра
(ступінь вищої освіти)

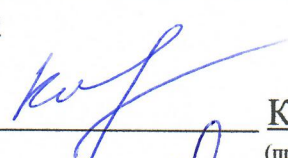
на тему

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВІДВАНТАЖЕННЯ
ЗОЛОШЛАКІВ НА ЗАПОРІЗЬКІЙ ТЕС**

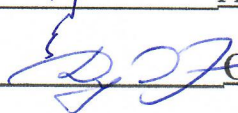
Виконав: студент(ка) II курсу, групи T-819м

Спеціальності 275 Транспортні технології (на за-
лізничному транспорті)
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
Транспортні технології (на залізничному транс-
порті)


_____ Кальковець А. Ю.
(прізвище та ініціали)

Керівник _____ А. М. Каплуновська
(прізвище та ініціали)

Рецензент  _____ О. В. Дударенко
(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет машинобудівний, транспортний
Кафедра «Транспортні технології»
Ступінь вищої освіти магістр
Спеціальність 275 Транспортні технології (на залізничному транспорті)

(код і найменування)

Освітня програма (спеціалізація)

Транспортні технології (на залізничному транспорті)
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

проф. Турпак С.М.

« ____ » _____ 2020 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА (КИ)

Кальковець Анастасії Юріївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Удосконалення технологічного процесу відвантаження зола шлаків на Запорізькій ТЕС

керівник проєкту (роботи) Васильєва Лариса Олексіївна

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

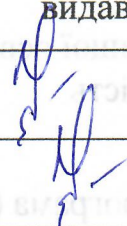
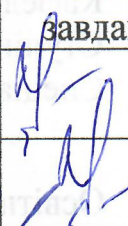
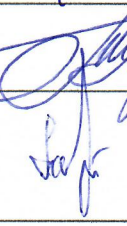
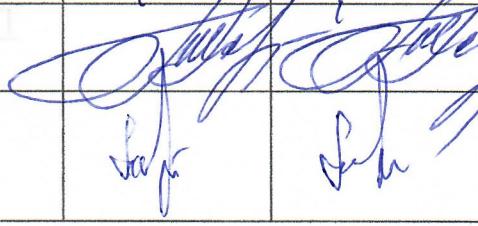
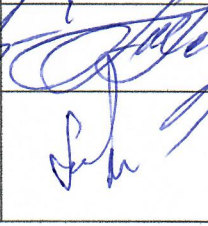
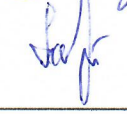
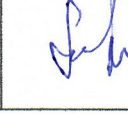
затверджені наказом закладу вищої освіти від «27» листопада 2020 року № 353

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 30.11.2020 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) 1. Існуюча технологія вантажопереробки золи і шлаку на золовідвалі Запорізької ТЕС. 2. Річні вантажопотоки відвантаження зола шлаків споживачам. 3. Статистичні дані з відвантаження золашлаків. 4. Існуючі техніко-економічні показники вантажопереробки зола шлаків на Запорізькій ТЕС. 4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 2.1. Розробка ТТС переробки й відвантаження золашлаків за пропонованим варіантом. 2.2. Визначення проєктних вантажопотоків. 2.3. Розрахунок відвантажувальних пристроїв. 2.4 Розрахунок продуктивності й кількості засобів вантажопереробки. 2.5. Розрахунок часу на виконання вантажних операцій. 2.6. Визначення часу використання автотранспортних засобів для перевезення золашлаку за існуючим варіантом. 2.7. Розробка технологічних графіків обробки вагонів на вантажних фронтах. 2.8. Розробка технологічного графіка роботи комплексу відвантаження зола-шлаків. 3. Економічна частина. 4. Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях.

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

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Аналітична частина	Каплуновська А. М., ст. викладач		
Основна частина	Каплуновська А. М., ст. викладач		
Економічна частина	Харченко Т. В., ст. викладач		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Лазуткін М. І., доцент		

7. Дата видачі завдання « 01 » жовтня 2020 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Захист звітів зі стажування	23.09.2020-04.10.2020	
2	Аналітична частина	07.10.2020-18.10.2020	
3	Основна частина	21.10.2020-04.11.2020	
4	Економічна частина	05.11.2020-15.11.2020	
5	Охорона праці	18.11.2020-22.11.2020	
6	Оформлення МР	25.11.2020-29.11.2020	
7	Перевірка МР на плагіат	01.12.2020-14.12.2020	
8	Отримання зовнішніх рецензій	15.12.2020-18.12.2020	
9	Захист магістерських робіт	22.12.2020-24.12.2020	

Студент(ка)

(підпис)

А. Ю. Кальковець

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)

(підпис)

А. М. Каплуновська

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ 99 с., 14 рис., 21 табл., 39 посилань, 1 додаток

Об'єктом дослідження даної роботи є технологія і організація вантажопереробки і відвантаження золошлаків на магістральний транспорт в умовах Запорізької теплової електростанції.

Мета – дослідження та аналіз існуючої технології та організації вантажопереробки і відвантаження золошлаків і розробка заходів щодо їх удосконалення.

Методи дослідження – графоаналітичний, імовірнісний і математичної статистики.

В роботі досліджено існуючу технологію та організацію вантажопереробки і відвантаження на магістральний транспорт золошлаків при системі їх роздільного видалення, а також розроблені заходи щодо їх удосконалення при впровадженій системі роздільного видалення золи та шлаку. Виконані технологічні розрахунки обґрунтовані та підтверджені економічними розрахунками. Запропоновані заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайній ситуації.

ТЕПЛОВА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ, ЗОЛА, ШЛАК, ЗОЛОВІДВАЛ, БУНКЕР, ТЕХНОЛОГІЯ ВАНТАЖОПЕРЕРОБКИ, ВІДВАНТАЖЕННЯ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ КОМПЛЕКС, ГРАФІК, ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ, ОХОРОНА ПРАЦІ

ЗМІСТ

Завдання на магістерську роботу.....	2
Реферат.....	4
Вступ.....	7
1 Аналітична частина.....	9
1.1 Загальні відомості про Запорізьку теплову електростанцію.....	9
1.2 Вплив золовідвалу і золошлакових відходів на навколишнє середовище..	11
1.3 Характеристика золошлакових відходів Запорізької ТЕС.....	12
1.4 Прогресивні технології для зберігання та відвантаження сухої золи.....	16
1.4 Аналіз вантажопотоків золошлаків Запорізької ТЕС.....	20
1.5 Аналіз існуючої технології вантажопереробки й відвантаження золош- лаків на відвалі Запорізької ТЕС.....	23
1.6 Аналіз транспортного обслуговування при перевезенні золошлаків з від- валу.....	29
1.7 Обґрунтування необхідності розробки магістерської роботи.....	31
2 Основна частина.....	33
2.1 Розробка транспортно-технологічних схем переробки й відвантаження золошлаків за пропонованим варіантом.....	33
2.2 Розрахунок проєктних вантажопотоків золошлаків і сухої золи.....	35
2.3 Розрахунок відвантажувальних пристроїв.....	41
2.3.1 Розрахунок основних параметрів вузла відвантаження золошлаків і шлаків.....	41
2.3.2 Розрахунок силосного складу сухої золи.....	42
2.4 Розрахунок продуктивності й кількості засобів вантажопереробки золо- шлаків.....	45
2.4.1 Розрахунок продуктивності засобів вантажопереробки золошлаків по існуючому варіанту.....	48
2.4.2 Розрахунок продуктивності й кількості засобів вантажопереробки зо- лошлаків за пропонованим варіантом.....	50
2.5 Розрахунок часу навантаження транспортних засобів.....	53

2.5.1 Розрахунок часу простою транспортних засобів під завантаженням за існуючим варіантом.....	54
2.5.2 Розрахунок часу простою вагонів під завантаженням за проєктним варіантом.....	57
2.6 Визначення часу використання автотransпортних засобів для перевезення зоошлаку за існуючим варіантом.....	59
2.7 Розробка технологічних графіків обробки вагонів на вантажних фронтах	62
2.8 Розробка технологічного графіка роботи комплексу відвантаження зоошлаків.....	66
3 Економічна частина.....	68
3.1 Вихідні дані для розрахунків.....	68
3.2 Розрахунок одноразових витрат на спорудження та обладнання.....	69
3.3 Розрахунок річних експлуатаційних витрат.....	71
3.3.1 Розрахунок річних експлуатаційних витрат на організацію переробки й відвантаження зоошлаків за варіантами.....	71
3.3.2 Розрахунок економії річних витрат на переробку і відвантаження зоошлаків.....	82
3.4 Розрахунок дисконтованого доходу і строку окупності витрат.....	82
4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	85
4.1 Аналіз потенційних небезпек.....	85
4.2 Заходи із забезпечення безпеки.....	86
4.3 Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці.....	88
4.4 Заходи з пожежної безпеки.....	89
4.5 Заходи з безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	90
Висновки.....	92
Перелік посилань.....	94
Додаток А Розрахунок коефіцієнту нерівномірності.....	99

ВСТУП

Сучасна енергетика завдає відчутної шкоди навколишньому середовищу, погіршуючи умови життя людей. Технологія виробництва електроенергії на ТЕС пов'язана з утворенням великої кількості відходів. Підприємства теплоенергетики ставляться до основних джерел забруднення навколишнього середовища, оскільки на них припадає приблизно третя частина викидів шкідливих речовин від загального обсягу викидів промислових підприємств.

При спалюванні палива на ТЕС утворюються продукти згоряння, в яких містяться: летюча зола, частинки незгорілого пилоподібного палива, сірчаний і сірчистий ангідрид, оксид азоту, газоподібні продукти неповного згоряння. У золі деяких видів палива присутній миш'як, вільний діоксид кальцію, вільний діоксид кремнію.

Крім того, діяльність теплоелектростанцій пов'язана з утворенням великої кількості відходів різних класів небезпеки, значну частину яких складають золошлакові відходи. Відвали золошлакових матеріалів займають великі площі, а їх утримання вимагає значних експлуатаційних витрат, які впливають на підвищення собівартості виробництва енергоносіїв. Вони є джерелом забруднення навколишнього середовища, становлять небезпеку для здоров'я населення і загрозу рослинному і тваринному світу прилеглих територій. Одним з можливих шляхів вирішення даної проблеми є утилізація відходів, тобто повернення їх в матеріальний кругообіг, що має важливе екологічне, економічне та енергозберігаюче значення.

В останні роки у зв'язку зі збільшенням вартості основних видів наповнювачів для залізобетонних виробів спостерігається тенденція до збільшення використання відходів теплових електростанцій – золошлаків. У зв'язку з цим ставиться завдання удосконалення технологічних процесів вантажопереробки і відвантаження золошлаків споживачам та транспортування.

Як показує світовий, і вітчизняний досвід золошлакові відходи є цінною мінеральною сировиною – золошлаковими матеріалами (ЗШМ) для заміни природного мінеральної сировини в будівельному комплексі, цементній промисловості, дорожньому будівництві.

Тема дослідження є актуальною, оскільки однією з основних екологічних проблем при спалюванні вугілля є утворення значної кількості золошлакових відходів. Враховуючи перехід Запорізької теплової електростанції на роздільне видалення золи й шлаків від топок казанів, також стає актуальною проблема розробки більш досконалої технології й організації вантажопереробки, відвантаження й доставки споживачам золи, шлаків і золошлаків.

Для рішення вищевказаної проблеми, а також досягнення мети в області вдосконалення вантажних робіт з будівельними сипучими матеріалами та удосконалення технологічного процесу їх доставки споживачам розробляється дана магістерська робота.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальні відомості про Запорізьку теплову електростанцію

Запорізька ТЕС – найпотужніша теплова електростанція України з загальною встановленою потужністю 3625 МВт. Розташована в Енергодарі Запорізької області в безпосередній близькості від Запорізької АЕС. Входить у ПАТ ДТЕК (Дочірня транспортно-енергетична компанія) Дніпроенерго. Перебуває на лівому березі Каховського водоймища. Забезпечує електроенергією народне господарство південних областей України [1].

Перша черга електростанції потужністю 1200 МВт складається з 4 енергоблоків потужністю 300 МВт із однокорпусними пиловугільними казанами ТПП-312А паропродуктивністю 1000 т/г кожний і турбінами ДО-300-240-2.

До складу іншої черги потужністю 2400 МВт входять 3 енергоблоки потужністю 800 МВт із однокорпусними газо-мазутними казанами ТГМП-204 паропродуктивністю 2650 т/г кожний і одновальними турбінами ДО-800-240-3.

Паливом для електростанції є газове вугілля, мазут і газ.

Видача потужності від електростанції здійснюється на напругу 150 і 330 кВ із відкритих розподільних пристроїв.

ТЕС з'єднана з електромережею за допомогою ЛЕП потужностями 5×330 кВ, 2×150 кВ. Річне виробництво електроенергії складає 4324,617 кВт·год.

Запорізька теплова електростанція забезпечує електроенергією прилягаючі райони області [1]. Золівідвал Запорізької теплової електростанції розташований до північно-заходу від м. Енергодар на лівому березі Каховського водоймища. Відстань від золівідвалу до теплової електростанції – 600 м від головного корпусу з північної сторони. Площа відвалу становить 150 га.

Золівідвал перебуває на лівому березі Каховського водоймища з найбільшим наближенням його західної дамби до берега водоймища на 70 м. По рельєфу місцевості й гідрогеографічній мережі золівідвал ставиться до рівнинного типу.

По конструктивних характеристиках і способу золошлаковидалення відвал є гідравлічним, недренованим, без дамб нарощування. У ролі відстійного ставка випускається північна частина золовідвалу, обмежена розділовою дамбою, звідки вода випускається в канал просвітленої води. Золовідвал має форму прямокутника зі сторонами 1200×1600 м, витягнутого в широтному напрямку. Дамба, що обгороджує золовідвал, створена шляхом наміву піску. Вона має середню висоту 10 - 12 м при ширині підстави 60 - 80 м.

Для Запорізької ТЕС характерна яскраво виражена вітряна діяльність. Переважними є північні, північно-східні й східні вітри. Відзначаються сильні бури.

Розміщення будинків і споруджень визначається їхньою технологічною залежністю з урахуванням раціонального використання займаних площ в умовах існуючої забудови. При цьому враховувалося дотримання необхідних протипожежних і санітарно-гігієнічних вимог.

Після реконструкції системи видалення золошлаків територія золовідвалу розділена дамбами нарощування на секції. У нижній лівій частині золовідвалу розміщена секція по відвантаженню раніше накопичених золошлаків. У правій нижній частині розташовано три секції по зневоднюванню жужільної пульпи.

Технологічні зв'язки між будинками й спорудженнями здійснюються через автомобільні проїзди. Подача сировини й відходів виробництва проводиться по технологічних спорудженнях. Зв'язок із залізничним магістральним транспортом – через під'їзну колію до станції Енергодар і внутрішні шляхи підприємства [1].

Територію ТЕС із територією золовідвалу з'єднує дорога з асфальтово-бетонним покриттям, яка проходить біля станції освітленої води.

При аналізі функціонування підприємства виявлені такі недоліки:

- значна запиленість території золовідвалу й прилягаючих територій, тому що для даного району характерна яскраво виражена вітряна діяльність;
- при існуючій системі експлуатації золовідвалу відсутні фактори, що захищають підземні води від забруднення;
- у період зливових дощів утруднений процес вивезення золошлаків;
- автотранспортом вивозяться золошлаки з відвалу в незначній кількості.

1.2 Вплив золовідвалу і золошлакових відходів на навколишнє середовище

Накопичення величезної маси промислових відходів є актуальною природоохоронною проблемою, яка потребує термінового вирішення. Золошлаки, що утворюються від спалювання вугілля на ТЕС, є великотоннажними відходами. Для їх транспортування застосовуються системи гідро- і пневмозоловидалення. В основному золошлаки транспортуються у вигляді пульпи низькою концентрації для розміщення в гідрозолоотвалах, які є одним з головних джерел забруднення навколишнього середовища при виробництві енергії.

Будівництво та експлуатація технологічного господарства на ТЕС зі збору, транспортування та зберігання золошлакових відходів вимагає значних капітальних витрат, а також витрат на його обслуговування. Відвали золошлакових матеріалів займають великі площі, догляд за ними вимагає значних експлуатаційних витрат. Розміщення золошлаків на золовідвалі пов'язано з певним впливом на навколишнє природне середовище і значними витратами. Термін служби золовідвалу обмежений технічною можливістю, умовою надійності і екологічною безпекою.

Золошлаковідвали є об'єктами підвищеної екологічної небезпеки [2] за рахунок:

- фільтрації в підземні горизонти відвальної води, збагаченої розчинними зольними компонентами;
- неминучого скидання надлишків освітленої води в поверхневі водні джерела;
- відчуження земель;
- деформація поверхні, зміна рельєфу;
- забруднення токсичними елементами, важкими металами;
- зниження родючості ґрунтів і врожайності сільськогосподарських культур;
- забруднення димовими газами;

- запилювання золовідвалів при транспортуванні, складуванні і вітровій ерозії;
- скорочення чисельності видів лісів, рослинності, тварин; зміна біорізноманіття.

1.3 Характеристика золошлакових відходів Запорізької ТЕС

Головним продуктом спалювання вугілля на теплових електростанціях є летуча зола. Але й шлаки становлять значну частку осередкових залишків теплової електростанції. На відвалі відбувається зберігання й відвантаження золошлаків, які мають різні властивості. До розглянутих вантажів ставляться: золошлак насипний, золошлак намівний і суха зола.

Летуча зола, вироблена електростанціями, знаходить різні застосування в будівництві, від в'язкого компонента бетону, до простого матеріалу-наповнювача. У результаті горіння утворюється кремениста зола, що містить оксиди кремнію, алюмінію й заліза й менш 10 % оксиду кальцію [2].

Приблизно 80 - 85 % золи на виході з топкового пристрою вловлюється механічними й електричними фільтрами, які встановлюються послідовно для вловлювання більш легких і дрібних часток. Зола, що залишилася (15 - 20 %) осідає на стінках труб і обпадає в бункер, де спікається й утворює шлаки. Шлак видаляється з бункерів, дробиться й передається на відвал для подальшого відправлення споживачеві. Основне застосування – використання при виробництві шлакоблоків.

Порядку 55 % летучої золи, вироблюваної тепловими електростанціями, використовується в будівництві в областях, пов'язаних із цементом, таких як виробництво бетону, блоків, збірного бетону, цементациї й у якості заповнювача – відсипного матеріалу [3].

Летуча зола – це пуццолан, матеріал, який, реагуючи з вапном, утворює густу масу. Летуча зола теплових електростанцій може варіюватися по якості, що обумовлює різний вміст у ній води й, відповідно, міцність бетону.

У виробництві портландцементу летуча зола застосовується або в якості часткового замітника діоксиду кремнію, або змішується або перемелюється з портландцементом для виробництва портланд летучої золи або пуццоланових портландцементів. У цей час стандарти якості для цементу дозволяють використання летучої золи в різних кількостях, за умови відповідності летучої золи вимогам по втраті ваги на прожарювання, по вмісту кремнію й СаО. Також дозволена добавка не здрібненої летучої золи в деякі види цементу для зниження його собівартості й поліпшення довгострокових характеристик міцності. Летуча зола широко застосовується у виробництві бетону [3].

Поряд з товарним бетоном, летуча зола використовується для поліпшення ряду якостей широкого спектра бетонної продукції, наприклад, бордюрний камінь, тротуарна плита, каналізаційні й стічні труби.

Летуча зола успішно застосовується як відсипний матеріал. Вона має ряд переваг перед натуральними матеріалами: низька щільність, висока міцність на зрушення й на осідання.

Летуча зола придатна для використання в трьох формах (уловлена зола; зола золових відвалів і зола золових відстійників). Летуча зола класифікується як сполучний матеріал-наповнювач для загальних і будівельних цілей. Для загальних цілей застосовується будь-яка зола, а для будівельних – тільки відсортована зола. Із часом летуча зола набуває міцності, піддаючись впливу різних факторів.

Летуча зола використовується в різних галузях при будівництві доріг і злітно-посадочних смуг. Їхня загальна назва – зв'язані зольні суміші. Це суміші золи з одним або більш компонентами, технічні властивості яких залежать від пуццоланових якостей летучої золи. Основними завданнями є зниження споживання традиційних матеріалів і оптимізація витрат. Може використовуватися як стара, так і свіжа зола [3].

Зола має бурувато-сірий колір, представлена пилоподібними частками (більш 90 %). Має поширення в північній і північно-західній частинах відвалу. Потужність шару в різних місцях коливається від 0,4 м до 9,0 м. Вологість $W = 16 \%$; щільність $\rho = 1,76 \text{ г/см}^2$; кут внутрішнього тертя $\varphi = 21 \%$; нормативний модуль деформації $E = 17 \text{ МПа}$.

