

Криворізький національний університет
Кафедра охорони праці та цивільної безпеки

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Тема

кваліфікаційної роботи

РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ПО БОРОТЬБІ З ПИЛОВИДІЛЕННЯМ НА
ЗОЛОВІДВАЛАХ В УМОВАХ ТЕПЛОЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Виконала зво Лазовська О. Г.

Науковий керівник к.т.н., доц. Нестеренко О.В.

Кривий Ріг – 2025

ЗМІСТ

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ.....	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПРО КРИВОРІЗЬКУ ТЕС ТА ВПЛИВ НА СТАН ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ	
1.1 Загальні відомості про Криворізьку ТЕС	
1.2 Дослідження технологічних процесів з утворенням золи на Криворізькій ТЕС	
1.3 Дослідження щкідливого впливу золовідвалів на стан забруднення повітря.....	15
ВИСНОВКИ ЗА РОЗДІЛОМ 1.....	
РОЗДІЛ 2 ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВОДЖЕННЯ З ЗОЛОВІДВАЛАМИА АНАЛІЗ ЗАХОДІВ З ПИЛОПРИДУШЕННЯ	
2.1 Дослідження поводження з відходами золовідвалів у світі та в Україні.....	22
2.2 Дослідження заходів з придушення пилу на золошлаковідвалах.....	24
2.3 Постійні діючі заходи боротьби з пиловиділенням на золовідвалах	22
2.4 Тимчасові оперативні заходи щодо запобігання запиленню	
ВИСНОВКИ ЗА РОЗДІЛОМ 2.....	
РОЗДІЛЗ РОЗРОБЛЕННЯ ЗАХОДІВ БОРОТЬБИ З ПИЛІННЯМ	
3.1 Тимчасові технологічні заходи боротьби з пилінням на золовідвалах	

3.2	Дослідження	найефективніших	засобів	за	рівнем	
	пилопридушення					29
3.3	Дослідження	тривалості	захисної	кірки	від	пилу
	ПАА.....					34

ВИСНОВКИ ЗА РОЗДІЛОМ 3.....

РОЗДІЛ 4 ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ

4.1	Оцінка ризиків для здоров'я людей залежно від стану забрудненості повітря в районі ЗШВ	
	ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА.....	50
	ДОДАТКИ.....	51

ВСТУП

В Україні одним із джерел виробництва електроенергії є теплоелектроцентралі (ТЕЦ), де основним видом палива використовується вугілля. У процесі його спалювання утворюються відходи — зола і шлак, які зберігаються у спеціальних золошлаковідвалах без подальшого використання.

Обсяги цих відвалів постійно зростають, і з огляду на збільшення споживання електроенергії та недостатній розвиток альтернативних джерел енергії, прогнозується подальше накопичення золошлакових відходів, що наразі складає близько 22,5 млн тонн на рік. Загалом в Україні вже накопичено понад 1,5 млрд тонн таких відходів, причому рівень їх утилізації в різних сферах промисловості не перевищує 10% [17].

Окрім цього, навіть при дотриманні норм експлуатації золошлаковідвалів у місцях їх розташування спостерігаються негативні процеси, які впливають на стан забруднення атмосфери, здоров'я працівників і населення.

Тому, боротьба з пиловиділенням на золовідвалах є актуальною проблемою, яка вимагає нових вирішень.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПРО КРИВОРІЗЬКУ ТЕС ТА ВПЛИВ НА СТАН ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ

1.1 Загальні відомості про Криворізьку ТЕС

Криворізька ТЕС знаходиться в Дніпропетровській області, приблизно за 50 км на південь від Кривого Рогу та всього за 2 км від міста Зеленодольськ. .

Її будівництво відбувалося у 3 черги поблочно по 300 МВт:

1 – блоки № 1,2,3,4

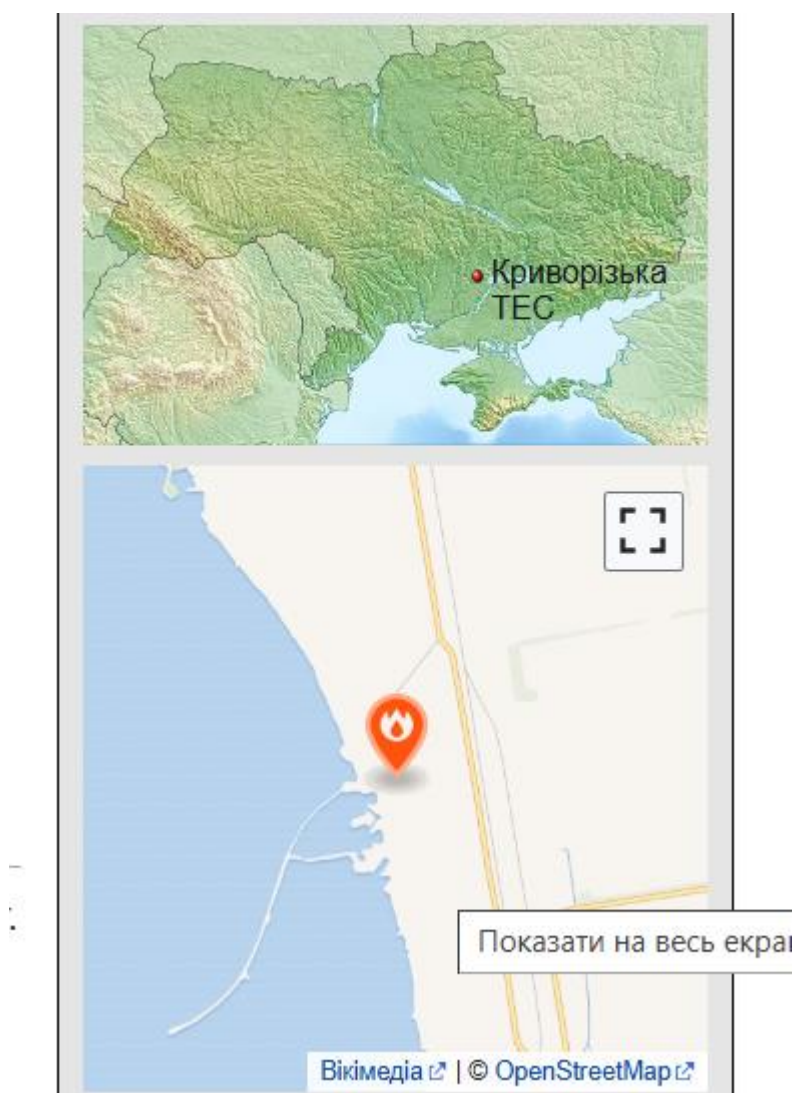
2 – блоки № 5,6,7,8

3 – блоки № 9, 10 [1].

На теперішній час заявлена потужність Криворізької ТЕС приблизно 2100 МВт
1 енергоблок по 315 МВт, №1 з котлом П-50 та турбіною К-315-240-2;
3 енергоблоки 300 МВт №№2-4 з котлами П-50 та турбінами К-300-240-2;
1 енергоблок 282 МВт №5 з котлом ТПП-210А та турбіною К-300-240-2;
1 енергоблок 282 МВт №8 з котлом ТПП-210А та турбіною К-300-240;
1 енергоблок 300 МВт №10 з котлом ТПП-210А та турбіною К-300-240-2;
Довідково:
2018 році з встановленої потужності виведені 3 енергоблоки по 282 МВт №№6,7,9
Станом на 01.06.2021 енергоблоки №2 та №8 перебувають у консервації.

Перший основний енергоблок розпочав роботу у 1965 році, а останній був запусканий у 1973 році. За проектом станція працює на пісному вугіллі, а як резервне паливо використовуються мазут і газ. Передача електроенергії здійснюється через відкриті розподільчі пристрої з напругою 150 і 330 кВ.

У 2019 році енергоблок №1 було переобладнано для використання вугілля марки Г [2].