На підставі досліджень золошлакових відходів теплових станцій, що спалюють паливо різних родовищ, усі золошлаки залежно від складу поділені на три групи: активні, сховано-активні, інертні [4].

До першої групи (I) віднесені золошлакові матеріали, які характеризуються загальним вмістом оксиду кальцію в межах 20 - 60 % і вільного оксиду кальцію до 30 %. Такий склад забезпечує високі значення модулів і коефіцієнта якості: M_O : 0,5 - 2,8; M_C : 1,5 - 7,8; K : 1,0 - 3,6.

Такі золошлаки можуть застосовуватися для зведення дамб золошлакових відвалів без спеціальних заходів (введення в'язких речовин), а також для виробництва виробів на їхній основі, переважно автоклавного твердіння.

До другої групи (II) віднесені золошлакові матеріали із загальним вмістом оксиду кальцію від 5 до 20 %. Вільний оксид кальцію не перевищує 2 %, а модуль основності – не більш 0,5. Основний напрямок використання золошлаків цієї групи – виробництво виробів, що твердіють при тепловій обробці з активізаторами.

У третю групу (III) включені золошлакові матеріали вугіль, які характеризуються високим вмістом оксидів кремнію й алюмінію й низьким вмістом оксидів кальцію й магнію. Вільного оксиду кальцію, що є активатором процесу твердіння, у деяких золошлаках даної групи може не бути зовсім, а максимальний його вміст не перевищує 1 %. У зв'язку із цим основним напрямком використання золошлакових матеріалів третьої групи є дорожнє будівництво, виробництво цегли, зольного гравію [4].

Застосування шлаків ТЕС у якості сировини для виробництва будівельних матеріалів і в будівництві одержало наукове обґрунтування й підтвердилося результатами досвідів, поставлених у провідних науково-дослідних організаціях. Були визначені раціональні області використання шлаків теплових електростан-

цій, розроблені прогресивні технологічні прийоми й процеси виробництва будівельних матеріалів на основі шлаків, створені дослідно-промислові установки по їхньому відбору, переробці й зберіганню. Розроблені нормативні документи, що регламентують використання золошлаків для виробництва ряду ефективних будівельних матеріалів і в будівництві, а саме [5]:

- добавка до цементу, що не знижує активності матеріалу.
- компонент будівельних бетонів і розчинів;
- виготовлення спеціальних бетонів (пенозолобетон, газозолобетон та ін.);
- виготовлення легких заповнювачів для бетонів (пористий матеріал типу керамзиту, аглопориту й т.п.);
- одержання самостійного в'язкого матеріалу;
- для дорожнього будівництва (наповнювач вуглецевих в'язких речовин, підготовка під покриття й т.п.) та ін.

Велика кількість золошлакової суміші використовується для будівництва дамб, що обгороджують, на золошлаковідвалах, тобто на власні потреби ТЕС.

Важливим напрямком є використання золошлакової суміші замість великого й дрібного заповнювача у важкому бетоні. Цей напрямок повинний розвиватися в районах гострого дефіциту в заповнювачах для важкого бетону.

Золошлак насипний у відвалі має темно-сірий колір, маловологий, пухкий. Являє собою оплавлені гострокутні жужільні частки різного ступеня згорання кам'яного вугілля із зольним заповненням від 25 % до 46 %.

У відвалі шлаки зосереджені у місцях стихійного відсипання дамб. Потужність шару насипного золошлаку становить 0,9 - 3,5 м. Даний продукт характеризується такими показниками: вологість $W = 5 \%$; щільність $\rho = 1,81 \text{ г/см}^3$; кут внутрішнього тертя $\varphi = 25,5 \%$; модуль деформації $E = 7,72 \text{ МПа}$ [3].

Золошлак наливний також має темно-сірий колір, середньої щільності. У відвалі наливний золошлак має вигляд оплавлених гострокутних часток. Зольне заповнення золошлака – від 28 % до 75 %. Потужність шару досягає 9,2 - 11,5 м.

Вологість наливного золошлаку $W = 15 \%$; щільність $\rho = 1,83 \text{ г/см}^3$. Середній коефіцієнт фільтрації для золошлаків становить 0,46 м/добу.

1.4 Прогресивні технології для зберігання та відвантаження сухої золи

Для обробки економічно ефективних організаційно-технічних рішень був вивчений зарубіжний досвід розвинених країн з проблеми використання зол ТЕС.

Принципова ідеологічна різниця: в розвинених країнах золошлаки називають побічним продуктом ТЕС і електростанції здійснюють передпродажну підготовку продукту, доводячи її характеристики до вимог офіційних будівельних нормативних документів.

В Україні золошлаки офіційно називають відходами, і електростанції пропонують споживачам саме відходи, а не технологічно доопрацьований продукт з відповідністю його характеристик вимогам будівельних нормативних документів [6].

За кордоном інша ситуація. Проблемам видалення та використання продуктів видалення теплових електростанцій приділяється багато уваги. Компанії Claudius Peters Projects GmbH (Німеччина) та Claudius Peters Technologies S.A. (Франція) є частиною Claudius Peters Group GmbH, мають регіональні офіси в Америці, Європі, Китаї та інших державах.

Коли обговорюються джерела для виробництва електрики, спалювання вугілля продовжує відігравати основну роль. Однак, спалювання вугілля пов'язано з негативними побічними ефектами. Тому в усьому світі сьогодні робиться спеціальний акцент на утилізації золи виносу, яка може бути корисним компонентом для багатьох галузей промисловості. Продукція Claudius Peters в галузі систем золовидалення для вугільних ТЕС призначена для транспортування, зберігання, змішування та відвантаження золи виносу. Місця збирання золи виносу на теплових електростанціях показано на рис. 1.1.

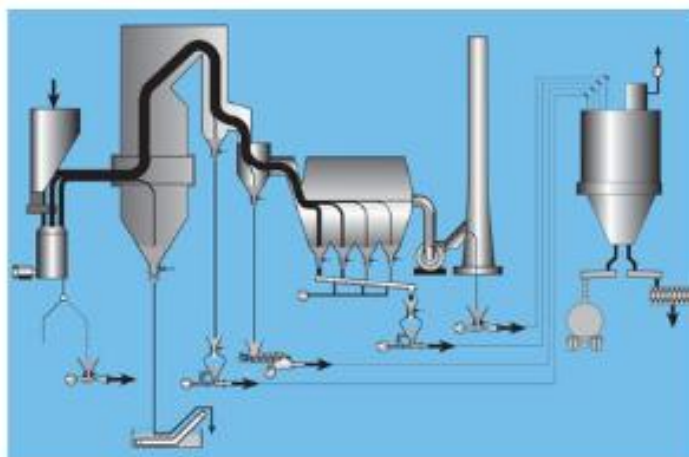


Рисунок 1.1 – Місця збирання золи виносу на теплових електростанціях

На рис. 1.2 показано сучасне обладнання від місць збору золи виносу до місць зберігання і навантаження золи виносу незалежно від типу використовуваного вугілля. Крім того, таке обладнання враховує можливість застосування при запуску альтернативних видів палива, таких як нафта або газ.

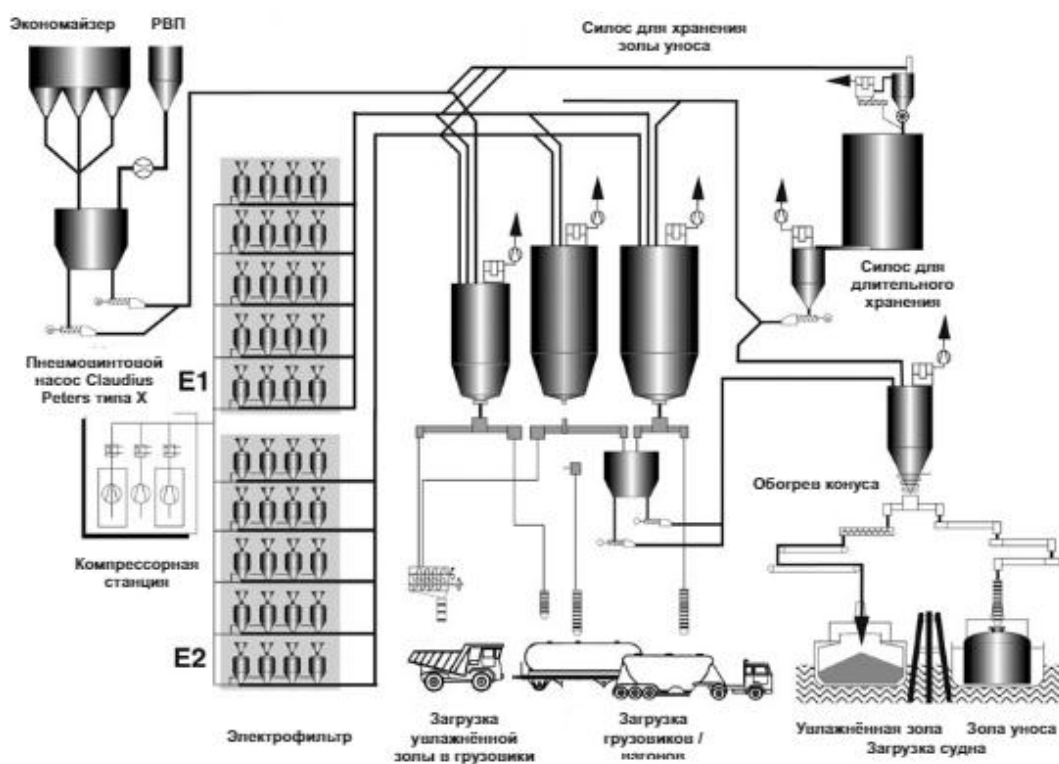


Рисунок 1.2 – Сучасна схема видалення на відвантаження золи виносу на теплових електростанціях

За допомогою систем золовидалення Claudius Peters зола виносу видаляється на електростанціях всього світу сумарною потужністю понад 40 000 МВт. Продуктивність таких систем транспортування досягає 200 т/рік і відстань транспортування може становити 3000 м. Системи з пневмокамерними насосами, що працюють поодиночі або в групі, пневмогвинтовими насосами, аерожолобами, ейрліфтами або комбінаціями цього пневмотранспортного обладнання у всіх системах Claudius Peters мають наступні переваги:

- міцна конструкція;
- низьке споживання електроенергії;
- висока надійність;
- максимальний захист навколишнього середовища;
- мінімальний знос.

Сучасна ТЕ С насамперед характеризується оптимальною надійністю і економічним режимом експлуатації. Високоєфективна система аерожолобів разом з транспортуванням за допомогою ейрліфта гарантують низький знос і економію електроенергії в процесі експлуатації (рис.1.3).

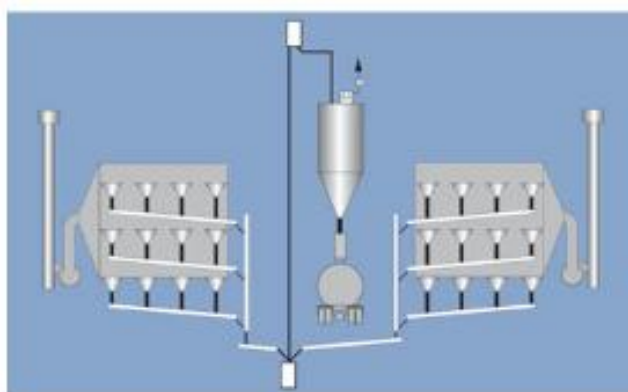


Рисунок 1.3 – Сучасна система аерожолобів для збирання золи виносу

Використання проміжного бункера для золи виносу між електрофільтрами забезпечує короткі відстані транспортування і за рахунок цього економить електроенергію. Пневматичні аерожолоби подають золу виносу в ейрліфти, які потім транспортують золу виносу в бункер золи виносу. Така компоновка гарантує най-

вищу надійність з найменшою потребою в технічному обслуговуванні, зменшує знос до абсолютного мінімуму і гарантує найнижче споживання електроенергії.

Компанія пропонує спосіб зберігання золи виносу на складах силосного типу (рис. 1.4).



Рисунок 1.4 – Склад силосного типу для зберігання та відвантаження на транспортні засоби сухої золи

Спеціальна система аерації силосу гарантує найвищу ступінь розвантаження і найвищий ефект змішування для більшості різних типів золи. Даний склад обладнано системами зважування, які підключені до стаціонарних або мобільних систем навантаження для завантаження сухої золи виносу.

На рис. 1.5 показано пристрій для завантаження сухої золи у залізничні вагони, який обладнано автоматичними системами дозування та зважування.



Рисунок 1.5 – Система для завантаження сухої золи у вагони

Пропонована система видалення та відвантаження сухої кондиційної золи підтверджує, що в міжнародній практиці теплова електростанція – виробник продуктів, а не відходів.

1.4 Аналіз вантажопотоків золошлаків Запорізької ТЕС

Після реконструкції системи золошлаковидалення передбачено відвантаження щорічно:

- шлаків – 280000 т/рік;
- раніше накопичених золошлаків – 400000 т/рік.

Вихід золи при такій системі роботи складе 1120000 т/рік; з них:

- 930000 т/рік золи відвантажується споживачам;
- 190000 т/рік некондиційної золи скидається у відвал.

У табл. 1.1 наведені вантажопотоки виходу продуктів переробки при спалюванні вугілля на топках казанах Запорізької теплової електростанції.

Таблиця 1.1 – Вантажопотоки виходу золошлакових матеріалів від головного корпусу теплової електростанції, т/рік

Найменування продукту переробки	Куди транспортується		
	установка по зневоднюванню	секція некондиційної золи	силосний склад сухої золи
1. Енергетичний шлак	280000	-	-
2. Некондиційна зола	-	190000	-
3. Суха зола	-	-	930000
Усього	1120000		

При роздільному видаленні золи й шлаків від топок казанів теплової електростанції передбачено відвантаження споживачам не тільки продуктів переробки вугілля, а й відвантаження раніше накопичених золошлаків. Відвантаження споживачам здійснюється як залізничним, так і автомобільним транспортом. Співвідношення частки матеріалу, що відвантажується, по видах транспорту становить:

- 90 - 95 % – залізничним транспортом;
- 5 - 10 % – автомобільним транспортом (для місцевих споживачів).

Вантажопотоки відвантаження споживачам золошлакових матеріалів залізничним і автомобільним транспортом наведені в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Вантажопотоки відвантаження золошлаку споживачам, т/рік

Найменування матеріалу, що відвантажується	Вид транспорту	
	залізничний	автомобільний
1. Енергетичний шлаки	252000	28000
2. Золошлак	360000	40000
3. Суха зола	884000	46000
Усього	1496000	114000

Були зібрані статистичні дані про рух золошлаків, що відвантажуються магістральним транспортом, які наведені в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Статистичні дані про рух золошлаків

Дата	Прибуло	Убуло	Залишок
1	2	3	4
На 01.04.2013	-	-	320
01.04.2019	90	89	321
02.04.2019	88	92	317
03.04.2019	70	97	290
04.04.2019	102	101	291
05.04.2019	98	88	301
06.04.2019	99	64	336
07.04.2019	60	77	358
08.04.2019	104	78	340
09.04.2019	102	81	363
10.04.2019	88	92	359
11.04.2019	93	95	357
12.04.2019	91	98	350
13.04.2019	100	115	335
14.04.2019	68	89	314
15.04.2019	74	94	294
16.04.2019	100	95	299
17.04.2019	95	98	296
18.04.2019	95	91	303
19.04.2019	97	90	310
20.04.2019	89	85	314
21.04.2019	98	80	332
22.04.2019	90	90	332
23.04.2019	90	101	321
24.04.2019	109	95	335
25.04.2019	115	91	359
26.04.2019	51	82	328
27.04.2019	78	88	318
28.04.2019	84	76	326
29.04.2019	97	95	328
30.04.2019	79	74	333

1.5 Аналіз існуючої технології вантажопереробки й відвантаження золошлаків на відвалі Запорізької ТЕС

При існуючій системі вантажопереробки золошлаки від топок казанів на відвал подаються по гідрозолошлакопроводу у вигляді пульпи з відношенням твердої речовини до рідини по масі 1:10 - 1:15, що приводить до великого споживання води.

Після випуску золошлакової пульпи із трубопроводів через спеціальні засувки й зневоднювання золошлак може відвантажуватися споживачам.

У чаші відвалу працюють два земснаряди типу 350-50 Л (електричний). Продуктивність земснарядів: по золі й шлакам – 350 м³/год.; по золошлаковій пульпі – 3500 - 4000 м³/год.

Розробка відвалу й переміщення в зону відвантаження золошлаків виконується бульдозерами. Бульдозер зрізує шлаки шарами до 30 см і переміщає його у бік стоянки екскаватора. Відсипання шлаків у вибій екскаватора проводиться пошарово з ухилом 1:5.

Після відсипання шлаків у вибій до відмітки певного рівня бульдозери починають формувати наступний вибій стоянки екскаватора. У місцях відвантаження золошлаків на автотранспорт працюють екскаватори із грейферним захватом, які безпосередньо й завантажують автомобілі, що здійснюють транспортування золошлаку з відвалу в зону відвантаження на магістральний транспорт. Крім екскаваторів у відвалі для завантаження автотранспорту використовують також і одноковшеві навантажувачі.

Пункт відвантаження на магістральний транспорт розташований у районі залізничної колії № 115 Північного будівельного двору.

У пункті перевантаження золошлак зсипається в штабель тимчасового зберігання. При подачі залізничних вагонів до пункту відвантаження, на вантажний фронт подається кран на залізничному ході. Кран обладнаний грейферним захватом, яким здійснюється завантаження піввагонів.

Існуюча транспортно-технологічна схема вантажопереробки золошлаків на відвалі та транспортування до фронту відвантаження на магістральний транспорт представлена на рис. 1.6 та слайді 1.

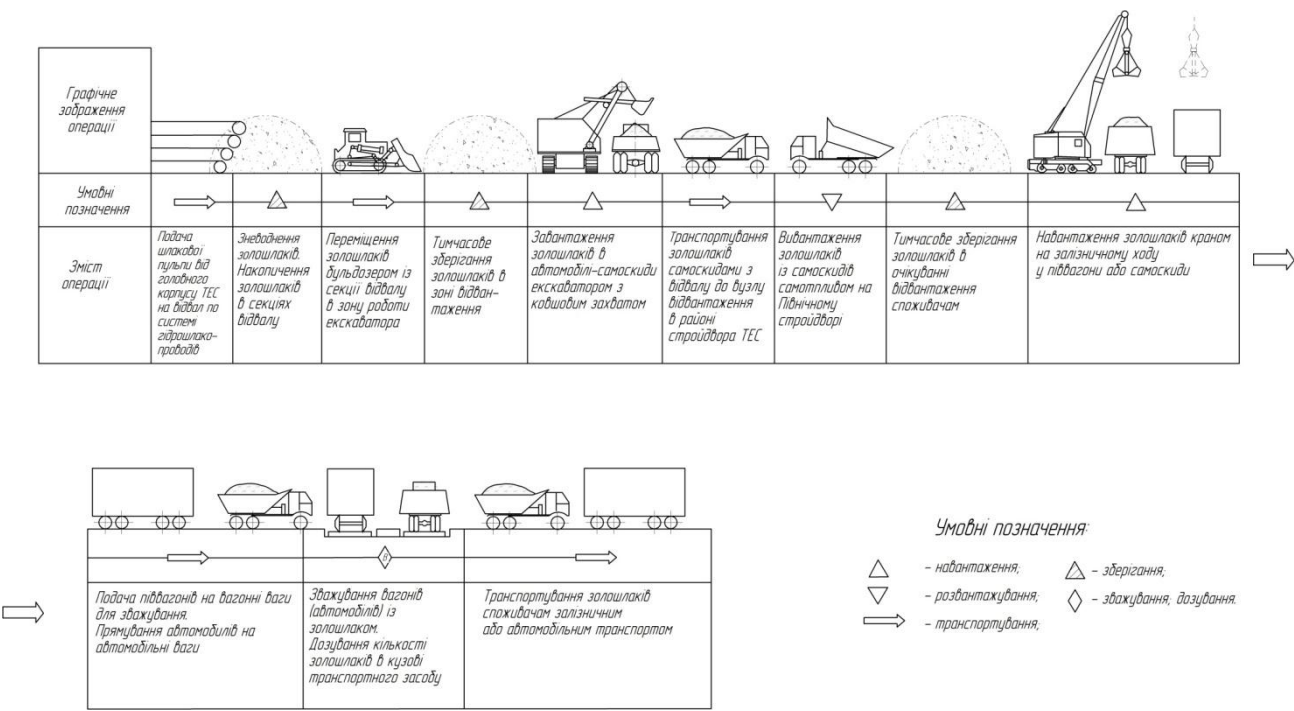


Рисунок 1.6 – Існуюча транспортно-технологічна схема вантажопереробки золошлаків на відвалі та транспортування до фронту відвантаження на магістральний транспорт

Для транспортування золошлакоів з відвалу до пункту відвантаження на магістральний транспорт використовуються звичайні й повнопривідні самоскиди вантажопідйомністю від 5 до 15 тонн, які належать підрядним організаціям і експлуатуються відвалом на умовах оренди.