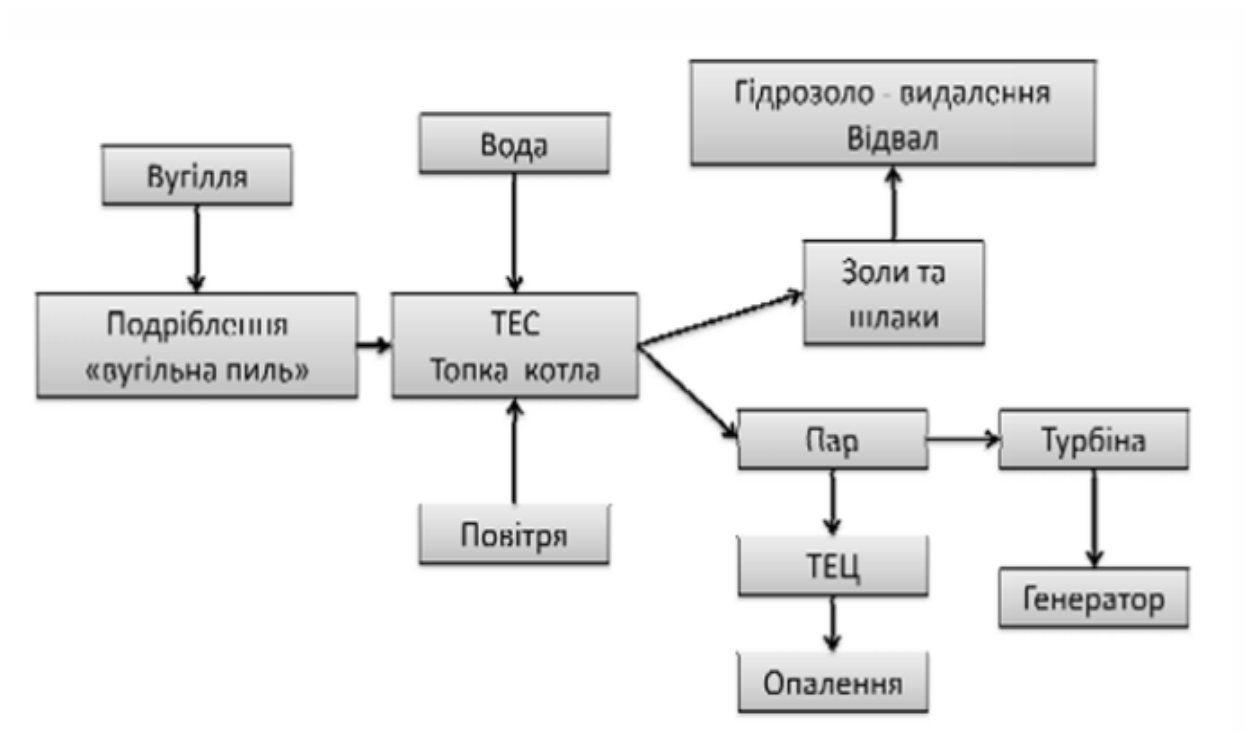


Малюнок 1.1 — Вигляд Криворізької ТЕС

До війни 2022р. Постачання вугілля забезпечувалося шахтою “Комсомолец Донбасу”, на-зараз ДТЕК “Павлоград вугілля”. З кожного кілограма вугілля Криворізька ТЕС виробляє 2,16 кВт год. електроенергії. Кожного року вугільники поставляють на ТЕС близько 1 млн.т вугілля, що складає 51% від загальної кількості твердого палива , що використовується для виробництва електроенергії. Це дозволяє виробляти для України 2.2 млрд. Квт год. електроенергії [3].

1.2 Дослідження технологічних процесів з утворенням золи на Криворізькій ТЕС

Під час процесу спалювання твердого палива на теплових станціях в топках за температури $\sim 2000^{\circ}\text{K}$ створюються значні обсяги шлаків та летючої золи (мал. 1.2). Близько 90% цих відходів складають дрібні й легкі частинки з питомою поверхнею $1500\text{-}3000\text{ см}^2/\text{г}$, які виносяться з топки разом із газами. Водночас більші частинки осідають у нижній частині топки, де сплавляються, утворюючи кускові шлаки [4].



Малюнок 1.2 - Схема утворення золи на ТЕС

|

На нових ТЕС вугільне паливо спалюється у вигляді пилу. Шлак утворюється внаслідок злипання розм'якшених частинок золи всередині топки й

накопичується в шлакових камерах. Максимальний розмір зерен шлаку в золошлаковій суміші визначено на рівні 20 мм.

Зола, що підхоплюється димовими газами (зола виносу), виходить із топки й затримується в системах очищення, таких як циклони та електрофільтри. Більшість частинок золи має склоподібну поверхню, а їхній розмір варіюється від кількох мікрон до 50-60 мкм [4].

Золошлаки, отримані на ТЕС за умови сухого відбору, мають більш стабільний фазовий, хімічний і зерновий склад, а також зберігають основні властивості. Крім того, суху золу набагато простіше навантажувати, транспортувати, розвантажувати та складувати, ніж вологу. Відходи класифікуються за обсягами утворення, серед яких великотоннажні, до яких належить і зола. Її хімічний склад залежить від типу спалюваного вугілля. Наприклад, зола, отримана при спалюванні горючих сланців, має нижчу кислотність порівняно із золою, що утворюється внаслідок спалювання кам'яного або бурого вугілля [4].

Щорічно на теплоелектростанціях нашої країни утворюється близько 7-9 млн тонн шлаків і золи, що становить від 50 до 200 грамів на 1 кВт виробленої електроенергії [5].

Варто визначити, що переробка золи в нашій країні складає 10%, в США - 80%, у Франції – 72%, в Англії – 60% [5].

Структура і склад золи значною мірою залежать від кількох чинників, що впливають одночасно. Серед них – морфологічні особливості та тип спалюваного палива, ступінь його подрібнення під час підготовки, хімічний склад мінеральної частини, рівень зольності, час перебування частинок у зоні горіння, температура горіння тощо. Якщо в мінеральній частині палива міститься значна кількість карбонатів кальцію, то під впливом високих температур у процесі спалювання

утворюються силікати, алюмінати й ферити кальцію – мінерали, що здатні до гідратації. Такі золи при контакті з водою можуть тверднути самостійно, оскільки містять оксиди кальцію та магнію у вільній формі [5].