На золовідвалі для забезпечення нормального режиму роботи для вантажопереробки золошлаків і їх відвантаження на транспорт використовується різне встаткування, перелік якого представлено в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Оснащеність відвалу механізмами й машинами для переробки й відвантаження в автотранспорт золошлаків

Найменування встаткування	Марка	Кількість	Примітка
Екскаватор	ЕО-5116	4	$V_{\text{ковша}} = 1,0 \text{ м}^3$
Екскаватор	ЕО-4321	2	$V_{\text{ковша}} = 1,0 \text{ м}^3$
Екскаватор	АТЕК-881	3	$V_{\text{ковша}} = 1,0 \text{ м}^3$
Одноковшевий навантажувач	ТЕ-28	4	$V_{\text{ковша}} = 2,0 \text{ м}^3$
Одноковшевий навантажувач	ТЕ-25	3	$V_{\text{ковша}} = 1,5 \text{ м}^3$
Бульдозер	ДЗ-117А	3	-
Бульдозер	ДЗ-27С	2	-
Бульдозер	ДЗ-116В	3	-
Автомобільний кран	ДО-162	1	$Q = 15,0 \text{ т}$

Розробка відвалу й переміщення в зону відвантаження золошлаків виконується бульдозерами, технічна характеристика яких представлена в табл. 1.5 [8].

Таблиця 1.5 – Технічна характеристика бульдозерів

Найменування характеристики	Величина параметра		
	ДЗ-117А	ДЗ-27С	ДЗ-116В
Базовий трактор	гусеничний Т-130		
Тяговий клас	10	15	10
Витрата палива, л/год.	12,6	12,6	12,0
Висота / довжина відвалу, мм	1140 / 4120	1300 / 3220	1300 / 3200
Швидкість руху, км/год.:			
- уперед	2,51 - 8,50	2,86 - 12,0	11,2
- назад	3,56 - 12,1	7,49 - 13,2	10,0
Кут в'їзду, гради	21	24	33
Габаритні розміри, мм	6570×4120×3176	6240×3220×3176	5300×3200×3087
Маса, т	17,47	17,27	15,45

Відвантажують золошлаки на автотранспорт екскаватори із грейферним захватом, характеристика яких наведена в табл. 1.6 [8].

Таблиця 1.6 – Технічна характеристика одноковшевих екскаваторів

Найменування характеристики	Величина параметра		
	ЕО-5116	ЕО-4321	АТЕК-881
Місткість ковша	1,0	1,0	1,0
Ходове встаткування	гусеничні		
Потужність, кВт	55,0	79,4	95,6
Швидкість руху, км/год.	16,9	1,5	2,8
Дорожній просвіт, мм	360	270	455
Габаритні розміри, мм	5870×3100×3600	2000×3200×3650	3120×3105×3600
Найбільший підйом, град.	22	20	20

Технічна характеристика одноковшевих навантажувачів, використовуваних при виконанні операцій, зв'язаних у переробкою й відвантаженням золошлаков у відвалі, наведена в табл. 1.7 [8].

Таблиця 1.7 – Технічна характеристика одноковшевих навантажувачів

Найменування характеристики	Величина параметра	
	ТЕ-28	ТЕ-25
1	2	3
Ходове встаткування	колісний	гусеничний
Потужність двигуна, кВт	99,0	122,0
Вантажопідйомність, т	4,0	3,0
Місткість основного ковша, м³	2,0	1,5
Максимальне тягове зусилля, кН	100,0	–
Швидкість пересування, км/год:		
- передній хід нижній діапазон	0 - 37,8	0 - 31,3
- передній хід верхній діапазон	0 - 6,2	–
- задній хід	–	0 - 17,8
Висота розвантаження, мм	3170	2800

Продовження таблиці 1.7

1	2	3
Виліт ковша при найбільшій висоті розвантаження	1030	1268
Ширина ріжучої крайки ковша, мм	2600	2500
Витрата палива, л/год.	5,9	5,5
База, мм	2800	2860
Ширина колемо, мм	1920	1860
Мінімальний радіус повороту, мм	5750	6800
Дорожній просвіт, мм	400	400
Габаритні розміри в транспортному положенні, мм:		
- довжина	7230	7000
- ширина	2600	2572
- висота з опущеним ковшем	3500	3335

У пункті відвантаження на залізничний транспорт використовується кран на залізничному ході, характеристика якого наведена в табл. 1.8 [9]. Подається кран у район Північного двору станцією Енергодар у міру необхідності. Використовується кран на умовах орендної оплати.

Таблиця 1.8 – Технічна характеристика крана на залізничному ході

Найменування параметра	Величина
Модель	КДЕ-161
Вантажопідйомність, т	16,0
Довжина стріли, м: нормальної / подовженої	15,0/20,0
Виліт нормальної стріли, м: min / max	2,5/13,0
Найбільша висота підйому вантажу на стрілі, м	12,2
Максимальна швидкість підйому, м/хв.: гака / грейфера	17,6/53,0
Швидкість пересування крана, км/год.	10,4
Частота обертання стріли крана, об./хв.	1,96
Потужність двигуна, кВт	84,7
Габаритні розміри, мм: довжина / ширина платформи	8820×3800

Для відвантаження золошлаків на автомобільний транспорт використовується автомобільний кран, технічна характеристика якого наведена в табл. 1.9 [6].

Таблиця 1.9 – Технічна характеристика стрілового автомобільного крана

Найменування параметра	Величина
Модель	ДО-162
Вантажопідйомність, т: з опорами / без опор	3,25-15,0/1,2-4,25
Довжина стріли, м	10,0
Виліт стріли, м: min / max	4,1/10,0
Найбільша висота підйому гака, м	9,1
Швидкість пересування крана, км/год.	35,0
Частота обертання стріли крана, об./хв.	0,5 - 1,5
Габаритні розміри, мм	14000×2740×3910

Аналіз існуючої технології переробки золошлаків показав, що:

- у процесі відвантаження золошлаків виконується кілька перевантажувальних операцій, при яких використовується велика кількість механізмів, що приводить до ще більшої запиленості прилеглих територій, прилягаючих до відвалу;
- вивіз золошлаків з відвалу в незначній кількості від йогообсягів надходження у відвал може привести до переповнення відвалу, у результаті чого виникне необхідність у відводі додаткової території родючої землі для розширення існуючого або організації нового відвалу;
- через значну відстань транспортування золошлаків до місця перевантаження в залізничні вагони використовується велика кількість самоскидів, які використовуються непродуктивно через поганий стан експлуатованих автомобільних доріг, а також виникає проблема запиленості території, що прилягає до перевантажувального пункту;
- використання крана на залізничному ходу на умовах оренди в залізничній станції Енергодар також приводить до збільшення витрат на організацію

вантажопереробки золошлаків, а також викликає тривалі простої вагонів під вантажними операціями на відвантажувальному пункті.

При виконанні роботи необхідно розробити заходи щодо вдосконалення технології переробки й відвантаження золошлаків на магістральний транспорт для доставки споживачам.

1.6 Аналіз транспортного обслуговування при перевезенні золошлаків з відвалу

Транспортне обслуговування перевезень при транспортуванні золошлаків з відвалу до пункту відвантаження, а також при доставці їх одержувачам, виконується на умовах оренди.

Загальним для договорів оренди є:

- договори оренди транспортних засобів укладаються тільки в писемній формі, незалежно від терміну дії договору й складу учасників, тобто за участю як юридичних, так і фізичних осіб;
- на договори оренди транспортних засобів не поширюється правило про можливе поновлення договору на невизначений строк після закінчення періоду його дії й фактичному продовженні користування майном. Це не позбавляє орендаря права після закінчення строку оренди транспортних засобів повторно брати транспортний засіб внайми, але вже на основі нового договору, що укладається на загальних підставах;
- транспортні засоби беруться в оренду переважно в комерційних цілях. Тому закон наділяє їхніх орендарів більш широкими правами по використанню орендованого майна в порівнянні зі звичайними правилами оренди;
- особливості оренди окремих видів транспортних засобів встановлюються транспортними статутами й кодексами.

Орендодавець за договором оренди транспортних засобів повинен забезпечувати нормальну й безпечну експлуатацію транспортного засобу відповідно цілям оренди, зазначеним в договорі.

Перевезення золошлаків здійснюються на підставі заявок, наданих у писемній формі або переданих по електронних каналах зв'язку не пізніше 18 годин дня, що передує дню перевезення. До заявки додається графік подачі автотранспорту, із вказівкою в ньому кількості годин роботи, виду перевезення й реквізитів замовника.

Кількість і тип автотранспорту, необхідного для перевезень за прийнятою заявкою, визначається адміністрацією відвалу за узгодженням з перевізником.

Зміни заявок ухвалюються не пізніше 12 годин дня, що передує дню обслуговування. Усі заявки, що надходять у більш пізній термін ставляться до розряду термінових, і виконуються тільки по попередньому узгодженню й при наявності вільного автотранспорту. Доплата за терміновість становить 20% від вартості тарифів. За термінову ануляцію автотранспорту менш, чим за 24 години до початку обслуговування, стягується 50% від вартості обслуговування. Відмова від транспорту в день подачі, не є ануляцією, оплата цього дня обслуговування стягується в повному обсязі.

У випадку використання автотранспорту понад замовлений час розрахунки ведеться по фактично відпрацьованому часу. Всі претензії по транспортному обслуговуванню ухвалюються в письмовій формі протягом 3 (трьох) робочих днів від дня закінчення виконаних послуг.

Перевізник забезпечує відвал автомобілями з водієм по робочим і вихідним дням з 9.00 до 21.00 год. та з 21.00 до 9.00 на весь термін дії договору.

Відповідальний за організацію перевезення золошлаків зобов'язаний надавати перевізникові інформацію (заявку) про щоденну потребу в автотранспорті на необхідний період (місяць, декада) із вказівкою часу початку й закінчення обслуговування, адреси подачі й інші дані. Він же зобов'язаний підтверджувати своїм підписом або печаткою правильність виконання замовлення (час подачі й закінчення роботи, маршрут, зауваження по обслуговуванню).

При цьому транспорт повинен використовуватися відповідно до програми та у рамках ліміту виділеного часу.

Оплата послуг є згодою з умовами договору. Адміністрація відвалу зобов'язана вчасно робити оплату за транспортні послуги відповідно до порядку, встановленого в договорі на надання автотранспортних послуг.

Розрахунки за надані автотранспортні послуги проводяться в порядку 100% попередньої оплати. Розмір оплати визначається по погодженим сторонами тарифам, встановленим у договорі на перевезення.

Відмова від використання автомобіля, поданого в розпорядження Замовника згідно із прийнятою заявкою, оформляється письмово й оплачується в розмірі 100 % від вартості замовлення.

У випадку зміни цін на енергоносії й інші ресурси, пов'язані з експлуатацією автотранспорту, перевізник погоджує нові тарифи із замовником у триденний строк.

1.7 Обґрунтування необхідності розробки магістерської роботи

Проведений аналіз існуючого системи переробки золошлаків й транспортно-го обслуговування відвалу на Запорізькій ТЕС показав істотні недоліки в роботі досліджуваного комплексу.

1. Трубопроводи, по яких надходять золошлаки на відвал, розташовані по периметру на незначну довжину, що приводить до залучення для робіт у відвалі великої кількості перевантажувальної й переробної техніки.
2. Існуючі автодороги мають недостатньо гарне покриття, що ускладнює умови експлуатації транспорту при незадовільних погодних умовах.
3. Значна запиленість відвалу й прилягаючої території через виражену вітряну діяльність.

4. Незначний вивіз шлаків з відвалу веде до скорочення строку його експлуатації через обмежені можливості накопичення золошлаків. Крім того, від реалізації малої кількості золошлаків теплова станція отримує незначний прибуток, який міг би бути більше.
5. Велика кількість перевалочних операцій при переміщенні золошлаку з відвалу на вантажний фронт й відвантаженню на магістральний транспорт.
6. Для транспортування золошлаків з відвалу до вузла перевантаження на магістральний транспорт залучається велика кількість орендованого автомобільного транспорту.
7. Через дальність транспортування золошлаков відкритим способом відбувається значна запиленість території, що прилягає до автомобільних доріг.

Враховуючи перехід теплової електростанції на роздільне видалення золи й шлаків від топок казанів, а також всі вище перераховані недоліки, необхідно вдосконалити технологію й організацію переробки, відвантаження й доставки золи, шлаків, а також раніше накопичених у відвалі золошлаків. Для реалізації цих заходів у роботі необхідно виконати наступне:

- розробити вузол відвантаження шлаків і золошлаків з відвалу за допомогою системи конвеєрних ліній у районі існуючої під'їзної колії теплової електростанції (залізнична колія № 115);
- розробити технологічний процес відвантаження золошлаків на магістральний транспорт;
- виконати технологічні розрахунки пристроїв для зберігання та відвантаження золи й шлаків при роздільній системі видалення золи і шлаку;
- розробити технологію обробки вагонів на під'їзній колії теплової електростанції при завантаженні енергетичного шлаку, раніше накопичених золи й шлаків та сухої кондиційної золи;
- розробити технологію функціонування технологічного комплексу з відвантаження золи й шлаків на магістральний транспорт;
- виконати економічне обґрунтування запропонованих заходів.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Розробка транспортно-технологічних схем переробки й відвантаження золошлаків за пропонованим варіантом

У зв'язку з реконструкцією системи видалення золошлаків на тепловій електростанції необхідно розробити проєктні схеми переробки золошлаків. Оскільки після реконструкції зола й шлаки від топок казанів будуть видалятися окремо, розглянемо варіанти для вантажопереробки шлаків і золи окремо.

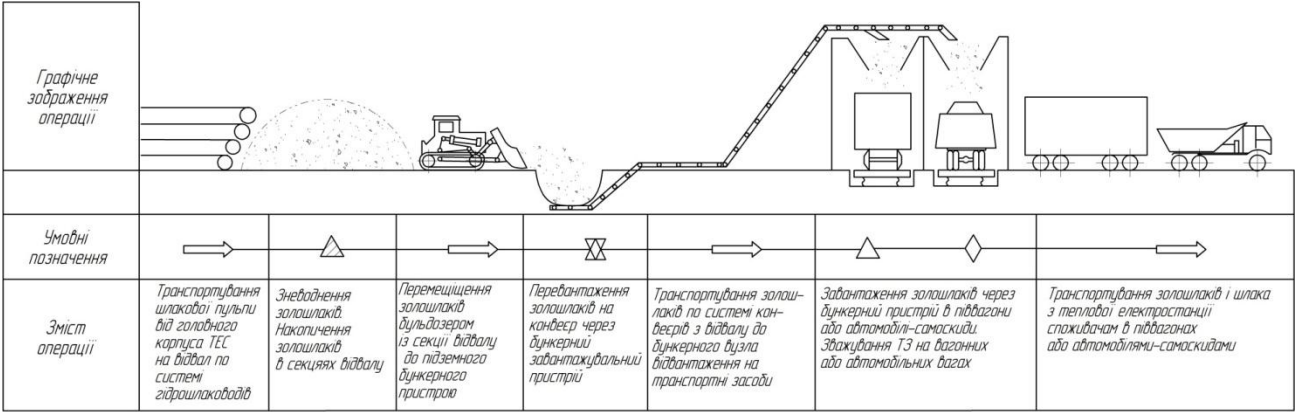
Видалення шлаків від топок казанів ТЕС відбувається по існуючих трубопроводах, які з'єднують блоки теплової станції із золовідвалом. Жужільна пульпа по гідротрубопроводах подається на золовідвал, скидається в спеціальну секцію по зневоднюванню. Потім шлаки (після зневоднювання) відвантажуються на зовнішній транспорт для доставки споживачам.

Для транспортування шлаків до вузла відвантаження на транспорт передбачається система конвеєрів. На відвалі переробка шлаків здійснюється в такий спосіб. У спеціально виділеній секції відвалу обладнається підземний бункерний перевантажувальний пристрій.

Золошлак бульдозером підгортається до цього пристрою, завантажуються в нього, а потім похилим конвеєром подається на поверхню й через пересипний пристрій перевантажується на конвеєрні лінії, які з'єднують відвал з комплексом відвантаження шлаків і золошлаку. З конвеєра шлаки пересипаються в бункерні прийомні пристрої.

Вузол відвантаження золошлаків на магістральний транспорт передбачається обладнати в районі існуючої під'їзної колії, розташованої в 500 м від головного корпусу ТЕС. Бункерний пристрій передбачає відвантаження на залізничний і автомобільний транспорт.

Пропонована транспортно-технологічна схема відвантаження шлаків та раніше накопичених золошлаків на магістральний транспорт показана на рис. 2.1 та слайді 2.



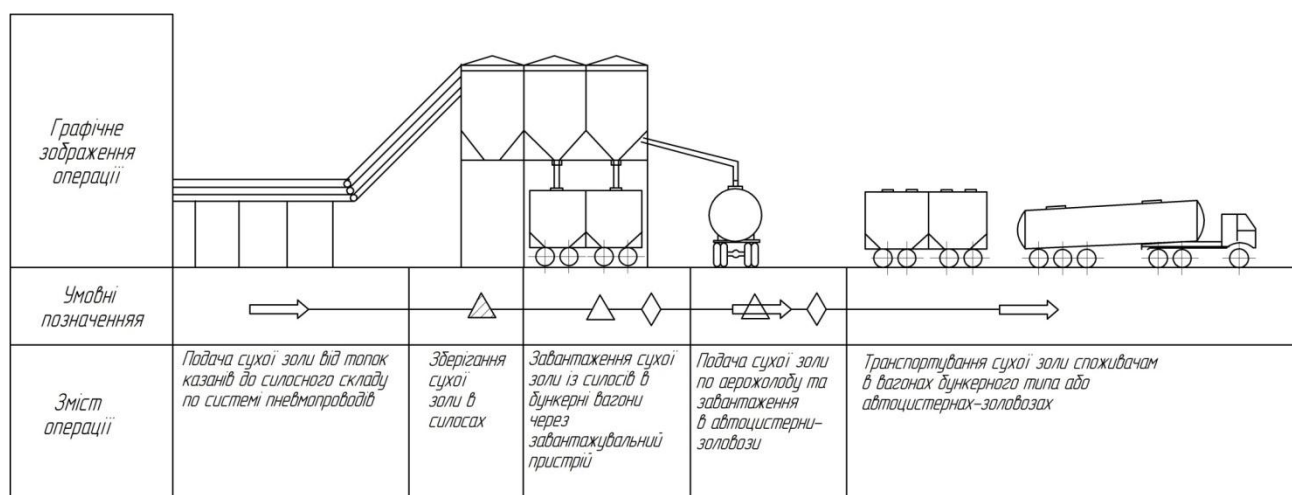
Умовні позначення:

- △ - навантаження;
- ▽ - розвантаження;
- - транспортування;
- ⊗ - перевантаження;
- △ - зберігання;
- ◇ - зважування;
- - транспортування, суміщене з навантаженням.

Рисунок 2.1 – Пропонована транспортно-технологічна схема відвантаження на магістральний транспорт золошлаків

Оскільки реконструйована система передбачає роздільне видалення золи й шлаків, то в проєкті пропонується спорудження навантажувального комплексу сухої кондиційної золи. По пропонованому варіанту відбір сухої золи проводиться з-під електрофільтрів основних блоків теплової електростанції. Подача до навантажувального комплексу (силоси з автоматичними відвантажувальними пристроями), проводиться по наземній технологічній естакаді пневмозолопроводів, що з'єднує головний корпус ТЕС і відвантажувальний комплекс. У силосах зола накопичується й після подачі рухомого складу відвантажується в спеціалізовані цистерни залізничного транспорту. Завантаження вагонів проводиться через автоматичну установку безпосередньо із силосу.

Пропонована транспортно-технологічна схема відвантаження сухої золи показана на рис. 2.2 та слайді 3.