Класифікується зола за типом вугілля, що використовується:

Кам'яновугільна	утворюється під час спалювання кам'яного вугілля, окрім «тощого» (КУ)
Буровугільна	отримується при спалюванні бурого вугілля (Б)
Антрацитова	виникає при спалюванні антрациту, напівантрациту та «тощого» кам'яного вугілля (А)
Хімічний склад золи на 85-90% складається з оксидів кремнію, алюмінію, заліза, кальцію та магнію. Золи, отримані зі спалювання кам'яного та бурого вугілля, антрациту й торфу, зазвичай мають кислотні властивості [5].	

В табл. 1.1. наведено хімічний склад золи із золівідвалів

Таблиця 1.1 – Хімічний склад золи з зола відвалів [5]

Речовина	Формула	Вміст, %
Двоокис кремнію	SiO ₂	46,67-50,69
Оксид алюмінію	Al ₂ O ₃	21,43-25,18
Оксид заліза	Fe ₂ O ₃	13,35-17,35
Оксид магнію	MgO	1,99-2,42
Оксид кальцію	CaO	4,12-4,57
Оксид марганцю	Mn ₃ O ₄	0,23-0,34
Оксид титану	TiO ₂	0,68-0,84
Триоксид сірки	SO ₃	0,37-0,58
Оксид фосфору	P ₂ O ₅	0,18-0,36
Оксид калію	K ₂ O	1,3-1,9
Оксид натрію	Na ₂ O	0,47-0,52

1.3 Дослідження шкідливого впливу золовідвалів на стан забруднення повітря

Енергооб'єкти є постійними джерелами забруднення довкілля через шкідливі викиди. Проблеми, пов'язані з тривалою експлуатацією теплових електростанцій (ТЕС), є вкрай актуальними, оскільки визначають рівень їхнього впливу на довкілля та формують стратегію розвитку енергетичної галузі України. Наразі стан генеруючого обладнання на ТЕС характеризується значним фізичним і моральним зносом, а застарілі технології на багатьох станціях не відповідають сучасним екологічним стандартам. Використання низькоякісного вугілля та недостатньо ефективні системи очищення димових газів сприяють зростанню рівня забруднення навколишнього середовища [6].

Наукові дослідження, присвячені екологічній безпеці регіонів, що зазнають впливу ТЕС, охоплюють аналіз основних факторів техногенного навантаження,

зокрема фізичних, хімічних, біологічних аспектів і змін ландшафту. На основі цих досліджень розроблено систему заходів для управління екологічною безпекою на регіональному рівні. Доведено, що головними джерелами забруднення є викиди димових газів, стічні води промислових підприємств і тверді відходи, такі як золошлаки та шлами. Оскільки виробництво електроенергії пов'язане з перетворенням більшості матеріальних ресурсів і енергії палива у відходи, ТЕС, що працюють на органічному паливі, залишаються значним джерелом антропогенного впливу на довкілля [6].

Одним із найважливіших екологічних викликів, пов'язаних із діяльністю ТЕС, є золовідвали — спеціальні гідротехнічні споруди для накопичення золошлакових відходів. Їхня територія обмежена дамбами та природним рельєфом місцевості, а для транспортування відходів використовуються системи гідрозоловидалення.

Реальні концентрації золи, азоту, оксидів сірки димових газах українських ТЕС наведені в таблиці 1.1.

У цих системах золошлакові відходи змішуються з водою, утворюючи пульпу, яка транспортується трубопроводами до золовідвалів. У процесі відстоювання в спеціальних ставках-накопичувачах відбувається поділ: тверді частинки осідають, а освітлена вода відділяється. У золовідвалах постійно тривають два основні процеси.



Малюнок 1.3 — Вигляд золовідвалів ТЕС

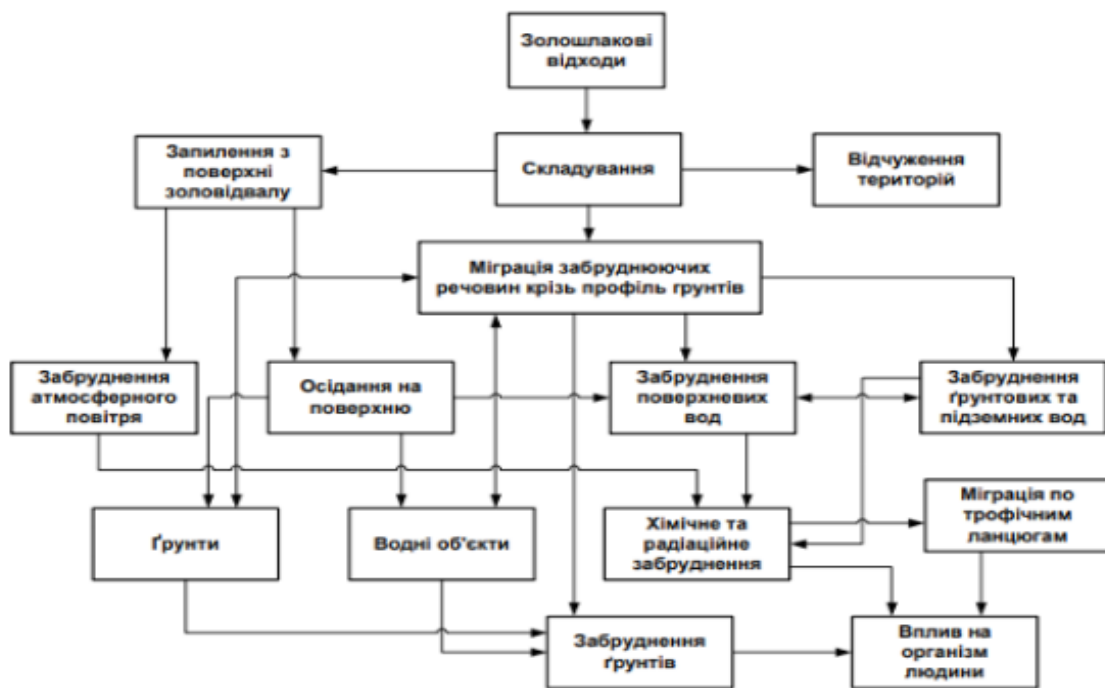
Перший – це випаровування води, що спричиняє утворення на поверхні золовідвалу сухих ділянок, відомих як «пляжі». Під впливом вітру вони стають джерелом пилових частинок, які поширюються в атмосферу.

Другий – це просочування води (як очищеної, так і частково забрудненої) крізь ґрунт, що призводить до потрапляння розчинених токсичних елементів золошлаків у підземні джерела води та природні водойми, розташовані на певній відстані від відвалів. Таким чином, попри огороження, золовідвали залишаються відкритими екосистемами.

Шкідливі речовини, що містяться в золошлаках, можуть мігрувати через воду та повітря, забруднюючи ґрунт, атмосферу, підземні й поверхневі води на

відстані в десятки кілометрів від місця їхнього накопичення. У результаті, токсичні компоненти, потрапляючи в харчові ланцюги, можуть негативно впливати на екосистеми (рослинність, тваринний світ, водні організми) і завдавати шкоди здоров'ю людини через воду, повітря та продукти харчування [7].

На рисунку 1.4 подано схему впливу золошлакових відвалів на навколишнє середовище [8].



Малюнок 1.4 – Вплив золошлакових відходів на довкілля [3]

Золошлакові відходи, що виникають у процесі спалювання вугілля на ТЕС, належать до великотоннажних промислових відходів (рис. 1.4). Для їх переміщення використовуються системи гідрозоловидалення. Зазвичай ці відходи транспортуються у вигляді рідкої пульпи з низькою концентрацією твердих

частинок і накопичуються в спеціальних гідротехнічних спорудах – золовідвалах. Вони є одним із ключових факторів забруднення довкілля в енергетичному секторі.



Малюнок 1.5 – Відходи золошлаків ТЕС [9]

Будівництво та експлуатація технологічної інфраструктури на ТЕС, що відповідає за збір, транспортування та зберігання золошлакових відходів, потребує значних капіталовкладень, а також витрат на подальше обслуговування [9]. Накопичення та утримання цих відходів негативно впливає на екологічний стан прилеглих територій, спричиняючи такі проблеми:

- вилучення та деградація міських земель під будівництво золовідвалів і супутніх об'єктів (золопроводів, насосних станцій тощо);

- проникнення забруднених розчинів із чаш золівідвалів у поверхневі та підземні води, що спричиняє їхнє вторинне забруднення;
- утворення пилових викидів із сухих ділянок золівідвалів, особливо при збільшенні обсягів відходів і вичерпанні їхніх резервних ємностей.

На сьогодні у відвалах ТЕС України накопичено близько 4 млн тонн золошлакових відходів, що займають територію близько 3170 га [9]. Щорічно додається приблизно 14 млн тонн шлаків, і ця цифра продовжує зростати через зниження якості палива. Це загострює технологічні та екологічні проблеми, адже витрати на утримання та природоохоронні заходи постійно збільшуються.

При вікртому зберіганні золошлаки активно розкладаються у водорозчинні сполуки, що можуть суттєво забруднювати поверхневі та підземні води [10]. Крім того, у процесі виробництва целюлози, паперу, картону та гідролізно-дріжджових продуктів накопичуються й скидаються у водойми величезні обсяги водорозчинного лігніну. Ця органічна речовина вступає у взаємодію з розчиненим киснем, значно погіршуючи кисневий баланс у водних об'єктах, знижуючи рівень рН до критичних показників, що загрожує водним екосистемам.