Умовні позначення:

- | | | | |
|----|--|----|------------------------------|
| △ | - навантаження; | △ | - зберігання; |
| ▽ | - розвантаження; | ◇ | - визначення кількості золи; |
| → | - транспортування; | XX | - перевантаження; |
| △→ | - транспортування, суміщене з навантаженням. | | |

Рисунок 2.2 – Пропонована транспортно-технологічна схема відвантаження сухої золи

Некондиційна зола скидається у відвал по існуючих гідропроводах. Для приймання цієї золи на відвалі виділяється спеціальна золова секція. Цей варіант видалення золи застосовується й у тому випадку, якщо виникне аварійна ситуація в системі пневмозоловидалення.

2.2 Розрахунок проєктних вантажопотоків золошлаків і сухої золи

Після переходу теплової електростанції на систему роздільного видалення золи й шлаків, річний вихід шлаків складе 280000 т/рік, золи – 1120000 т/рік. При цьому шлаки будуть споживачам відвантажуватися в повному обсязі, а відвантаження золи складе 930000 т/рік (інша частина некондиційної золи буде скидатися у відвал).

Крім того, завдяки спорудженню вузла відвантаження накопичених золошлаків й шлаків, з відвалу щорічно буде відвантажуватися 400000 т раніше накопичених золошлаків.

Добові вантажопотоки розрахуємо з урахуванням коефіцієнта нерівномірності по формулі [7]:

$$Q_{доб} = \frac{Q_{річн} \cdot K_n}{T_p}, \quad (2.1)$$

де $Q_{річн}$ - річний вантажопотік, т;

K_n - коефіцієнт нерівномірності по прибуттю (відправленню);

T_p - кількість днів роботи відвантажувальних комплексів протягом року, діб.

Відвантаження за залізничний транспорт відбувається цілорічно, тому приймаємо 365 діб.

Для вдосконалювання технологічного процесу переробки й відвантаження золошлаків необхідно враховувати можливі коливання вантажопотоків надходження й відвантаження їх на магістральний транспорт. Для цього були зібрані дані по надходженню золошлаків на навантажувальний вузол і відвантаження їх на залізничний транспорт (таблиця 1.3).

За даними руху золошлаків складаємо варіаційний ряд, а потім виконуємо його обробку методами математичної статистики за [7]:

- кількість рядів

$$K = 1 + 3,2 \lg 30 = 5,704; \text{ приймаємо } 7;$$

- інтервал групування для надходження золошлаків

$$I_{гp} = \frac{115 - 51}{6} = 10,6 = 11;$$

- інтервал групування для відвантаження золошлаків

$$I_{ep} = \frac{115-64}{6} = 8,5 = 9;$$

- інтервал групування для залишку золошлаків в пункті відвантаження на магістральний транспорт

$$I_{ep} = \frac{373-290}{6} = 13,8 = 14.$$

Далі робимо обробку складених варіаційних рядів. Результати обробки заносимо в таблицю 2.1.

Для прикладу виконуємо обробку варіаційного ряду з надходження золошлаків, а з їхнього відправлення й залишку на вантажному фронті – виконуємо за допомогою програми для обробки статистичних даних STATISTICA. Результати обробки даних наведені в додатку А.

Таблиця 2.1 – Обробка варіаційного ряду з надходження золошлаків на вузол відвантаження на магістральний транспорт

N_k	$\bar{N}_k$	N	P_k	Розрахункові дані			
				$P_k \bar{N}_k$	$\bar{N}_c - \bar{M}$	$(\bar{N}_k - \bar{M})^2$	$(\bar{N}_k - \bar{M})P_k$
51-62	56,5	2	0,06	3,4	-25,7	662,03	39,72
63-74	68,5	3	0,1	0,69	-13,7	188,51	18,85
75-86	80,5	4	0,13	10,5	-1,73	2,99	0,39
87-98	92,5	12	0,4	37	10,27	105,47	42,18
99-110	104,5	8	0,26	27,17	22,27	495,95	128,05
111-122	116,5	1	0,03	3,50	34,27	1174,43	35,23
		$N = 30$	1,00	$\bar{M} = 30$		$D = 265,27$	

Відхилення величини вантажопотоку золошлаків по формулі [7]:

$$\sigma = \sqrt{D} = \sqrt{265,27} = 16,28. \quad (2.2)$$

Коефіцієнт варіації для золошлаків по формулі (2.3) складе [7]:

$$V = \sqrt{D}/\bar{M} = \sqrt{265,27}/82,23 = 0,29. \quad (2.3)$$

Аналогічно здійснюємо обробку статистичних даних по відправленню й залишку золошлаків за програмою STATISTICA.

Математичне очікування склало:

- по другій вибірці – 90,689;
- по третій вибірці – 325,233.

Середньоквадратичне відхилення:

- по другій вибірці – 10,633;
- по третій вибірці – 24,157.

У результаті обробки статистичних даних, які враховують всі основні техніко-економічні показники роботи пункту відвантаження, проаналізувавши їх, робимо висновок, що основними недоліками системи є неповне використання обсягів і недостатня перероблювальна спроможність механізмів вантажопереробки, при збільшенні вантажопотоків, а також висока собівартість переробки й неефективне використання навантажувально-розвантажувальних механізмів і машин, рухомого складу, ємності складу тощо.

При визначенні значень розрахункових добових вантажопотоків використовуємо значення розрахованого коефіцієнта нерівномірності по відвантаженню на залізничний транспорт $K_n = 1,32$.

Проектні вантажопотоки відвантаження на залізничний транспорт показані в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Вантажопотоки відвантаження зола шлаків і шлаків на залізничний транспорт

Найменування вантажу	Величина вантажопотоку, т		
	$Q_{річн}$	$Q_{доб}^{сер}$	$Q_{доб}^{розр}$
1. Золошлаки	360000	986,3	1301,8
2. Шлаки	252000	690,4	911,4
3. Суха зола	877600	2896,4	3823,2
Усього	1489600	4916,17	6489,4

Діаграма проєктних вантажопотоків наведена на рис. 2.3 та слайді 4.

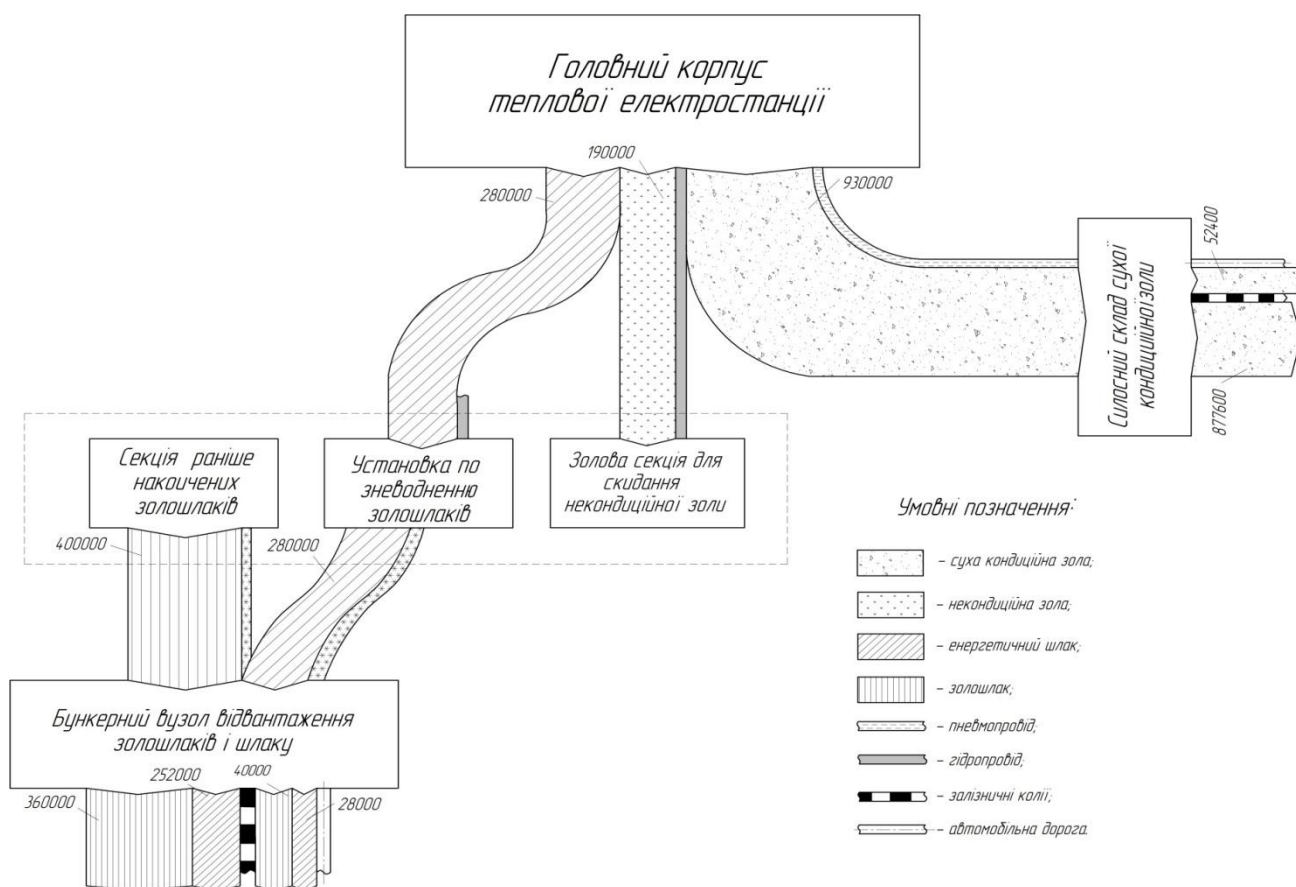


Рисунок 2.3 – Діаграма проєктних вантажопотоків зола шлаків, т/рік.

На підставі даних по добових вантажопотоках золошлаків розрахуємо значення вагонопотоків для їх відвантаження по формулі [7]:

$$n_{ваг} = Q_{доб} / q_{ваг} , \quad (2.4)$$

де $q_{ваг}$ - кількість золошлаку в кузові вагону, т. Оскільки перевезені вантажі дозволяють повністю використовувати вантажопідйомність вагонів, то приймаємо: для піввагонів (шлаки, золошлаки) – 69,0 т; для цистерн (суха зола) – 64,0 т.

За існуючим варіантом на магістральний залізничний транспорт відвантажується 225000 т/рік золошлаків.

$$Q_{доб} = 225000 / 365 = 616,44 \text{ т/добу};$$

$$n_{доб}^{н/в} = \frac{616,44}{69} = 9 \text{ вагонів.}$$

Визначимо добову кількість вагонів, що подається під навантаження золошлаків за пропонуваним варіантом:

- піввагони для відвантаження шлаків і золошлаку

$$n_{доб}^{н/в} = \frac{986,3 + 690,4}{69} = 24 \text{ вагони};$$

- цистерни для відвантаження сухої золи

$$n_{доб}^{цист} = \frac{3026,9}{68} = 45 \text{ вагонів.}$$

2.3 Розрахунок відвантажувальних пристроїв

2.3.1 Розрахунок основних параметрів вузла відвантаження золошлаків і шлаків

Для завантаження вагонів шлаками й золошлаком у районі під'їзної колії споруджуються бункери.

Експлуатаційний об'єм бункерів для відвантаження золошлаків визначається по формулі [10]:

$$V_{\sigma} = V_m \cdot f_{\sigma}, \quad (2.5)$$

де V_m - теоретичний внутрішній обсяг бункера для золошлаку, м^3 ;

f_{σ} - коефіцієнт заповнення бункера золошлаками; приймаємо 0,8.

Теоретичний об'єм бункера вузлу відвантаження визначають по формулі [10]:

$$V_m = \frac{h_{\sigma}(B_1 B_2 + b_1 b_2 + \sqrt{B_1 B_2 \cdot b_1 b_2})}{3}, \quad (2.6)$$

де B_1, B_2 - геометричні розміри сторін верхньої частини бункера, м;

b_1, b_2 - геометричні розміри сторін нижнього випускного отвору, м;

h_{σ} - висота бункера для золошлаків, м.

$$V_m = \frac{4(4 \cdot 4 + 0,7 \cdot 0,6 + \sqrt{4 \cdot 4 \cdot 0,7 \cdot 0,6})}{3} = 25,3 \text{ м}^3.$$

Розрахуємо об'єм бункерів для завантаження залізничних вагонів золошлаками:

$$V_{\bar{o}}^{ваг} = 25,3 \cdot 0,8 = 20,3 \text{ м}^3.$$

Довжина фронту подачі вагонів під бункерні навантажувальні пристрої визначається по формулі [10]:

$$L_{\bar{фр}}^{нав} = \frac{Q_{річн} \cdot K_n \cdot l_{\bar{в}}}{253 \cdot Z_n \cdot q_{\bar{в}}} + a_{\bar{м}}, \quad (2.7)$$

де $l_{\bar{в}}$ - довжина вагона, м; приймаємо $l_{\bar{в}} = 14,0$ м;

Z_n - кількість подач вагонів за добу; у розрахунках приймаємо $Z_n = 4$;

$q_{\bar{в}}$ - завантаження вагонів золошлаком, т; приймаємо $q_{\bar{в}} = 69$ т;

$a_{\bar{м}}$ - подовження вантажного фронту для маневрування; приймається $a_{\bar{м}} = 20$ м.

$$L_{\bar{фр}}^{нав} = \frac{(360000 + 252000) \cdot 1,32 \cdot 14}{303 \cdot 4 \cdot 69} + 20 = 156 \text{ м.}$$

Оскільки навантаження здійснюється одночасно на двох залізничних коліях із двох бункерів, то приймаємо довжину вантажного фронту рівну $L_{\bar{фр}}^{нав} = 80$ м.

Схему вантажного фронту вузла відвантаження золошлаків наведено на рис. 2.4 та слайді 5.

2.3.2 Розрахунок силосного складу сухої золи

До основних параметрам силосних складів ставляться діаметр і висота стінок. Внутрішній діаметр круглих силосів конструктивно приймаємо 12 м, а висоту стінок силосу – 30 м.

де D_c - діаметр циліндричної частини силосу для золи, м;

h_1 - висота воронки силосу для золи, м;

h_2 - висота силосу для золи, м;

d - діаметр випускного отвору для золи, м.

$$V = \frac{3,14 \cdot 12^2}{4} \cdot 20 + \frac{3,14 \cdot 10}{12} \cdot (12 + 12 \cdot 0,5 + 0,5^2) = 2308 \text{ м}^3.$$

Приймаємо об'єм одного силосу $V = 2500 \text{ м}^3$.

Фактична місткість круглого силосу для золи, яка є порошкоподібним матеріалом, рівна його геометричному обсягу. Кут нахилу до обрію конуса круглого силосу з аероднищем приймаємо 45° .

Визначимо місткість складу по формулі (2.8):

- у вагових одиницях

$$E_c = (2958 + 496) \cdot 2,5 \cdot 0,8 = 6208 \text{ т};$$

- в об'ємних одиницях

$$E_c = 6208 \cdot \rho = 6208 \cdot 1,2 = 7500 \text{ м}^3.$$

Потрібну кількість силосів визначимо по формулі [11]:

$$n = E_c / V = 7500 / 2500 = 3 \text{ силоси.} \quad (2.10)$$

Для взаємного вв'язування силосів з іншими будинками й спорудженнями розміри силосного блоку приймаємо по уніфікованій сітці, рівній 6 м. Корпуси силосов поверху й понизу з'єднують галереями, виконаними з типових конструкцій із кроком 6 м.

Силоси виконуємо з монолітного залізобетону. Силоси в плані мають рядове розташування й об'єднані в силосний корпус.

На основі будівельних норм проектування встановлюємо такі габаритні розміри силосного блоку для золи:

- діаметр силосної банки – 12 м;
- висота силосу – 30 м;
- висота конусної частини – 10 м;
- висота вертикальної частини силосу – 20 м;
- висота підсилосного поверху (за умови проїзду залізничного рухомого складу) – 14,4 м;
- довжина силосного корпусу – 42,7 м (з урахуванням відстані 6,7 м між силосами для завантаження автотранспорту).

2.4 Розрахунок продуктивності й кількості засобів вантажопереробки золошлаків

Продуктивність бульдозерів або ковшових навантажувачів, які працюють у в'їздах, визначається по формулі [10]:

$$P_m = (q_u \cdot 3600) / t_u , \quad (2.11)$$

де q_u - середня маса золошлаку, що перевантажується ковшем за цикл, т;

t_u - тривалість циклу механізму, с.

Кількість золошлаку, що переробляється ковшем бульдозера або ковшового навантажувача за один цикл, розраховується по формулі [10]:

$$q_u = V \cdot \rho \cdot K_{зан}, \quad (2.13)$$

де V - об'єм золошлаку, переміщуваного за один цикл, м^3 ;

ρ - щільність золошлаку, т/м^3 ;

$K_{зан}$ - коефіцієнт заповнення ковша золошлаками.

Робочий цикл бульдозера та ковшового навантажувача визначається по формулі [12]:

$$t_u = \varphi \cdot (t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n), \quad (2.14)$$

де φ - коефіцієнт сумісності операцій, $\varphi = 0,85$;

t_1 - час установаження відвалу бульдозера в потрібне положення, $t_1 = 12$ с;

t_2 - тривалість переміщення золошлаку бульдозером, с;

t_3 - час заповнення бункерного завантажувального пристрою золошлаком, $t_3 = 20$ с;

t_4 - час підйому відвалу бульдозера, с; $t_4 = 5$ с;

t_5 - тривалість розвороту бульдозера, $t_5 = 30$ с;

t_6 - тривалість переміщення бульдозера без золошлаку, с;

t_7 - сумарний час перемикавання важелів і спрацювання робочих циліндрів бульдозера після включення, $t_7 = 10$ с.

Тривалість переміщення бульдозера або ковшового навантажувача визначається по формулі [13]:

$$t_2 = t_6 = \frac{l}{v_{пyx}} + t_{пy}, \quad (2.15)$$

де l - відстань шляху бульдозера, м; приймаємо $l = 150$ м;

$v_{\text{рух}}$ - швидкість руху бульдозера у відвалі, м/с;

$t_{\text{ру}}$ - тривалість розгону та уповільнення руху, $t_{\text{ру}} = 4$ с.

Експлуатаційну продуктивність механізмів, що працюють у відвалі, розраховуємо по формулі [9]:

$$\Pi_{\text{експл}} = \Pi_{\text{т}} \cdot K_{\text{ч}}, \quad (2.16)$$

де $K_{\text{ч}}$ - коефіцієнт використання технічних засобів за часом.

Для розрахунків кількості механізмів, що працюють у відвалі, визначимо змінну продуктивність по формулі [13]:

$$\Pi_{\text{зм}} = \Pi_{\text{експл}} \cdot T_{\text{зм}}, \quad (2.17)$$

де $T_{\text{зм}}$ - тривалість зміни, год.

Кількість вантажно-розвантажувальних машин розраховуємо по формулі [13]:

$$Z_{\text{м}} = \frac{Q_{\text{річн}} \cdot K_{\text{н}}}{n_{\text{зм}} \cdot \Pi_{\text{зм}} \cdot T_{\text{р}}}, \quad (2.18)$$

де $n_{\text{зм}}$ - кількість робочих змін у відвалі;

$\Pi_{\text{зм}}$ - змінна продуктивність механізму при роботі у відвалі, т/зміну;

$T_{\text{р}}$ - кількість днів роботи механізмів у відвалі протягом року.

2.4.1 Розрахунок продуктивності засобів вантажопереробки золошлаків по існуючому варіанту

Для подальших розрахунків по визначенню часу на вантажні операції необхідно знати продуктивність стрілових кранів на залізничному ходу, використовуваних для відвантаження золошлаків, за існуючим варіантом.

Тривалість одного робочого циклу стрілового крана (залізничного) розраховуємо по формулі [10]:

$$t_{\text{ц}} = t_z + t_{\text{с}} + \left(\frac{4H}{v_{\text{вант}}} + \frac{2L_{\text{кр}}}{v_{\text{кр}}} + \frac{2\beta \cdot 60}{n_{\text{об}} \cdot 360} \right) \cdot \varphi, \quad (2.19)$$

де t_z - час захвата золошлаку, с;

$t_{\text{с}}$ - час висипання золошлаку, с;

H - висота підйому золошлаку, м;

$v_{\text{вант}}$ - швидкість підйому золошлаку, м/с,

$L_{\text{кр}}$ - середня відстань пересування крана за один цикл, м;

$v_{\text{кр}}$ - швидкість переміщення крана, м/с;

β - кут повороту стріли крана; при навантаженні вагонів $\beta = 90^\circ$;

$n_{\text{об}}$ - частота обертання стріли крана, об/хв.

Розрахуємо тривалість циклу крана на залізничному ходу, який використовується для завантаження золошлаків у вагони магістрального залізничного транспорту по існуючому варіанту.

По технічній характеристиці, наведеній в табл. 1.7, швидкості підйому вантажу й пересування крана становлять: $v_{\text{вант}} = 0,88$ м/с; $v_{\text{кр}} = 0,83$ м/с; частота обертання стріли $n_{\text{об}} = 1,96$ об/хв.

Час циклу крана на залізничному ході складе:

$$t_{ц}^{зал.кр} = 20 + 25 + \left(\frac{4 \cdot 8}{0,88} + \frac{2 \cdot 10}{0,83} + \frac{2 \cdot 90 \cdot 60}{1,96 \cdot 360} \right) \cdot 0,85 = 107 \text{ с.}$$

Об'єм грейфера крана становить $3,5 \text{ м}^3$.

Кількість золошлаку, переміщувана за один цикл краном на залізничному ході, визначимо по формулі (2.14):

$$q_{ц} = 3,5 \cdot 1,83 \cdot 0,8 = 5,12 \text{ т.}$$

Продуктивність крана на залізничному ході розрахуємо по формулах (2.11), (2.16):

$$P_m = \frac{5,12 \cdot 3600}{107} = 172,2 \text{ т/год.};$$

$$P_{експл} = 172,2 \cdot 0,85 = 146,37 \text{ т/год.}$$

За існуючим варіантом навантаження автомобілів, які транспортують золошлак з відвалу на вантажний фронт, виконується ковшовими навантажувачами ТЕ-25 з об'ємом ковша $1,5 \text{ м}^3$.

Кількість золошлаку, що завантажується за один цикл ковшовим навантажувачем, визначимо по формулі (2.11):

$$q_{ц} = 1,5 \cdot 1,83 \cdot 0,8 = 2,2 \text{ т.}$$

Тривалість елементів циклу і повного циклу ковшового навантажувача при завантаженні самоскидів у відвалі за формулами (2.14), (2.15) складе:

$$t_2 = \frac{30}{1,12} + 4 = 31 \text{ с}; \quad t_6 = \frac{30}{1,67} + 4 = 22 \text{ с};$$

$$t_y = 0,85 \cdot (12 + 31 + 20 + 5 + 30 + 22 + 10) = 111 \text{ с.}$$

Продуктивність ковшового навантажувача по формулах (2.11), (2.16) складе:

$$P_m = \frac{2,2 \cdot 3600}{111} = 71,3 \text{ т/год.};$$

$$P_{\text{експл}} = 71,3 \cdot 0,85 = 60,6 \text{ т/год.}$$

2.4.2 Розрахунок продуктивності й кількості засобів вантажопереробки золошлаків за пропонованим варіантом

Виходячи із пропонованої технології й організації робіт на відвалі, для розробки й переміщення золошлаків і шлаків вибираємо бульдозер-розпушувач ДЗ-117ВА. Технічні характеристики бульдозера наведені в табл. 1.4.

Об'єм золошлаку, переміщуваний бульдозером, становить $5,1 \text{ м}^3$. Кількість вантажу, що переміщується бульдозером при роботі у відвалі, розраховуємо по формулі (2.13):

$$q_y = 5,1 \cdot 1,83 = 9,33 \text{ т.}$$

Розрахуємо тривалість одного робочого циклу бульдозера ДЗ-117ВА при роботі у відвалі по формулах (2.14) – (2.16).

Швидкість пересування бульдозера по технічній характеристиці становить: з вантажем $v_{\text{рух}}^{\text{вант}} = 1,12 \text{ м/с}$; без вантажу $v_{\text{рух}}^{\text{нор}} = 1,67 \text{ м/с}$.

Тривалість переміщення бульдозера і повний час циклу складе:

$$t_2 = \frac{150}{1,12} + 4 = 138 \text{ с}; \quad t_6 = \frac{150}{1,67} + 4 = 94 \text{ с}.$$

$$t_y = 0,85 \cdot (12 + 138 + 20 + 5 + 30 + 94 + 10) = 263 \text{ с}.$$

Продуктивність бульдозера по формулам (2.11) і (2.14):

$$П_m = \frac{9,33 \cdot 3600}{263} = 127,7 \text{ т/год}.$$

$$П_{\text{експл}} = 127,7 \cdot 0,85 = 108,6 \text{ т/год}.$$

Змінну продуктивність бульдозера розраховуємо по формулі (2.15):

$$П_{\text{см}} = 108,6 \cdot 7 = 760,0 \text{ т/зміну}.$$

Розрахуємо кількість бульдозерів, необхідних при роботі на відвалі за пропонуванним варіантом, по формулі (2.17):

- для переробки раніше накопичених золошлаку

$$Z_{\text{нрм}} = \frac{400000 \cdot 1,29}{2 \cdot 760,0 \cdot 303} = 1,1; \text{ приймаємо 2 бульдозери};$$

- для переробки енергетичних шлаків

$$Z_{\text{нрм}} = \frac{280000 \cdot 1,29}{2 \cdot 760,0 \cdot 303} = 0,78; \text{ приймаємо 1 бульдозер}.$$

Загальна кількість бульдозерів за пропонованим варіантом склала 3 од.

За пропонованим варіантом навантаження магістрального залізничного транспорту здійснюється через бункерний відвантажувальний пристрій.

Продуктивність бункерного пристрою визначається по формулі [10]:

$$P_o = 3600 \cdot \rho \cdot F \cdot v, \quad (2.20)$$

де F - площа поперечного перерізу потоку шлаків та золошлаків, м^2 ;

v - швидкість потоку шлаків і золошлаків, м/с .

Площа поперечного перерізу потоку шлаків і золошлаків розраховується по формулі [11]:

$$F = (A - a') \cdot (B - a'), \quad (2.21)$$

де A, B - відповідно довжина й ширина випускного отвору бункера для золошлаків, м ;

a' - розмір характерного шматка золошлаку, м ; $a' = 15 \text{ мм} = 0,015 \text{ м}$.

Швидкість потоку золошлаку визначається по формулі [11]:

$$v = 5,9 \cdot \lambda \cdot \sqrt{R} \cdot \sin \alpha, \quad (2.22)$$

де λ - коефіцієнт витікання золошлаку; приймаємо $\lambda = 0,4$;

R - гідравлічний радіус випускного отвору бункера для золошлаку, м ;

$$R = F/P, \quad (2.23)$$

P - периметр перетину бункерного отвору, м ;

α - кут нахилу стінки бункера, що відхиляє потік золошлаку, град .

Розрахуємо наведені формули для бункеру при завантаження вагонів :

$$F = (0,7 - 0,015) \cdot (0,6 - 0,015) = 0,4 \text{ м}^2;$$

$$R = \frac{0,4}{2(0,7 - 0,015) + 2(0,6 - 0,015)} = 0,157 \text{ м};$$

$$v = 5,9 \cdot 0,4 \cdot \sqrt{0,157} \cdot 0,381 = 0,36 \text{ м/с}.$$

Визначимо продуктивність бункерного навантажувального пристрою для навантаження шлаків і золошлаків у залізничні вагони:

$$P_t^{\text{бунк}} = 3600 \cdot 1,83 \cdot 0,4 \cdot 0,36 = 948,6 \text{ т/год.};$$

$$P_{\text{експл}}^{\text{бунк}} = 948,6 \cdot 0,85 = 806,3 \text{ т/год}.$$

2.5 Розрахунок часу навантаження транспортних засобів

Вагони під завантаження золошлаків подаються подачами.

Загальний час простою подачі розраховується по формулі [14]:

$$T_{\text{заг}}^{\text{ваг}} = t_{\text{підг}} + \frac{n}{m} t_{\text{вант}} + t_{\text{закл}}, \quad (2.24)$$

де $t_{\text{підг}}$ - час на підготовчі операції з вагонами подачі, хв.;

$t_{\text{закл}}$ - час на заключні операції з вагонами після завантаження золошлаків, хв.;

$t_{вант}$ - час завантаження одного вагону золо шлаками, хв.;

n - кількість вагонів в одній подачі на вантажному фронті, од.;

m - кількість вагонів, які завантажуються золо шлаками одночасно на вантажному фронті.

Тривалість завантаження золошлаків (шлаків, золи) в один вагон розраховується по формулі [14]:

$$t_{вант} = \frac{q_{вант}^{ваг} \cdot 60}{P_{експл}} + t_{дон}, \quad (2.25)$$

де $q_{вант}^{ваг}$ - кількість золошлаку, шлаку або золи у вагоні, т;

$t_{дон}$ - тривалість допоміжних операцій, виконуваних при навантаженні золошлаків або золи у вагони, хв.

2.5.1 Розрахунок часу простою транспортних засобів під завантаженням за існуючим варіантом

На цей час завантаження вагонів магістрального транспорту проводиться в пункті відвантаження золошлаків стріловим краном на залізничному ходу із грейферним захватом. За добу на цей час відвантажується близька 10 вагонів золошлаків.

При розрахунках тривалість виконання допоміжних операцій на переміщення залізничного крана від одного вагона до іншого приймаємо $t_{дон} = 3$ хв. Час завантаження одного вагона по формулі (2.25) складе:

$$t_{\text{вант}} = \frac{69 \cdot 60}{146,37} + 3 = 31,3 \text{ хв.}$$

Тривалість простою подачі вагонів під завантаженням золошлаків по існуючому варіанту складе:

$$T_{\text{заг}}^{10\text{ваг}} = 10 + \frac{10}{1} \cdot 31,1 + 10 = 331 \text{ хв.} = 5,52 \text{ год.}$$

Кран на залізничному ходу використовується для вантажних робіт за умовою оренди в ППЗТ Енергодар з погодинною оплатою.

Визначимо загальний час роботи крану протягом року для подальшого визначення витрат на оренду.

До реконструкції ТЕС відвантажувала щорічно не більш 180000 т золошлаків на рік. Річна кількість відвантажених вагонів за формулою (2.4) складе:

$$n_{\text{доб}}^{n/8} = \frac{180000}{69} = 2608,7 \text{ од.}$$

В розрахунках приймаємо 2610 вагонів/рік.

Вагони під навантаження подаються по 10 одиниць в подачі. Кількість подач за рік складе:

$$N_{\text{річн}}^{\text{под}} = \frac{2610}{10} = 261 \text{ подача.}$$

Час роботи крану при завантаженні однієї подачі – 5,5 год. Час на подачу крану на вантажний фронт та прибирання після закінчення завантаження складає 0,5 год. на операцію. Таким чином, тривалість оренди крану на одну подачу 6,5 год. Оплата стягується за неповну годину як за повну, тому оплачений час оренди крану на одну подачу складає 7 годин. При кількості подач 148 річний час оренди крану на залізничному ходу складе:

$$T_{op}^{зал.кр.} = 7,0 \cdot 261 = 1827 \text{ годин.}$$

За існуючим варіантом золошлаки з відвалу до фронту відвантаження транспортуються самоскидами КамАЗ-55111 (в/п 13,5 т). Завантаження автомобілів виконують ковшові навантажувачі з продуктивністю 60,6 т/год. Кількість золошлаку, що завантажується за один цикл, складає 2,2 т. Завантаження самоскида складе: $2,2 \cdot 6 = 13,2$ т.

Визначимо час простою самоскидів КамАЗ-5511 на відвалі при завантаженні золошлаку за формулами (2.24), (2.25):

$$t_{вант}^{ам} = \frac{13,2 \cdot 60}{60,6} = 13,0 \text{ хв.}; \quad T_{заг}^{ам} = 5 + 13,0 + 7 = 25,0 \text{ хв.} = 0,42 \text{ год.}$$

Розвантаження самоскидів КамАЗ-5511 на відвантажувальному фронті відбувається самопливом.

Час розвантаження самопливом визначимо за формулою [10]:

$$t_{вант}^{розв} = t_n + t_{он} + t_{розв} + 2 \cdot t_{ман}, \quad (2.26)$$

де t_n - час піднімання навантаженого кузова самоскида, хв.; $t_n = 19 \text{ с} = 0,32 \text{ хв.};$

$t_{он}$ - час опускання порожнього кузова самоскида, хв.; $t_{он} = 18 \text{ с} = 0,3 \text{ хв.};$

$t_{розв}$ - час вивантаження вантажу із кузова самопливом, хв.; $t_{розв} = 1,0 \text{ хв.};$

$t_{ман}$ - час на виконання маневрових пересувань автомобіля при встановленні під розвантаження та прибиранні після розвантаження, хв.

$$t_{вант}^{розв} = 0,32 + 0,3 + 1,0 + 2 \cdot 1,0 = 4,0 \text{ хв.}$$

Загальний час знаходження самоскидів КамАЗ-5511 на фронті відвантаження вагонів з урахуванням комерційних операцій з оформлення документів, складе:

$$T_{розв}^{КамАЗ} = 7 + 4 + 7 = 18 \text{ хв.} = 0,3 \text{ год.}$$

2.5.2 Розрахунок часу простою вагонів під завантаженням за проектним варіантом

При розрахунках часу на навантажувальні операції із бункерних пристроїв необхідно керуватися наступним:

- до подачі рухомого складу під бункери повинна бути встановлена наявність вантажу в бункері, перевірена справність навантажувального встаткування й механізмів, а також маневрової лебідки;
- до підготовчих операцій ставиться відкривання затворів і лотків;
- необхідно враховувати тривалість перерв для закриття й відкриття затворів, а також для просування групи вагонів після наповнення кожного наступного вагону. Тривалість такої перерви становить 1 хвилину. Для подачі з 12 вагонів кількість таких перерв буде 11: час на ці операції складе 11 хвилин.

Виконаємо розрахунок часу завантаження вагонів *золошлаками* через бункерний відвантажувальний пристрій.

Час наповнення одного вагона по формулі (2.25) складе:

$$t'_{ваг} = \frac{69 \cdot 60}{806,3} = 5,13 \text{ хв.}$$

Після завантаження золошлаку поверхня шару вантажу у вагоні розрівнюється катком. Розрахуємо час завантаження одного вагона з урахуванням допоміжних операцій, пов'язаних з розрівнюванням завантаженої поверхні:

$$t_{вант}^{ваг} = 5,13 + 3 = 8,13 \text{ хв.}$$

Тривалість простою подачі вагонів при навантаженні золошлаку на бункерному вузлі навантаження визначимо по формулі (2.24):

$$T_{заг}^{12ваг} = 10 + \frac{12}{2} \cdot 8,13 + 11 + 15 = 85 \text{ хв.} = 1,41 \text{ год.}$$

При виконанні вантажних операцій під силосними пристроями необхідно враховувати наступне:

- підготовчі операції включають в себе відкриття кришок завантажувальних люків з виходом на дах вагона, відмикання запорів і фіксаторів, заправка в люки решт відпускних труб, установка жолобів лотків тощо. Як правило, з цими операціями повинна поєднуватися операція підведення під вагон спеціального підвагонного візку маневрового пристрою;

- заключні операції – вихід на дах вагона, прибирання відпускних труб, жолобів і т.д., очищення даху вагона від просип вантажу, закривання завантажувальних люків, замикання затворів і фіксаторів, навішування пломб;

- час на дозувальні операції не передбачено, так як фронт навантаження оснащений ваговимірювальним і дозувальним обладнанням, яке забезпечить регулярне маси вантажу, відповідної технічної нормі завантаження вагона;

- при виконанні проміжних операцій враховується час перестановки аерожолобу з одного люка в інший.

Виконуємо розрахунки тривалості операцій з вагонами-золовозами. Протягом доби на вантажному фронті завантажується 60 вагонів, які подаються під навантаження 4 подачами по 15 вагонів у одній подачі. Завантаження йде відразу з двох силосів, отже, кількість вагонів, з якими одночасно виконуються вантажні операції, становить 2 вагона.

Середня тривалість перерви для закривання та відкривання затворів, а також для пересування групи вагонів після наповнення кожного наступного вагону вантажем розраховується за формулою [13]:

$$t_{\text{пер}} = \frac{l_{\text{пр}}}{v_l} + 2t_{\text{затв}}, \quad (2.27)$$

де $l_{\text{пр}}$ - середня відстань між завантажувальними люками вагонів-золотовозів, м; приймаємо 15,0 м;

v_l - швидкість руху троса маневрової лебідки, м/с; 0,127 м/с;

$t_{\text{затв}}$ - час на відкриття або закриття затвору, с.

Розрахунок часу на завантаження *сухої золи* для подачі з 15 цистерн:

$$t_{\text{вант}}^{\text{заг}} = \frac{68 \cdot 60}{400} + 3 = 13,0 \text{ хв.}; \quad t_{\text{пер}} = \frac{15,0}{0,127} + 2 \cdot 2 = 122,0 \text{ с} = 2,0 \text{ хв.};$$

$$T_{\text{заг}}^{15\text{ц}} = 10 + 15 \cdot (13,0 + 2) + 20 = 255 \text{ хв.} = 3,75 \text{ год.}$$

2.6 Визначення часу використання автотранспортних засобів для перевезення золошлаку за існуючим варіантом

За існуючим варіантом автомобілі-самоскиди на умовах оренди використовуються для перевезення золошлаку з відвалу на ділянку відвантаження, яка обслуговується краном на залізничному ході.

Визначаємо час перебування самоскидів КамАЗ-5511 на маршруті по формулі [15]:

$$T_m = T_n - t_n - t_{\text{обід}}, \quad (2.28)$$

де T_n - час самоскида в наряді, год.;

t_n - час нульових пробігів самоскида, год.;

$t_{обід}$ - тривалість обідніх перерв, год.; за даними підприємства час обідньої перерви для водіїв при перевезенні зола шлаків складає 45 хв. або 0,75 год.

Час руху самоскидів між відвалом та транспортним підприємством розраховуємо по формулі [15]:

$$t_n = (l'_n + l''_n) / v_{техн}, \quad (2.29)$$

де l'_n, l''_n - відстані від транспортного підприємства до відвалу (9,5 км) та від фронту відвантаження зола шлаків до транспортного підприємства (7,0 км), км;
 $v_{техн}$ - середня швидкість руху автомобіля у порожньому стані, км/год.

Швидкість руху автомобіля-самоскида в розрахунках приймаємо:

- при виконанні нульових пробігів: не більш 40 км/год.;
- при перевезеннях в умовах відвалу: 15 км/год.

$$t_n = (9,5 + 7,0) / 40 = 0,42 \text{ год.};$$

$$T_m = 9,0 - 0,42 - 0,75 = 7,83 \text{ год.}$$

Кількість їздок, яку може виконати самоскид протягом робочої зміни, визначаємо по формулі [15]:

$$E = T_m / T_{об}, \quad (2.30)$$

де $T_{об}$ - тривалість одного обороту самоскида, год.; розраховується по формулі [15]:

$$T_{об} = t_{пук} + t_{нр}, \quad (2.31)$$

$t_{\text{рух}}$ - тривалість руху транспортного засобу за один оборот, год.; відстань між відвалом і вантажним фронтом – 3,8 км;

$t_{\text{нр}}$ - тривалість навантаження і розвантаження самоскида за оборот, год.; за розрахунками час навантаження 0,42 год.; час розвантаження 0,3 год.

$$T_{\text{об}} = \frac{3,8 \cdot 2}{15} + 0,42 + 0,3 = 1,3 \text{ год.}$$

$$E = 7,83 / 1,3 = 6 \text{ їздок/зміну.}$$

За оборот самоскид перевозить 13,2 т. При річному обсязі відвантаження золошлаку 180000 т кількість оборотів на рік складе:

$$N_{\text{річн}}^{\text{об.ат}} = \frac{180000}{13,2} = 13637 \text{ оборотів.}$$

Один самоскид за зміну виконує 6 їздок тривалістю 1,3 год.; час роботи за зміну складе: $1,3 \cdot 6 = 7,8$ год. З урахуванням часу на нульові пробіги час оренди самоскида за зміну складе:

$$T_{\text{ор}}^{\text{зм}} = 7,8 + 0,42 = 8,22 \text{ год.; приймаємо за умови оренди } 8,5 \text{ год.}$$

Річна кількість змін, відпрацьованих самоскидами на перевезенні золошлаків за існуючим варіантом складе:

$$N_{\text{річн}}^{\text{зм.ат}} = \frac{13637}{6} = 2273 \text{ зміни.}$$

Річний час на оренду самоскидів КМАЗ-55111 (з урахуванням часу на нульові пробіги) складе:

$$T_{op}^{річн.ат} = 8,5 \cdot 2273 = 19320 \text{ год.}$$

Розрахунковий час роботи автомобілів-самоскидів на умовах оренди будемо використовувати при виконанні розрахунків в економічній частині.