Металургійна промисловість, при накопичуванні відходів виробництва, такі як доменні, сталеплавильні та інш., а також викидаючи в навколишнє середовище аерозольні і димові частки, здійснює підвищення концентрації розчинних сполук важких металів (Zn, Pb, Pg тощо), а також фенолів, сульфатів і хлоридів у ґрунтах та прилеглих водних об'єктах [11].

Відповідно до статті 69 ЗУ «Про охорону природного середовища» [12], шкода, завдана порушенням екологічного законодавства, має бути відшкодована в повному обсязі без будь-якого зменшення розміру компенсації. Це положення діє незалежно від сплати зборів за забруднення довкілля та погіршення якості природних ресурсів. Крім того, постраждалі мають право на відшкодування втраченої вигоди за період, необхідний для відновлення їхнього здоров'я,

екологічної ситуації та природних ресурсів до первісного стану, придатного для використання за призначенням [13].

Оцінювання екологічного збитку може базуватися на двох підходах. Перший передбачає розрахунок фактичної (за можливості повної) шкоди, а другий — аналіз попередніх витрат на запобігання потенційним негативним наслідкам. Перший варіант враховує реальні витрати на усунення екологічних порушень, тоді як другий орієнтований на оцінку можливих збитків у майбутньому [13].

Однак далеко не всі види екологічного збитку піддаються точному кількісному вимірюванню, оскільки ми маємо обмежене розуміння про всі процеси, що відбуваються у природі. Не всі наслідки впливу на здоров'я людини можна передбачити, а оцінці підлягають лише явні порушення. Тому розраховані фінансові витрати на ліквідацію наслідків зазвичай є нижчими за реальні масштаби збитків.

Особливість негативного впливу на екологію полягає в тому, що в більшості випадків його наслідки є незворотними або потребують тривалого періоду для відновлення, оскільки природні компоненти відтворюються дуже повільно [13].

Аналіз впливу шкідливих викидів ТЕС на довкілля дозволяє виділити кілька основних аспектів їхньої взаємодії з природним середовищем [14]:

- Один із основних екологічних ефектів роботи ТЕС — це збільшене споживання кисню з атмосфери, який необхідний для процесу горіння палива [14].
- Використання та споживання великих об'ємів води призводить до змін у природному водному балансі [14].
- Осідання твердих частинок викидів на поверхні водойм, спричинене спалюванням органічного палива, змінює властивості води, її хімічний склад і забарвлення [14].

- Потрапляння на ґрунт кислотних залишків, важких металів, канцерогенних речовин та їхніх сполук у формі твердих частинок і розчинів [14].
- Викиди на поверхню суші й водойм продуктів спалювання твердого палива, таких як зола та шлаки, а також залишків від очищення нагрівальних поверхонь (сажа, пил тощо) [14].
- Забруднення ґрунту й водних об'єктів під час транспортування, переробки, перевантаження та зберігання рідкого і твердого палива [14].
- Випадіння твердих і рідких радіоактивних відходів, які можуть поширюватися у гідросфері та літосфері [14].
- Викид тепла, що може спричиняти локальне або тимчасове підвищення температури водойм, зміну гідрологічного режиму, зміни у льодовому покриві, посилення випаровування, зміну кількості опадів і виникнення туманів [14].
- Будівництво водосховищ у річкових долинах або використання природного рельєфу для створення штучних ставків-охолоджувачів, що призводить до змін у кількісному та якісному складі річкових стоків, порушення гідрологічного режиму та погіршення умов для рибальства [14].
- Зміни у природному ландшафті через будівництво енергетичних об'єктів, що веде до вилучення з господарського обігу сільськогосподарських земель, пасовищ і луків [14].

На основі цих спостережень автори роботи визначили ключові фактори, що спричиняють критичний стан довкілля [14].

ВИСНОВКИ ЗА РОЗДІЛОМ 1

На основі проведеного аналізу впливу шкідливих викидів ТЕС України на довкілля можна зробити висновок, що нинішня еколого-енергетична ситуація в країні є критичною та вимагає кардинальних змін у функціонуванні паливно-енергетичного комплексу.

Оскільки викиди забруднюючих речовин від вугільних електростанцій загрожують екологічній безпеці та здоров'ю громадян, реалізація комплексних заходів зі скорочення шкідливих викидів у навколишнє середовище є одним із ключових пріоритетів.

РОЗДІЛ 2

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВОДЖЕННЯ З ЗОЛОВІДВАЛАМИ ТА ЗАХОДІВ З ПИЛОПРИДУШЕННЯ

2.1 Дослідження поводження з відходами золовідвалів у світі та в Україні

Для дослідження ефективних технічних і економічних рішень було проаналізовано досвід розвинених країн щодо використання золи ТЕС.

Головна концептуальна відмінність полягає в тому, що в економічно розвинених країнах золошлаки класифікуються як побічні продукти теплових електростанцій. Там електростанції здійснюють підготовку цих матеріалів, доводячи їх характеристики до нормативних вимог у будівництві перед продажем.