2.7 Розробка технологічних графіків обробки вагонів на вантажних фронтах

По існуючому й проектному варіантах розробляємо технологічні графіки обробки залізничних вагонів на тепловій електростанції. Тривалість технологічних операцій при обробці вагонів приймається за ЄТП роботи під'їзної колії ТЕС й станції Енергодар, а тривалість вантажних операцій – відповідно до виконаних розрахунків.

Вагони під завантаження золошлаку на вантажний фронт подаються подачами: по існуючому варіанту – 10 вагонів; по проектному варіанту – 24 вагона.

Технологічний графік обробки подачі з 10 піввагонів при завантаженні золошлаків за існуючим варіантом

Обробка вагонів на вантажному фронті по існуючому варіанту включає такі операції:

- прибуття групи вагонів зі станції Енергодар на станцію ТЕС: 5 хв.;
- обробка групи вагонів по прибуттю на коліях станції ТЕС: 30 хв.;
- комерційний огляд вагонів і підготовка до навантаження: 30 хв.;
- подача порожніх вагонів на вагову колію: 5 хв.;
- зважування порожніх вагонів: 20 хв. (по 2 хв. на вагон);
- збирання порожніх вагонів з вагової колії: 5 хв.;
- подача групи вагонів на вантажний фронт: 10 хв.;
- очікування початку навантаження (розміщення вагонів на вантажному фронті, подача крана на залізничному ході): 50 хв.;
- навантаження золошлаков у піввагони: 31 хв. на вагон;

- очікування прибирання вагонів з вантажного фронту: 20 хв.;
- прибирання вагонів з вантажного фронту на колії станції ТЕС: 10 хв.;
- подача навантажених вагонів на вагову колію: 5 хв.;
- зважування навантажених вагонів: 20 хв.;
- збирання навантажених вагонів з вагової колії: 5 хв.;
- прибирання вагонів з під'їзної колії на колії станції Енергодар: 10 хв.

Графік обробки подачі вагонів при навантаженні золошлаків за існуючим варіантом наведено на рис. 2.5 та слайді 6.

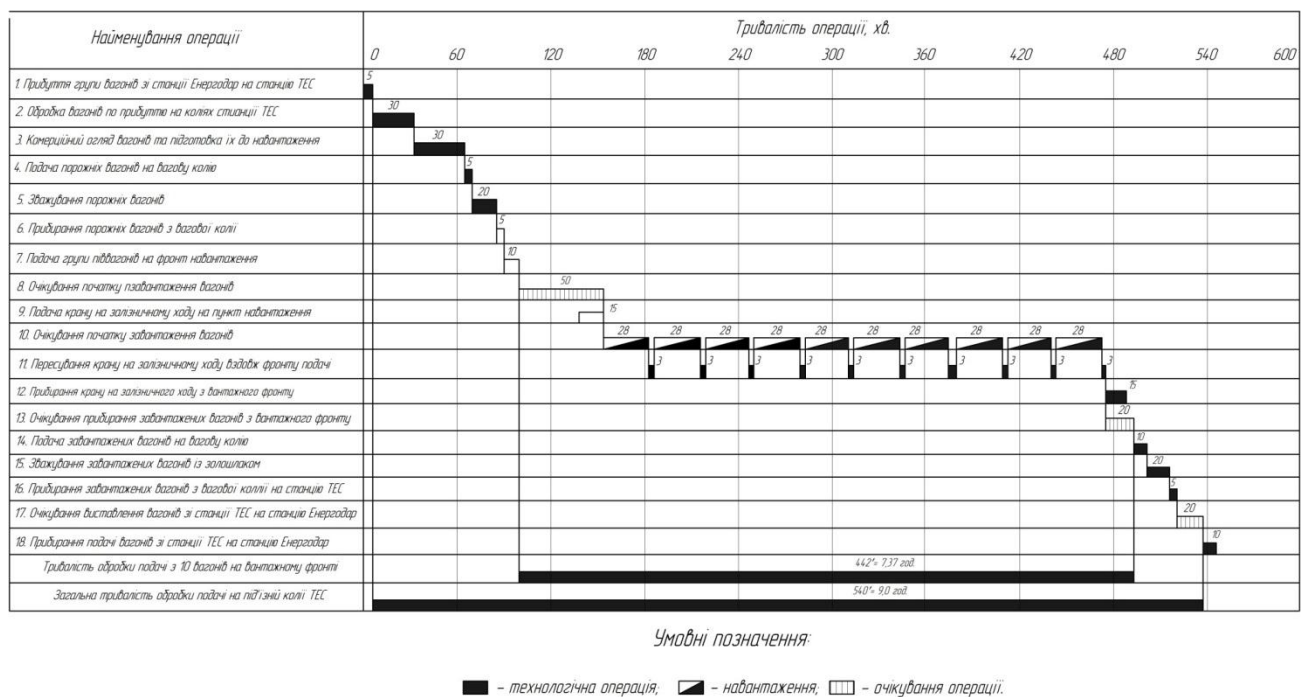
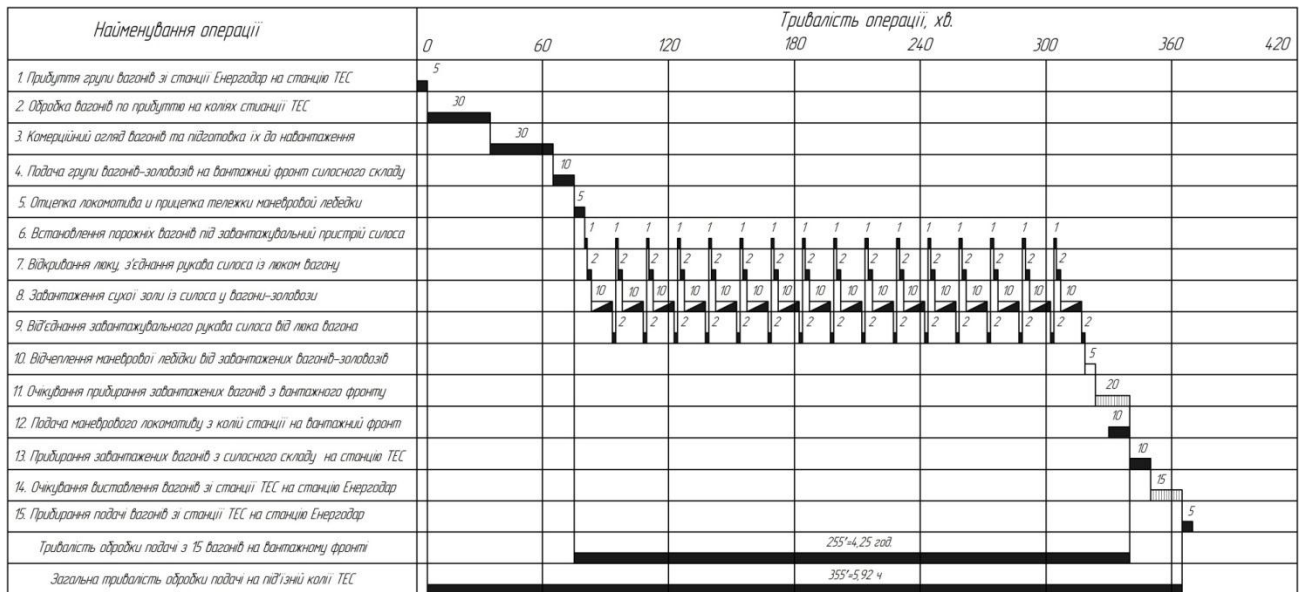


Рисунок 2.5 – Технологічний графік обробки подачі з 10 піввагонів при завантаженні золошлаків за існуючим варіантом

Технологічний графік обробки подачі з 12 піввагонів при завантаженні золошлаку за пропонуваним варіантом включає такі операції:

- прибуття групи вагонів зі станції Енергодар на станцію ТЕС: 5 хв.;
- обробка групи вагонів по прибуттю на коліях станції ТЕС: 30 хв.;
- комерційний огляд вагонів і підготовка до навантаження: 30 хв.;
- подача групи вагонів на вантажний фронт: 10хв.;

В умовах реконструкції системи золо- та шлаковидалення на тепловій електростанції передбачається також і відвантаження споживачам сухої кондиційної золи із силосів через автоматичний завантажувальний пристрій. *Технологічний графік обробки подачі з 15 вагонів-золотовозів при завантаженні сухої золи показаний на рис. 2.7 та слайді 8.*



Умовні позначення:

■ – технологічна операція; ▤ – навантаження; □□ – очікування операції.

Рисунок 2.7 – Технологічний графік обробки подачі з 15 цистерн при завантаженні сухої золи за пропонованим варіантом

Час знаходження цистерн на вантажному фронті складає 4,25 год., а повний час перебування подачі на під'їзній колії теплової електростанції – майже 6 год.

2.8 Розробка технологічного графіка роботи комплексу відвантаження золошлаків

Для перевірки правильності виконаних розрахунків по транспортним засобам і навантажувальних механізмах, а також для аналізу запропонованого варіанта системи транспортного обслуговування розробляємо контактний графік роботи бункерного відвантажувального комплексу золошлаків.

На рис. 2.8 та слайді 9 наведений контактний графік роботи вантажного фронту по відвантаженню золошлаків на магістральний транспорт.

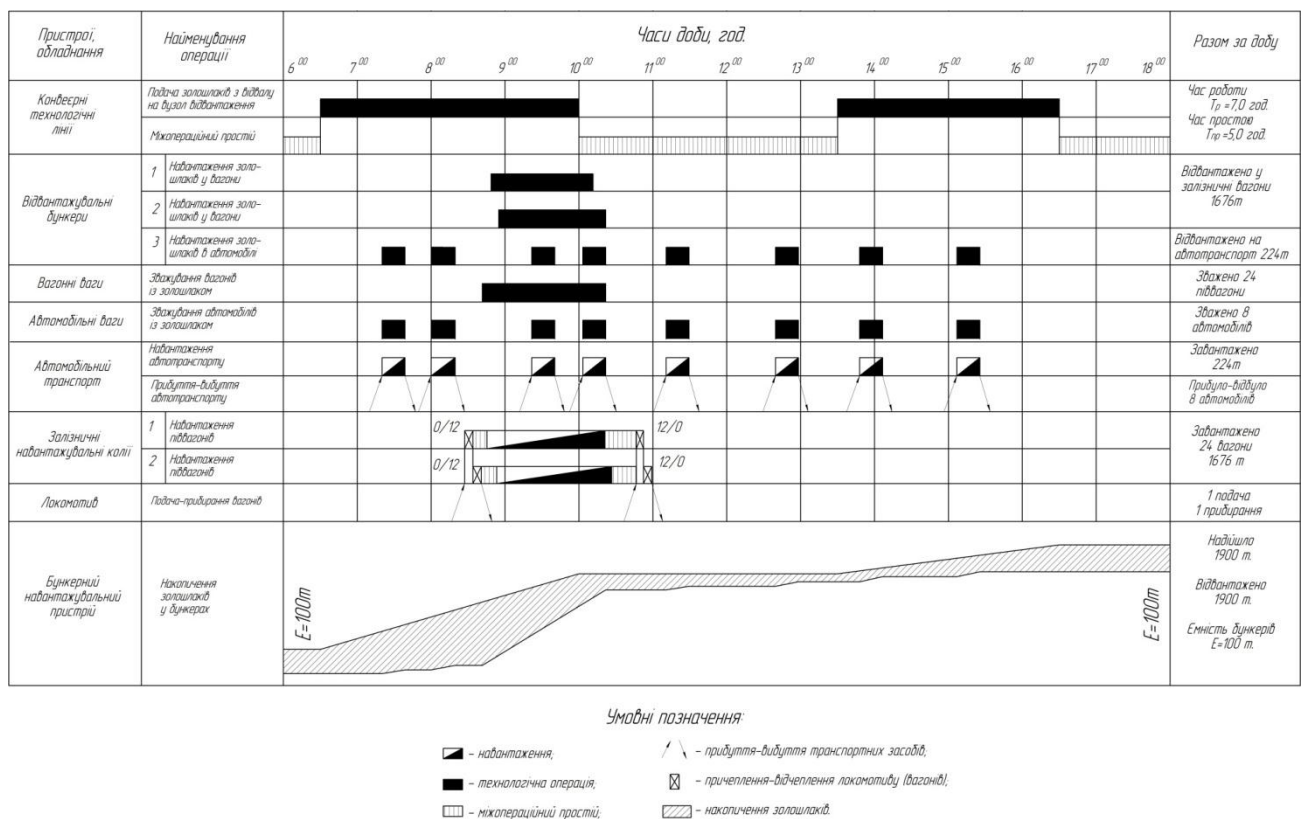


Рисунок 2.8 – Контактний технологічний графік роботи вантажного фронту по відвантаженню золошлаків на магістральний транспорт

На графіку показується робота вантажно-розвантажувальних механізмів за добу у зв'язку із часом надходження рухомого складу залізничного й автомобіль-

ного транспорту. Крім того, графік показує процес нагромадження й видачі золошлаків з бункерів на вантажному фронті за розглянутий період часу, і дозволяє не тільки перевіряти правильність виконаних розрахунків у будь-який проміжок часу, а також визначати ступінь завантаження механізмів.

У результаті аналізу графіка можна більш раціонально організувати роботу перевантажувального встаткування й транспортних засобів протягом доби.

При побудові графіка тривалість окремих операцій за часом повинна відповідати розрахунковим даним, які були виконано в розділі 2.6 роботи.

На контактному графіку відбита робота механізмів по виконанню того або іншого виду робіт у конкретний проміжок часу. Відвантажувальний комплекс працює з 6.00 до 18.00.

На графіку показаний процес подачі золошлаків по конвеєрних лініях з відвалу у відвантажувальні бункери для автомобільного й залізничного транспорту, робота вагового встаткування. Крім того, показана робота локомотива по подачі й прибиранню вагонів на вантажному фронті, а також час простою подач вагонів під навантаженням золошлаків.

При розробці графіка визначені його показники, винесені в окрему графу, а саме:

- кількість золошлаків, відвантажених за добу;
- тривалість роботи машин і механізмів протягом зміни;
- тривалість непродуктивних простоїв механізмів і коефіцієнт використання їх за часом.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Вихідні дані для розрахунків

В роботі передбачене будівництво технологічних комплексів споруджень для відвантаження золи, шлаків і золошлаку на залізничний транспорт при роздільному їхньому видаленні.

Для відвантаження раніше накопичених золошлаків передбачена організація у відвалі секції відвантаження золошлаків, а для шлаків, що видаляються від топелень казанів гідроспособом – установка по зневоднюванню й відвантаженню шлаків.

Для відвантаження золошлаків і шлаків споживачам передбачається вантажний комплекс із бункерним навантажувальним пристроєм. Подача з відвалу на вузол відвантаження – конвеєрними лініями.

За існуючим варіантом для транспортування золошлаків з території відвалу на фронт відвантаження у вагони використовують орендовані автомобілі-самоскиди.

За існуючим варіантом в процесі відвантаження золошлаків задіяно велику кількість засобів механізації, які працюють на відвалі та на вантажному фронті для обслуговування магістрального транспорту (екскаватори, ковшові навантажувачі, бульдозери, стріловий кран на залізничному ході). Крім того, транспортування накопичених золошлаків з відвалу до місця завантаження вагонів виконують автомобілі-самоскиди КамАЗ-55111 вантажопідйомністю 13,5 т. Автомобілі використовуються за умовами погодинної оплати за виконані перевезення.

Оскільки пропозиціями передбачається реконструкція пристроїв і технічного оснащення для відвантаження золошлаків, то необхідно визначити витрати, необхідні для реалізації проєкту.

3.2 Розрахунок одноразових витрат на спорудження та обладнання

Додаткові витрати розраховуються по формулі [14]:

$$K_{\text{доп}} = K_{\text{конв}} + K_{\text{бунк}} + K_{\text{монт}}, \quad (3.1)$$

де $K_{\text{конв}}$ - витрати на спорудження конвеєрів для подачі зола шлаків з відвалу на бункерний пристрій відвантаження, грн.; довжина конвеєрних ліній 960 м. При вартості одного погонного метра стрічкового конвеєра 8700 грн. [15], витрати на спорудження конвеєрних ліній складуть 8352000 грн.

$K_{\text{бунк}}$ - витрати на спорудження бункерного відвантажувального комплексу для відвантаження золошлаків на магістральний транспорт, грн.;

$K_{\text{монт}}$ - витрати на монтаж устаткування, грн.; приймаємо в розмірі 80 % від вартості встаткування.

Кошторисна вартість устаткування й будівельно-монтажних робіт визначалася по укрупнених вимірниках і склала для бункерного вузла відвантаження 9415400 грн. (за довідковою інформацією).

Витрати на спорудження конвеєрів:

$$K_{\text{конв}} = 8352000 + 8352000 \cdot 0,8 = 15033600 \text{ грн.}$$

Витрати на будівництво відвантажувального комплексу:

$$K_{\text{бунк}} = 9415400 + 9415400 \cdot 0,8 = 16947720 \text{ грн.}$$

Загальна сума додаткових витрат:

$$\Sigma K_{\text{оод}} = 15033600 + 16947720 = 31981320 \text{ грн.}$$

Балансова вартість існуючого встаткування для переробки й відвантаження золошлаків наведена в табл. 3.1, а для пропонованого – в табл. 3.2.

Таблиця 3.1 – Балансова вартість устаткування для переробки й відвантаження золошлаків за існуючим варіантом

Найменування обладнання	Кількість, од.	Вартість, грн.	
		одиниці	загальна
Екскаватор ЕО-5116	3	572300	1716900
Екскаватор ЕО-4321	2	549140	1098280
Екскаватор ПЕК-881	2	580450	1160900
Ковшовий навантажувач ТЕ-28	2	340700	681400
Ковшовий навантажувач ТЕ-25	2	347200	694400
Бульдозер ДЗ-117А	3	366100	1098300
Бульдозер ДЗ-27С	2	347200	694400
Бульдозер ДЗ-116В	2	350900	701800
Сумарна балансова вартість	18		7846380

Таблиця 3.2 – Балансова вартість устаткування для переробки й відвантаження золошлаків за пропонованим варіантом

Найменування обладнання	Кількість, од.	Вартість, грн.	
		одиниці	загальна
Екскаватор ЕО-5116	3	572300	1716900
Бульдозер ДЗ-117А	3	366100	1098300
Разом існуючі засоби			2815200
Система конвесрів	1	15033600	15033600
Бункерний комплекс	1	16947720	16947720
Разом нові пристрої			31981320
Сумарна балансова вартість			34796520

3.3 Розрахунок річних експлуатаційних витрат

3.3.1 Розрахунок річних експлуатаційних витрат на організацію переробки й відвантаження золошлаків за варіантами

Річні експлуатаційні витрати на переробку й відвантаження золошлаків визначаються по формулі [14]:

$$\Sigma B_{річн} = B_{з.пл} + B_{соц} + B_a + B_{ел} + B_p + B_{нал} + B_{мом} + B_{ін} + B_{вир}, \quad (3.2)$$

де $B_{з.пл}$ - витрати на заробітну плату робітникам золівдвала, грн.;

$B_{соц}$ - оплата єдиного соціального внеску, грн.;

B_a - амортизаційні відрахування на обладнання і пристрої, грн.;

$B_{ел}$ - витрати на електроенергію для обладнання і пристроїв, грн.;

B_p - витрати на поточний ремонт обладнання і пристроїв, грн.;

$B_{нал}$ - витрати на паливо для бульдозерів, ковшових навантажувачів грн.;

$B_{мом}$ - мастильні матеріали, грн.;

$B_{ін}$ - інші витрати, грн.;

$B_{вир}$ - загальновиробничі витрати, які залежать від заробітної плати, грн.

Розрахунок заробітної плати

По *існуючому варіанту* роботи на відвалі ведуться в 2 зміни. Відвантаження золошлаків споживачам також здійснюється в 2 зміни.

По *проектному варіанту* також передбачається двозмінний режим роботи.

Заробітну плату працівників, зайнятих на переробці й відвантаженню золошлаків, розраховуємо по формулі [14]:

$$B_{з.пл}^{осн} = C_{ст}^{год} \cdot T_{ф}, \quad (3.3)$$

де T_{ϕ} - нормативна кількість годин роботи, год.; на 2020 рік $T_{\phi} = 2002$ год.;

$C_{з.пл.}^{час}$ - заробітна плата за 1 годину роботи, грн.; визначається по формулі [14]:

$$C_{з.пл.}^{год} = (C_{год} + C_{год} \cdot \Sigma K_i) \cdot K_{пр}, \quad (3.4)$$

де $C_{год}$ - годинна тарифна ставка, грн.; для машиністів екскаватора, бульдозера та ковшового навантажувача – 45,50 грн.; для вантажника – 39,60 грн.; для вагаря – 35,90 грн.;

ΣK_i - загальний коефіцієнт доплат;

$K_{пр}$ - преміальні виплати, грн.; 30 % від $C_{з.пл.}^{год}$ з доплатами.

Робітниками відвалу до годинної ставки доплачують такі надбавки:

- за шкідливість: 12 %;
- за інтенсивність роботи: 15 %;
- за роботу у вечірні години: 20% за години, відпрацьовані з 18.00 до 22.00; частка таких годин складає 25% від загального часу роботи (дві зміни по 8 год., тривалість 16 годин);
- за роботу у нічні години: 40 % за години, відпрацьовані з 22.00 до 24.00; частка таких годин складає 12,5% від загального часу роботи.

Існуючий варіант

Загальна кількість одиниць екскаваторів, бульдозерів, ковшових навантажувачів складає 18 од.; кількість машиністів при роботі у 2 зміни – 36 чол. При нормативній тривалості роботи 2002 год./рік загальний відпрацьований час машиністів складе: 72072 год. Нічні години складуть: $72072 \cdot 0,125 = 9009$ год. Вечірні години складуть: $72072 \cdot 0,25 = 18018$ год.

Кількість вантажників на 2 зміни – 8 чол. Загальний відпрацьований час вантажників складе: 16016 год. Нічні години складуть: $16016 \cdot 0,125 = 2002$ год. Вечірні години складуть: $16016 \cdot 0,25 = 4004$ год.

Кількість вагарів на 2 зміни – 2 чол. Загальний відпрацьований час вагарями складе: 4004 год. Нічні години складуть: $4004 \cdot 0,125 = 505,5$; приймаємо 506 год. Вечірні години складуть: $4004 \cdot 0,25 = 1001$ год.

Основна зарплата:

- машиністи:

$$B_{з.пл}^{осн} = 45,50 \cdot 72072 = 3279276 \text{ грн.};$$

- вантажники:

$$B_{з.пл}^{осн} = 39,60 \cdot 16016 = 634234 \text{ грн.};$$

- вагарі:

$$B_{з.пл}^{осн} = 35,90 \cdot 4004 = 143744 \text{ грн.}$$

Доплати:

- машиністи:

$$\Sigma Д = 3279276 \cdot (0,12 + 0,15) + 45,50(18018 \cdot 0,2 + 9009 \cdot 0,4) = 1213333 \text{ грн.};$$

- вантажники:

$$\Sigma Д = 634234 \cdot (0,12 + 0,15) + 39,60(4004 \cdot 0,2 + 2002 \cdot 0,4) = 234667 \text{ грн.};$$

- вагарі:

$$\Sigma Д = 143744 \cdot (0,12 + 0,15) + 35,90(1001 \cdot 0,2 + 506 \cdot 0,4) = 53264 \text{ грн.}$$

Визначимо річну зарплату працівників, зайнятих переробкою й відвантаженням золошлаків по існуючому варіанту:

- машиністи:

$$B_{3,пл}^{річн} = (3279276 + 1213333) \cdot 1,3 = 5840392 \text{ грн.};$$

- вантажники:

$$B_{3,пл}^{річн} = (634234 + 234667) \cdot 1,3 = 1129571 \text{ грн.};$$

- вагарі:

$$B_{3,пл}^{річн} = (143744 + 53264) \cdot 1,3 = 256110 \text{ грн.}$$

Річна зарплата за існуючим варіантом:

$$\Sigma B_{3,пл}^{існ} = 5840392 + 1129571 + 256110 = 7226073 \text{ грн.}$$

Пропонований варіант

Загальна кількість одиниць екскаваторів, бульдозерів, ковшових навантажувачів складає 6 од.; кількість машиністів при роботі у 2 зміни – 12 чол. Загальний відпрацьований час машиністів складе: 24024 год. Нічні години складуть: $24024 \cdot 0,125 = 3003$ год. Вечірні години складуть: $24024 \cdot 0,25 = 6006$ год.

За проєктним варіантом, крім машиністів екскаватора й бульдозера, у процесі переробки на відвалі зайняті оператори конвеєрних ліній (2 чол. в зміні). На відвантажувальному комплексі працюють також оператор і помічник оператора – по 2 чол. в зміні. Загальна кількість операторів – 8 чол.; помічників – 4 чол.

Загальний відпрацьований час операторів складе: 16016 год. Нічні години складуть: $16016 \cdot 0,125 = 2002$ год. Вечірні години складуть: $16016 \cdot 0,25 = 4004$ год.

Загальний відпрацьований час помічниками оператора складе: 8008 год. Нічні години складуть: $8008 \cdot 0,125 = 1001$. Вечірні години складуть: $8008 \cdot 0,25 = 2002$ год.

Годинні ставки: оператор – 41,40 грн.; помічник оператора – 39,60 грн.

Основна зарплата:

- машиністи:

$$B_{з.пл}^{осн} = 45,50 \cdot 24024 = 1093092 \text{ грн.};$$

- оператори:

$$B_{з.пл}^{осн} = 41,40 \cdot 16016 = 663062 \text{ грн.};$$

- помічники оператора:

$$B_{з.пл}^{осн} = 39,60 \cdot 8008 = 317117 \text{ грн.}$$

Доплати:

- машиністи:

$$\Sigma Д = 1093092 \cdot (0,12 + 0,15) + 45,50(6006 \cdot 0,2 + 3003 \cdot 0,4) = 404444 \text{ грн.};$$

- оператори:

$$\Sigma Д = 663062 \cdot (0,12 + 0,15) + 41,4(4004 \cdot 0,2 + 2002 \cdot 0,4) = 245333 \text{ грн.};$$

- помічники оператора:

$$\Sigma Д = 317117 \cdot (0,12 + 0,15) + 39,6(1001 \cdot 0,2 + 506 \cdot 0,4) = 117333 \text{ грн.}$$

Визначимо річну зарплату працівників, зайнятих переробкою й відвантаженням золошлаків за пропонованим варіантом:

- машиністи:

$$B_{з.пл}^{річн} = (1093092 + 404444) \cdot 1,3 = 1966797 \text{ грн.};$$

- оператори:

$$B_{з.пл}^{річн} = (663062 + 245333) \cdot 1,3 = 1180914 \text{ грн.};$$

- помічники оператора:

$$B_{з.пл}^{річн} = (317117 + 117333) \cdot 1,3 = 564785 \text{ грн.}$$

Річна зарплата за пропонованим варіантом:

$$\Sigma B_{з.пл}^{np} = 1946797 + 1180914 + 564785 = 3692496 \text{ грн.}$$

Після розрахунків зарплати визначаємо єдиний внесок по формулі [14]:

$$B_{соц} = \Sigma B_{з.пл} \cdot H_{соц}, \quad (3.5)$$

де $\Sigma B_{з.пл}$ - сумарна річна зарплата, грн.;

$H_{соц}$ - норма відрахувань на сплату єдиного соціального внеску, %; 22 %.

Єдиний соціальний внесок:

- існуючий варіант

$$B_{соц}^{існ} = 7226073 \cdot 0,22 = 1589736 \text{ грн.};$$

- проєктний варіант

$$B_{соц}^{np} = 3692496 \cdot 0,22 = 812349 \text{ грн.}$$

Амортизацію обчислюємо по формулі [14]:

$$B_{ам} = (K_{\sigma} \cdot H_a) / 100, \quad (3.6)$$

де K_{σ} - балансова вартість механізмів, обладнання, споруджень грн.;

H_a - норми амортизації по механізмам, обладнанню, спорудженням, %:

- для екскаваторів, одноковшових навантажувачів, бульдозерів – 10 % у квартал;

- для конвеєрних ліній і пристроїв бункерного відвантажувального комплексу – 6 % у квартал.

Сумарна балансова вартість устаткування по існуючому варіанту на підставі даних у табл. 3.1 становить: 7846380 грн.

Балансова вартість екскаваторів і бульдозерів за пропонованим варіантом складає за даними табл. 3.2 – 2815200 грн., а сумарна вартість конвеєрів і бункерного комплексу – 31981320 грн.

Розрахунок амортизації за варіантами показаний в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Розрахунок амортизації обладнання відвалу

Балансова вартість, грн.				Амортизація, грн.			
1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.
Існуючий варіант							
7846380	7061742	6355568	5720011	784638	706174	635557	572001
Разом за існуючим варіантом				2698370			
Пропонований варіант							
Екскаватори, бульдозери							
2815200	2533680	2280312	2052281	281520	253368	228031	205228
Всього				968147			
Конвеєри, бункерний комплекс							
31981320	30062440	28258694	26563173	1918879	1803746	1695522	1593790
Всього				7011938			
Разом за пропонованим варіантом				7980085			

Витрати на оплату електроенергії визначаються по формулі [14]:

$$B_{ел}^c = W \cdot T_{заг} \cdot \eta_{доо} \cdot K_n \cdot K_{час} \cdot C_{ел}, \quad (3.7)$$

де W - потужність двигунів обладнання, кВт·год;

$T_{заг}$ - загальний час роботи обладнання, год.; по існуючому варіанту приймаємо робочий час за фактичними даними підприємства; по проектному варіанту – за нормами $T_{заг} = 4004$ год.;

$\eta_{доо}$ - коефіцієнт додаткової потреби електроенергії, $\eta_{доо} = 1,15$;

K_n - коефіцієнт використання потужності, $K_n = 0,95$;

$K_{час}$ - коефіцієнт використання механізмів за часом, $K_{час} = 0,87$;

$C_{ел}$ - вартість 1 кВт·год електроенергії, $C_{ел} = 3,24$ грн.

Основні споживачі електроенергії – екскаватори з електричним приводом. Розрахунок витрат на електроенергію для екскаваторів по варіантах наведений у табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Розрахунок витрат на електроенергію по варіантах

Найменування устаткування	Потужність, кВт	Кількість годин, год.	Витрати на електроенергію, грн.
Існуючий варіант			
Екскаватор ЕО-5116	55,0	11012	1865154
Екскаватор ЕО-4321	79,4	6996	1710630
Екскаватор АТЕК-881	95,6	10072	2965236
Разом по існуючому варіанту			6541020
Проектний варіант			
Екскаватор ЕО-5116	55,0	3×4004	2034528
Конвеєрні лінії	49,5	4004	610359
Разом по проектному варіанту			2644887

Розходи на паливо для транспортно-навантажувального встаткування, що працює у відвалі, визначаємо по формулі [14]:

$$B_{нал} = \sum P \cdot \alpha_1^{нал} \cdot C_{нал}, \quad (3.8)$$

де ΣP - об'єм виконаної роботи механізмами відвалу, машино·годин;

$\alpha_1^{нал}$ - норми витрати палива на 1 машино·годину для певного типу механізму, л;

$C_{нал}$ - ціна 1л палива, грн.; $C_{нал} = 23,0$ грн.

Розрахунок витрат на паливо по варіантах наведено в табл. 3.5.

Кількість годин роботи встаткування по існуючому варіанту приймаємо за звітними даними підприємства, а по проєктному варіанту – за нормами, встановленими галузевими документами.

Таблиця 3.5 – Розрахунок витрат на паливо для встаткування золовідвалу по варіантах

Найменування устаткування	Витрата палива, л/год.	Річний час роботи, год.	Витрати на паливо, грн.
Існуючий варіант			
Ковшовий навантажувач ТЕ-28	5,9	6726	912718,2
Ковшовий навантажувач ТЕ-25	5,5	5991	757861,5
Бульдозер ДЗ-117А	12,6	5652	1637950
Бульдозер ДЗ-27С	12,6	3898	1129640
Бульдозер ДЗ-116В	12,0	5988	1652688
Разом по існуючому варіанту			6090858
Проектний варіант			
Бульдозер ДЗ-117А	12,6	3×4004	3481078
Разом по проєктному варіанту			3481078

Витрати на мастильно-обтиральні матеріали для обладнання, що працює у відвалі приймаємо в розмірі 10 % від витрат на електроенергію й 30 % від витрат на паливо:

$$B_{мом}^{існ} = 6541020 \cdot 0,1 + 6090858 \cdot 0,3 = 2481359 \text{ грн.};$$

$$B_{мом}^{пр} = 2644887 \cdot 0,1 + 3481078 \cdot 0,3 = 1308812 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт обладнання визначаються по формулі [14]:

$$B_p = (K_p \cdot H_p) / 100, \quad (3.9)$$

де H_p - норми на ремонт устаткування, %.

Розрахунок витрат на ремонт по варіантах наведений у табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Розрахунок витрат на ремонт по варіантах

Найменування устаткування	Норма відрахувань, %	Балансова вартість, грн.	Витрати на ремонт, грн.
Існуючий варіант			
Механізми відвалу	5,0	7846380	392315
Разом по існуючому варіанту			392315
Проектний варіант			
Механізми відвалу	5,0	2815200	140760
Конвеєрні лінії	5,0	15033600	751680
Бункерний комплекс	3,0	16947720	508432
Разом по проектному варіанту			1400872

Інші витрати:

$$B_{in}^{icn} = 0,1 \cdot (7225968 + 2698370 + 6541020 + 6090585 + 2481359 + 392319) = 2542989 \text{ грн.};$$

$$B_{in}^{np} = 0,1 \cdot (3692496 + 7980085 + 2644887 + 3481078 + 1308812 + 1400872) = 2050823 \text{ грн.}$$

Загальновиробничі витрати становлять на Запорізькій ТЕС 97,4 % від загальної заробітної плати:

$$B_{vir}^{icn} = 0,974 \cdot 7225968 = 7038093 \text{ грн.};$$

$$B_{vir}^{np} = 0,974 \cdot 3692496 = 3596491 \text{ грн.}$$

По існуючому варіанту для транспортування золошлаків з відвалу до вузла відвантаження використовуються орендовані автомобілі-самоскиди КамАЗ-55111. Оплата проводиться по погодинній системі оплати. Кількість годин, відпрацьованих самоскидами протягом року, за розрахунками склала $T_{річн} = 19320$ год. Ставка орендної плати складає 300 грн./год.

Річні витрати на оренду автотранспорту за існуючим варіантом складуть:

$$B_{ор.ам}^{існ} = 300,0 \cdot 19320 = 5796000 \text{ грн.}$$

Експлуатаційні витрати на організацію переробки золошлаков у відвалі й відвантаження на магістральний транспорт по варіантах наведені в табл. 3.7.

Таблиця 3.7 – Експлуатаційні витрати на переробку золошлаків у відвалі й відвантаження на магістральний транспорт

Найменування статей витрат	Сума витрат по варіантах, грн.	
	існуючий	проектний
1. Заробітна плата	7225968	3692496
2. Нарахування на заробітну плату	1589713	812349
3. Амортизаційні відрахування	2698370	7980085
4. Витрати на електроенергію	6541020	2644887
5. Витрати на паливо	6090858	3481078
6. Мастильно-обтиральні матеріали	2481359	1308812
7. Ремонт обладнання	392319	1400872
8. Інші витрати	2542989	2050823
9. Загальновиробничі витрати	7038093	3596491
10. Витрати на оренду автотранспорту	5796000	-
Усього по варіантах	42396989	26967892

3.3 Розрахунок економії річних витрат на переробку і відвантаження золошлаків на Запорізькій ТЕС

Для порівняння існуючого й проєктного варіантів організації переробки у відвалі та відвантаження золошлаків визначимо економію експлуатаційних витрат по формулі [14]:

$$E_{\text{експл}} = \Sigma B_{\text{існ}} - \Sigma B_{\text{пр}}, \quad (3.10)$$

де $\Sigma B_{\text{існ}}$ - експлуатаційні витрати на всі технологічні процеси по існуючому варіанту, грн.;

$\Sigma B_{\text{пр}}$ - експлуатаційні витрати на всі технологічні процеси по проєктному варіанту, грн.

$$E_{\text{експл}} = 42396689 - 26967893 = 15428796 \text{ грн.}$$

3.5 Розрахунок дисконтованого доходу і строку окупності витрат

На реалізацію пропозицій з реконструкції на Запорізькій ТЕС будуть потрібні разові витрати в розмірі 31981320 грн. Для визначення ефективності впровадження проєкту розраховуємо чистий дисконтований дохід, який являє собою поточну вартість доходів від зроблених інвестицій. Це різниця між майбутньою вартістю грошового потоку очікуваних вигід і поточною вартістю нинішніх і наступних витрат проєкту протягом усього періоду його існування [18].

Якщо чистий дисконтований дохід позитивний, то проєкт рекомендується для фінансування. Якщо рівний нулю, то грошових коштів від проєкту вистачить

лише для відновлення вкладеного капіталу. Якщо менше нуля – проект не можна впроваджувати [18].

Коефіцієнт дисконтування розраховується по формулі [16]:

$$\alpha = 1/(1+i)^t, \quad (3.11)$$

де t - порядковий номер періоду розрахунку ($t = 0, 1, 2, T$);

T - термін існування, років;

i - величина дисконту (банківська процента ставка), $i = 0,25$.

Дисконтований дохід визначається по формулі [16]:

$$NVP = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}, \quad (3.12)$$

де B_t - доходи від за рік, грн.;

C_t - витрати за рік, грн.;

n - термін існування проєкту, років.

Розрахунок дисконтованого доходу наведений у табл. 3.8.

Таблиця 3.8 – Розрахунок дисконтованого доходу (NVP)

Рік	Інвестиції, грн.	Дохід, грн.	α	NVP, грн.
1	31981320	15428796	1	-16552525
2	—	15428796	0,800	12343037
3	—	15428796	0,640	9874429
4	—	15428796	0,512	7899544
Вигоди від впровадження проєкту				13564486

Строк окупності одноразових витрат на реалізацію проєкту знаходимо по формулі [14]:

$$T_{ок} = K_{доо} / E_{річн} , \quad (3.13)$$

де $K_{доо}$ - додаткові вкладення на реалізацію проєкту, грн.;

$E_{річн}$ - річна економія витрат, грн.

Строк окупності одноразових витрат на реалізацію проєкту складе:

$$T_{ок} = \frac{31981320}{15428796} = 2,1 \text{ року.}$$

Техніко-економічні показники по варіантах наведені в табл. 3.9 і на слайді 10 презентації.

Таблиця 3.9 – Техніко-економічні показники

Найменування показника	Величина показника, грн.	
	існуючий	проектний
1 Додаткові витрати, грн.	-	31981320
2 Експлуатаційні витрати, грн.; разом У тому числі:	42396989	26967892
2.1 Заробітна плата, грн.	7225968	3692496
2.2 Єдиний соціальний внесок	1589713	812349
2.3 Амортизація механізмів і обладнання	2698370	7980085
2.4 Споживання електроенергії	6541020	2644887
2.5 Споживання палива	6090858	3481078
2.6 Мастильно-обтиральні матеріали	2481359	1308812
2.7 Поточний ремонт механізмів і обладнання	392319	1400872
2.9 Інші витрати	2542989	2050823
2.10 Загальновиробничі витрати	7038093	3596491
2.11 Оренда автотранспорту, грн.	5796000	-
3 Економія експлуатаційних витрат, грн.		15428796
4 Дисконтований дохід, грн.	-	13564486

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Для успішного вирішення питань зниження виробничого травматизму і профзахворювань на Запорізькій ТЕС велике значення має знання причин їх виникнення. У зв'язку з цим в даному розділі необхідно розглянути можливі негативні впливи на працівників у процесі їх трудової діяльності.

В розділі розглядається небезпека впливу при переробці і відвантаженні золошлаків на дослідника та робітників ТЕС. Розроблені заходи по їх усуненню.

4.1 Аналіз потенційних небезпек

Золошлаки видаляються у золовідвали. При переробці на робітників діють шкідливі фактори к вигляді пилу золошлаків.

При виконанні робіт на відвалі діють небезпечні фактори:

- при збереженні золошлаку, можливо його розвіювання в повітрі;
- при накопичуванні золошлаків на відкритих майданчиках можливі ураження дихальних шляхів;
- при транспортній переробці золошлаку можливо забруднення навколишнього середовища, що призводить до отруєння води та екологічному порушенню природного балансу;
- при нерегулярному вивезенні відходів, можливе настання критичної ситуації, при якій рівень заповнення секцій золовідвалу досягне максимально допустимих значень, можливе порушення режиму освітлення води, можливий перелив неосвітлених та неочищених стоків через дамбу, можливе виникнення екологічної загрози;
- ураження робітників електричним струмом від не ізольованих чи пошкоджених кабелів екскаваторів, що призводить до електричної травми людини або пожежі;

- недостатнє освітлення на ділянках виконання робіт може призвести до порушення технології виконання вантажних робіт при переробці золошлаків;
- в холодну пору можливо переохолодження робітників та дослідника, що призведе до простудних захворювань. В теплу пору може відбутися перегрів організму і як наслідок тепловий удар;
- при обробці даних на ПК на дослідника діє ряд певних шкідливих факторів.