В Україні ж золошлаки офіційно вважаються відходами, а електростанції постачають їх споживачам без відповідної технологічної підготовки, що забезпечила б відповідність будівельним нормам.

В Японії та Західної Європи та майже повністю відмовилися від золовідвалів. Суху золу з ТЕС збирають у спеціальні силоси, розташовані біля основних корпусів станцій. Наприклад, у Німеччині на кожній електростанції ємність таких силосів становить 40-60 тисяч тонн, а також передбачені додаткові резервуари для зберігання на 1-2 доби. З цих силосів щодня відбираються проби для лабораторного аналізу, а зола проходить технологічну обробку – перемішування та дозування за фракційним складом, після чого вона зберігається в основних сховищах.

У Німеччині найбільшою компанією, яка займається переробкою та використанням зол ТЕС, є Bau Mineral (BM) – дочірнє підприємство енергетичної корпорації. Ця компанія відіграє ключову роль у взаємодії між тепловими електростанціями та будівельною індустрією [21].

У Німеччині 3,1 мільйона тонн цементу заміщуються золою, що дозволяє екологічно утилізувати цей матеріал. Такий підхід сприяє економії ресурсів і

енергії, необхідної для виробництва цементу, а також скороченню викидів CO₂ на 3,1 мільйона тонн (оскільки виробництво 1 тонни цементу супроводжується викидом 1 тонни CO₂). Це відповідає вимогам Кіотського протоколу щодо зменшення забруднення атмосфери. Витрати на інфраструктуру, транспортування та заробітну плату працівників компенсуються за рахунок цієї економії.

ТЕС у Німеччині розглядається як виробник корисних матеріалів, а не відходів, і ключовою вимогою до золи є її однорідність.

У США законодавство зобов'язує будівельні компанії використовувати золу ТЕС у бетоні та будівельних розчинах. Порушення цього правила карається економічними санкціями з боку держави. Крім того, ТЕС зазвичай доплачують споживачам за вивезення золи.

У Китаї золошлаки, отримані на ТЕС, передаються споживачам безкоштовно.

У Польщі діють потужні економічні стимули для підприємств, які використовують золошлаки у виробництві.

В Україні наразі у відвалах теплоелектростанцій накопичено 358,8 мільйона тонн золошлаків, що займають площу 3170 гектарів. Щорічний обсяг їх утворення досяг 14 мільйонів тонн і має тенденцію до зростання через погіршення якості палива. Попри значний потенціал використання цих відходів, їх реальне застосування в Україні не перевищує 10%. До 2018 року частка комерційного використання золошлаків у країні становила лише 5% [22].

Для ефективної утилізації золошлаків необхідний комплексний підхід, який включає розробку технічних стандартів, створення переробних ліній, удосконалення логістики та зміну ставлення підприємств до вторинних мінеральних ресурсів.

На багатьох ТЕС в Україні золівдвали майже заповнені або вже переповнені. Їх розширення потребує значних фінансових витрат, а відведення нових земель у багатьох випадках є проблематичним або навіть неможливим через екологічні обмеження.

Компанія ДТЕК вже робить перші кроки для розв'язання цієї екологічної проблеми, використовуючи власний шлак для укріплення дамб золівдвалів. Водночас ключовим напрямком діяльності є впровадження європейських підходів до утилізації золошлаків в Україні.

Завдання, яке поставила перед собою компанія, є надзвичайно амбітним, адже проблема золівдвалів, що накопичувалися протягом 40-60 років, не може бути вирішена миттєво і потребує значних зусиль та часу. Саме тому ДТЕК, як єдина українська компанія-ініціатор, розпочала міжнародний діалог у цьому напрямку.

У вересні 2021 року ДТЕК разом із Польським союзом поводження із золошлаковими матеріалами та компанією ЕКОТЕСНІР, за підтримки Польсько-української торгово-промислової палати, підписали меморандум про взаєморозуміння щодо використання золи та шлаків в Україні.

Ця співпраця передбачає:

- адаптацію українського законодавства до європейських норм,
- розробку національних стандартів і технічних регламентів,
- проведення наукових та ринкових досліджень,
- впровадження пілотних проєктів із застосування сучасних технологій поводження із золошлаковими матеріалами.

Конкретні результати ще попереду, але важливо те, що процес вже розпочався.