4.2 Заходи із забезпечення безпеки

Робітники, що працюють на золовідвалах повинні дотримуватися Правил охорони праці при роботах на відвалах [19].

До виконання вантажно-розвантажувальних і транспортно-складських робіт допускаються тільки особи, які пройшли інструктаж з техніки безпеки відповідно до вимог [20].

Розміщення обладнання на складі сухої золи запроектовано з дотриманням техніки безпеки і виробничої санітарії в промисловості будівельних матеріалів [21].

Для агрегатів, що вимагають обслуговування на висоті 1,1 м і вище від підлоги передбачені огороження і майданчики. Робочі проходи мають розмір не менше 0,8 м.

При налагодженні та ремонті перевантажувальних механізмів необхідно передбачити заходи безпеки для наладчиків і ремонтників, які перебувають в зоні переміщення робочих органів механізмів. Оскільки в корпусі силосного складу передбачено спорудження ліфтів, то слід передбачити огорожу шахти ліфта металевим листом відповідно до вимог [22]. Так як шахта ліфта розташована над виробничими приміщеннями, передбачаємо обладнання противаги уловлювачами. Двері шахти відкриваються назовні, мають автоматичні замки, які розкриваються тільки тоді, коли кабіна ліфта перебуває на рівні майданчика.

Під час виконання вантажно-розвантажувальних робіт на відвалі в зоні можливого перебування людей захищаються: канати і блоки натяжних пристроїв; завантажувальні пристрої для насипних вантажів, періодично очищаються обслуговуючим персоналом; приймальні пристрої, встановлені в місцях скидання вантажів з конвеєрів; виступаючі частини конвеєрів [23]. Похилі ділянки конвеєрів забезпечені уловлювачами для захоплення тягового елемента в разі його обриву.

На конвеєрах, що входять в автоматизовані транспортні лінії, встановлені автоматичні пристрої для зупинки приводу при прояві аварійної ситуації [23].

На технологічній лінії, що складається з декількох послідовно встановлених і одночасно працюючих конвеєрів, приводи всіх машин і конвеєрів заблоковані. Тому, в разі раптової зупинки будь-якого механізму, він відключається, а решта продовжують працювати до повного сходу з них вантажу. На місцях обслуговування передбачена можливість відключення кожного конвеєра [23]. Крім того, в схемі управління конвеєрами встановлюється попереджувальна сигналізація, яка виключає можливість повторного включення приводу до ліквідації аварійної ситуації. На ділянках траси конвеєрів, що знаходяться поза зоною видимості оператора, встановлюється двостороння попереджувальна звукова або світлова сигналізація, що включається автоматично перед вмиканням приводу конвеєра [23].

На відвантажувальному комплексі золошлаків місце роботи маневрової лебідки огорожено та встановлені попереджувальні знаки відповідно до [24].

Червоним кольором фарбують покажчики, які забороняють перевищення встановлених меж і габаритів, важелі негайної зупинки, гальмівні пристрої, протипожежне обладнання.

Помаранчевим кольором пофарбовані гострі краї механізмів і їх рухомі частини. Покажчики безпечного руху транспортних засобів по території комплексу, а також шляхи пересування працівників фарбують в зелений колір.

Електричне обладнання комплексу заземлено згідно з вимогами [25]. З метою безпеки виконання навантажувальних робіт все кабелі та проводи заізолювані відповідно до [26].

4.3 Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці

При експлуатації відвала при несприятливих метеорологічних умовах для зниження викидів забруднених речовин в атмосферу передбачається робота по трьом режимам:

- скорочення виробництва комплексу відвантаження золошлаків і шлаку до 50 %;
- зниження відбору і відвантаження сухої золи споживачам до 50 %;
- повне припинення розробки відвалу і відвантаження золошлаків споживачам.

На складі сухої золи і бункерному комплексі відвантаження золошлаків передбачені санітарно-побутові приміщення відповідно до положень [27].

Параметри повітря в службових приміщеннях відповідають санітарним нормам і [28].

У холодний і перехідний періоди року оптимальна температура для будівель і споруд становить $20^{\circ} - 23^{\circ} \text{C}$ при відносній вологості повітря 60 – 40 %, а в теплу пору року – $22^{\circ} - 25^{\circ} \text{C}$ при вологості 40 - 60 %.

Санітарно-технічні пристрої складу сухої золи включають опалення, вентиляцію [29] водопостачання, каналізацію і штучне освітлення [30]. У складі застосовується центральне опалення.

На розглянутому складі передбачена механічна вентиляція припливного типу. Фільтр, калорифери і вентилятор встановлюють у вентиляційній камері.

У приміщеннях обслуговуючого персоналу вантажного комплексу для очищення повітря від шкідливих домішок і пилу, які утворюються в результаті експлуатації відвалу, використовується природна і механічна вентиляція і кондиціонування повітря відповідно до вимог [29].

Природна вентиляція здійснюється під дією різниці температур повітря всередині та зовні будівлі, а також під впливом вітру.

На вантажних фронтах відповідно до [30] для освітленості місць навантаження використовується комбіноване освітлення, а в службовому приміщенні комплексу запроектовано штучне освітлення.

Найменша освітленість на поверхні території відкритих майданчиків 50 люкс, а сумарна з урахуванням освітленості робочих місць в приміщенні – 100 люкс.

Згідно [31] дотримуються таких рівнів шуму:

- в приміщенні операторів бункерного відвантажувального пристрою – 65 дБА;
- в приміщенні операторів конвеєрних ліній – 80 дБА;
- в службових приміщеннях – 60 дБА;
- в кабіні машиніста екскаватора – 80 дБА.

Для попередження попадання пилу золи в легені робітників необхідні засоби індивідуального захисту [32].

4.4 Заходи з пожежної безпеки

Пожежна безпека складів забезпечується заходами з пожежної профілактики і заходами ефективної боротьби з виниклою пожежею відповідно до [33].

Вимоги щодо виконання електрообладнання для пожежонебезпечних і вибухонебезпечних зон регламентуються вимогами [34].

Устаткування на складі сухої золи розміщено з урахуванням зручності і безпеки його експлуатації та обслуговування.

Місця для куріння розташовуються в спеціально відведеній зоні з установленням написом «Місце для куріння».

Для попередження загоряння на обладнанні, яке становить небезпеку вибуху або загоряння, вивішуються спеціальні знаки за [24].

Відповідно до [35] роботи в складі відносяться до категорії виробництва Д.

На випадок виникнення пожежі забезпечена можливість безпечної евакуації і людей. Відповідно до [36] у відвантажувальному комплексі передбачено два евакуаційні виходи. Первинні засоби пожежогасіння розташовуються при вході в складський комплекс з внутрішньої сторони і на сходових прольотах. Вогнегасники розміщено на стінах, колонах або спеціальних щитах на висоті від підлоги не більш 1,5 м.

Відповідно категорії виробництва Д на складі встановлюємо такі первинні засоби пожежогасіння: вогнегасники: 3 од.; ящик з піском, укомплектований совковою лопатою; покривало розміром 2×2 м; гаки: 3 од.; ломи: 2 од.; лопати: 2 од.

Пожежні крани у всіх приміщеннях складу передбачені з рукавами, які закриті і опломбовані, а пожежні рукави приєднані до кранів і стволів.

Відповідно нормам з пожежної безпеки, в службовому приміщенні операторів відвантажувальних комплексів, де є в наявності персональні комп'ютери, на кожні 20 кв. м повинен бути один вогнегасник. Для гасіння електрообладнання, в тому числі і ПК, застосовується порошковий вогнегасник.

4.5 Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях

Запорізька ТЕС розташована в м Енергодар поряд із Запорізькою атомною електростанцією. При радіаційних аваріях викинуті з реактора радіонукліди піднімаються в атмосферу і переносяться у вигляді аерозолів на значну відстань. Потім вони випадають разом з пилом і дощем на місцевість, утворюючи значні зони радіоактивного забруднення, небезпечні для людей і навколишнього середовища.

У разі виникнення аварії на Енергодарській АЕС передбачені рятувальні та інші невідкладні роботи.

До рятувальних робіт відносяться [37]:

- визначення розмірів зон зараження, швидкості і напрямку поширення зараженої хмари;

- визначення об'єктів, яким безпосередньо загрожує небезпека;
- надання постраждалим першої допомоги і евакуація (при необхідності) в лікувальні установи;
- вивезення або виведення населення з небезпечних місць у безпечні райони;
- санітарна обробка уражених радіацією людей;
- знезараження одягу, взуття, засобів індивідуального захисту, територій, споруд, а також техніки;
- соціально-психологічна реабілітація населення.

Організація і проведення рятувальних та інших невідкладних робіт при аварії на Енергодарській АЕС полягає у виконанні заходів, до яких відносяться [39]:

- оповіщення населення про аварію і постійне інформування про дійсну обстановку та порядок дій в даних умовах;
- використання засобів колективного та індивідуального захисту;
- організація дозиметричного контролю;
- проведення йодної профілактики населення, що опинилося в зоні радіоактивного зараження;
- введення обмеженого перебування населення на відкритій місцевості (режими радіаційного захисту);
- здійснення евакуації населення (за розпорядженням Уряду) та інші заходи.

Після евакуації населення приступають до дезактивації і знезараженню території і техніки.

У розділі були проаналізовані потенційні небезпеки, до яких схильні працівники золовідвалу і відвантажувального комплексу золошлаків Запорізької теплової електростанції в процесі трудової діяльності. У розділі розроблені спільні заходи по забезпеченню безпеки при переробці на відвалі сухої золи і шлаків, а також їх відвантаження споживачам, заходи щодо забезпечення пожежної безпеки, виробничої санітарії і гігієни праці, а також заходів щодо забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях.

ВИСНОВКИ

При виконанні магістерської роботи були досліджені питання існуючої технології та організації вантажопереробки і відвантаження золошлаків Запорізької ТЕС.

Аналіз існуючого транспортного обслуговування золовідвалу, а також технології вантажопереробки і відвантаження золошлаків споживачам показав суттєві недоліки в роботі досліджуваного комплексу:

- трубопроводи, по яких надходять золошлаки в відвал, розташовані по периметру на незначну довжину, що приводить до залучення для робіт в відвалі великої кількості перевантажувальної і переробної золошлаки техніки;
- існуючі автодороги мають слабе покриття, що ускладнює роботу автотранспорту при незадовільних погодних умовах;
- значна запиленість відвалу та прилеглої території з-за вираженої вітряної діяльності;
- незначний об'єм вивезення шлаків з відвалу веде до скорочення терміну його експлуатації через обмежені можливості накопичення золошлаків;
- велика кількість перевалочних операцій при перевезенні золошлаків з відвалу та відвантаження на магістральний транспорт;
- для транспортування золошлаків з відвалу до вузла перевантаження на магістральний транспорт залучається велика кількість орендованого автомобільного транспорту;
- через дальності транспортування золошлаків відкритим способом відбувається значна запиленість території, прилеглої до автомобільних доріг.

З огляду на перехід теплової електростанції на роздільне видалення золи та шлаку від топок котлів, а також всі перераховані недоліки, в роботі запропоновано заходи щодо вдосконалення технології та організації переробки й відвантаження золи, шлаку, а також раніше накопичених в відвалі золошлаків:

- запропоновано бункерний вузол відвантаження шлаку і золошлаків, на який з відвалу по системі конвеєрних ліній подається енергетичний шлак або раніше накопичені золошлаки. Вузол передбачається розмістити в районі існуючої під'їзної колії теплової електростанції (залізнична колія № 115);

- розроблено технологічний процес відвантаження золошлаків на магістральний транспорт;

- виконано економічне обґрунтування запропонованих заходів;

- розроблені заходи з охорони праці та техніки безпеки при виконанні відвантажувальних і транспортно-складських робіт з золошлаками.

Зроблені пропозиції потребують витрати на спорудження конвеєрів та бункерного комплексу відвантаження (31981320 гривень).

При роботі в умовах реконструкції ТЕС та впровадження пристроїв для транспортування золошлаків з відвалу та відвантаження на транспортні засоби буде отримана річна економія 15428796 гривень. Дисконтований дохід за розрахунками – 13564486 гривень, а витрати на реконструкції системи відвантаження окупляться трохи більше, як за 2 роки.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Запорізька ТЕС / Запорізька теплова електростанція : веб-сайт. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki_Запорізька ТЕС](https://uk.wikipedia.org/wiki_Запорізька_ТЕС).
2. ДСТУ Б В.2.7-205:2009 Строительные материалы. Золо-уноса тепловых электростанций для бетонов. Технические условия. – Введ. 2010-09-01 : веб-сайт. URL: <http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc=25885>.
3. ДСТУ Б В.2.7-211:2009 Строительные материалы. Смеси золошлаковые тепловых электростанций для бетонов. Технические условия. – Введ. 2010-09-01 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc25870.
4. Волженский А. В. Применение зол и топливных шлаков в производстве строительных материалов / А. В. Волженский, и. А. Иванов, В. Н. Виноградов. – М.: Стройиздат, 1984. – 225 с.
5. Голыптейн Л. Я. Использование топливных зол и шлаков при производстве цемента / Л. Я. Голыптейн, Н. П. Штейерт. – М.: Стройиздат. Ленингр. отделение, 1977. – 152 с.
6. Закон України «Про відходи» : веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/187/98-80#Text>.
7. ДСТУ Б В.2.7-46:2010. Цементи загальнобудівельного призначення. – Введ. 2011-09-01 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=26841.
8. Каталог спецтехники и оборудования : Технические характеристики : веб-сайт. URL : https://exkavator.ru/excapedia?utm_source=main_page&utm_medium=menu&utm_campaign=catalog.
9. Строй-техника. Железнодорожные краны : Описание, характеристики : веб-сайт. URL: <http://stroy-technics.ru/article/zheleznodorozhnye-krany-opisanie-kharakteristiki>.
10. Методичні вказівки до курсового проектування з дисципліни «Організація та технологія вантажних робіт на транспорті» для студентів денної і заочної

- форми навчання спеціальності 275 «Транспортні технології» / Укл. доц., д-р техн. наук Турпак С. М., ст. викладач Падченко О.О. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. – 66 с.
11. Погрузочно-разгрузочные работы с насыпными грузами : Справочник / Д. С. Плюхин, Е. Г. Угодин, Е. А. Иконников. – М. : Транспорт, 1989. – 303 с.
 12. Гриневич Г. П. Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ на железнодорожном транспорте / Г. П. Гриневич. – М. : Транспорт, 1973. – 312 с.
 13. Киреев В. С. Механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ / В.С.Киреев. – М. : Транспорт, 1991. – 352 с.
 14. Методичні вказівки до вивчення і самостійної роботи з дисципліни «Комерційна робота на транспорті» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 275 «Транспортні технології») / Укл. Васильєва Л. О. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2016. – 54 с.
 15. Комплекс з навчально-методичного забезпечення дисципліни «Вантажні перевезення» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» // Укл.: проф. Бабушкін Г.Ф., ст. викл. Лебідь Г.О. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2018. –100 с.
 16. Методичні вказівки до економічної частини дипломного проекту для студентів денної і заочної форми навчання спеціальності 275 «Транспортні технології» / Укл. доц., к.т.н. Кузькін О.Ф., ст. викл. Харченко Т.В., ст. викл. Васильєва Л.О., ст. викл. Лебідь Г.О. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2018. – 34 с.
 17. Промышленность / Конвейеры ленточные : веб-сайт. URL : <http://www.prom.ua/Lentochnye-transpotery>.
 18. Воркут Т. А. Проектный анализ : Навчальний посібник для студентів вузів / Т. А. Воркут. – Київ : Український центр духовної культури, 2000. – 440 с.

19. НПАОП 0.00-1.24-10 Правила охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом. – Введ. 2018-03-23 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=27404.
20. НПАОП 0.00-1.75-15 Правила охраны труда при погрузочно-разгрузочных работах. – Введ. 2015-03-03 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=60765.
21. НПАОП 0.00-1.64-77 Правила техніки безпеки і виробничої санітарії в промисловості будівельних матеріалів. – Введ. 1977-12-19 : веб-сайт. URL: https://budstandart.ua/normativ-document.html?id_doc=46710&minregion=76.
22. НПАОП 0.00-1.02-08 Правила будови і безпечної експлуатації ліфтів. – Введ. 2008-09-01 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=25033.
23. Правила охорони праці під час експлуатації об'єктів циклічно-потоккової технології відкритих гірничих робіт. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 18 жовтня 2017 р. за № 1275/31143 : веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1275-17#Text>.
24. ДСТУ EN ISO 7010:2019 Графічні символи. Кольори та знаки безпеки. – Введ. 2008-09-01 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=83263.
25. ДБН В.2.5-27-2006. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд – Введ. 2011-02-02 : веб-сайт. URL: http://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSTU2/dstu_7237-2011.pdf.
26. ДСТУ 7237:2011ССБП. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту. – Введ. 2011-02-02 : веб-сайт. URL: https://dnaop.com/html/34197_10.html.
27. ДБН В.2.2-28:2010 Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення. – Введ. 2010-02-10 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=27263.

28. ГОСТ 12.1.005-88 Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони. – Введ. 1988-09-29 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=6264.
29. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. – Введ. 2014-01-01 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=50154.
30. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. – Введ. 2019-03-01 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885.
31. ДСН 3.3.6.037-99 Санитарные нормы производственного шума, ультразвука и инфразвука. – Введ. 1999-12-01 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=48147.
32. ДСТУ 7339:2011 Системи стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. – Введ. 2011-02-02 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=5105.
33. НАПБ А.01.001-2014 Правила пожежної безпеки в Україні. – Введ. 2017-10-03 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=60541.
34. НПАОП 40.1-1.32-01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. – Введ. 2001-06-21 : веб-сайт. URL: <https://dnaop.com/html/1692/doc-40.1-1.32-01>.
35. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. – Введ. 2017-01-01 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=65419.
36. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. – Введ. 2017-06-01 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=68456.
37. Статут дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту. Наказ Міністерства внут-

рішних справ України від 26 квітня 2018 року № 340 : веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0801-18#Text>.

38. Дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, важкості і напруженості праці : методичні вказівки до лабораторного заняття з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі» : для студентів усіх спеціальностей та усіх форми навчання / Укл.: Лазуткін М. І., Журавель М. О. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. – 44 с.
39. Левчук К. О. Цивільний захист: навчальний посібник / К. О. Левчук, Р. Я. Романюк, А. О. Толок. – Дніпродзержинськ : ДДТУ, 2016 р. – 325 с.

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Статистичні дані та розрахунок коефіцієнту нерівномірності з відвантаження золошлаку з відвала

Файл: Zolootval-1. 28 - 10 - 2020 Saturday

Вариационный ряд

64.00	74.00	76.00	77.00	78.00	80.00
81.00	82.00	85.00	88.00	88.00	89.00
89.00	90.00	90.00	91.00	91.00	92.00
92.00	94.00	95.00	95.00	95.00	95.00
97.00	98.00	98.00	101.00	101.00	115.00

РАССЧИТАНО

Объем выборки	:	30
Математическое ожидание	:	89,237
Дисперсия	:	91,146
Среднеквадратичное отклонение	:	9,547
Коэффициент вариации	:	0,107
Коэффициент неравномерности	:	1,107

RKWL - версия 2.1

Таблиця А.2 – Статистичні дані та розрахунок коефіцієнту нерівномірності з залишку золошлаку в зоні накопичення

Файл: Zolootval-2. 28 - 10 - 2020 Saturday

Вариационный ряд

290.00	291.00	294.00	296.00	299.00	303.00
301.00	310.00	314.00	314.00	317.00	318.00
320.00	321.00	321.00	326.00	328.00	328.00
332.00	332.00	333.00	335.00	335.00	336.00
340.00	350.00	357.00	358.00	359.00	373.00

РАССЧИТАНО

Объем выборки	:	30
Математическое ожидание	:	322,398
Дисперсия	:	646,634
Среднеквадратичное отклонение	:	25,429
Коэффициент вариации	:	0,079
Коэффициент неравномерности	:	1,079

RKWL - версия 2.1