2.2 Дослідження заходів з придушення пилу на золошлаковідвалах

В енергетичній сфері заходи з придушення пилу на золошлаковідвалах класифікуються наступним чином:

1. Постійні заходи конструктивного та планувального характеру, які закладаються в проєкт золошлаковідвалу та реалізуються на етапі його будівництва.
2. Тимчасові оперативні заходи, спрямовані на зменшення запиленості сухих ділянок відвалу під час експлуатації. Вони застосовуються при вилученні золошлаків для подальшого використання або під час підвищення дамб відвалу.
3. Тимчасові технологічні заходи, які здійснюються в періоди, коли певні секції золошлаковідвалу не експлуатуються. Вони передбачають осушення території для підготовки до нарощування дамб або до початку консерваційних чи рекультиваційних робіт.
4. Постійне закріплення відпрацьованих площ золошлаковідвалу, що виконується з метою їх подальшої консервації або відновлення.

Згідно з положеннями СОУ-Н ЕЕ 40.1-00100227-101:2014 "Норми технологічного проєктування енергетичних систем і електричних мереж 35 кВ і вище", проєкт золошлаковідвалу, а також його розширення, реконструкція, нарощування дамб, консервація чи рекультивація обов'язково повинні передбачати відповідні заходи з пилопридушення.

Вибір методів пилопридушення та їх поєднання має гарантувати безпильову експлуатацію золошлаковідвалу та забезпечувати максимальне зменшення

запилення під час нарощування дамб, реконструкції, консервації чи рекультивації відвалу.

Рекомендації щодо довготривалого закріплення відпрацьованих золошлаковідвалів у процесі їх консервації та рекультивації наведені в [15].

2.3 Постійні діючі заходи боротьби з пиловиділенням на золовідвалах

При проектуванні золошлаковідвалів для мінімізації викиду зольних часток у повітря слід дотримуватися таких принципів (табл. 2.1) [15.16].

Як на етапі будівництва золошлаковідвалів, так і під час їх експлуатації, для зменшення поширення золи та забруднення прилеглих територій доцільно висаджувати пилозахисні лісосмуги. Вони повинні складатися з листяних дерев і чагарників, що мають високу здатність до поглинання пилу, і розташовуватися на зовнішньому укосі первинної дамби відвалу.

Якщо золошлаковідвал розміщений у природній улоговині або його висота не перевищує 15 м відносно навколишньої місцевості, ефективним заходом для зменшення розповсюдження золи є створення захисних насаджень у межах санітарно-захисної зони.

Вибір видів дерев і чагарників, а також технології їх висаджування, має здійснюватися відповідно до рекомендацій профільних науково-дослідних установ та місцевих лісогосподарських організацій. Перевагу слід надавати швидкорослим породам, які добре адаптовані до кліматичних умов регіону, таким як тополя та осика.

Таблиця 2.1 - Постійні заходи боротьби з пиловиділенням на золовідвалах

№з/п	Заходи боротьби з пиловиділенням на золовідвалах
1	Розташовувати відвал у місцях із природним захистом від вітру, наприклад, у низинах, на підвітряних схилах або поруч із лісистими ділянками.
2	Обирати території, де ризик перенесення пилу на жиллові масиви та інші чутливі зони є мінімальним
3	Надавати відвалу прямокутну форму, орієнтуючи найдовший бік уздовж переважаючих вітрів у періоди підвищеної пилонебезпеки. Це зменшує винос пилових частинок за межі золошлакового поля.
4	Розташовувати руд-освітлювач біля дамби, що знаходиться на найдальшій ділянці за напрямком панівних вітрів, для осадження пилу з повітряного потоку.
5	Секціонувати золошлаковідвал розділовими дамбами, що дозволяє здійснювати послідовне заповнення, нарощування, виведення з експлуатації та консервацію окремих ділянок, тим самим значно зменшуючи запилені зони та створюючи природні бар'єри для пилових хмар.
6	Підвищувати висоту дамб, розташованих перпендикулярно до напрямку основних вітрів, на 2–3 м для зниження швидкості повітряного потоку та сприяння осадженню пилу у створеній аеродинамічній тіні.
7	Створювати на дамбах вітрозахисні бар'єри, наприклад, у вигляді піднятих пульпопроводів або пругчастих огорож.
8	Прокладати розвідну мережу пульпопроводів по периметру дамб для рівномірного розподілу золошлаків та періодичного зволоження сухих зон шляхом перемикання точок подачі пульпи.
8	Встановлювати на дамбах стаціонарні системи дощування.
10	Зміцнювати зовнішні укоси дамб рослинним ґрунтом із висіванням трав. Як альтернативу можна використовувати шар шлаку або щебеню розміром понад 2 мм, товщиною 0,2–0,3 м.

2.4 Тимчасові оперативні заходи щодо запобігання запиленню

Під час експлуатації золовідвалу необхідно ефективно застосовувати всі передбачені проектом методи та технічні засоби для зниження запиленості. Серед таких заходів (табл.2.2).

Таблиця 2.2 - Заходи для зниження запиленості передбачені проектом

№з/п	Заходи для зниження запиленості
1	Змочування запилених ділянок зольних пляжів освітленою водою, яка подається через розвідну мережу пульпопроводів, що не містять золошлакової пульпи;
2	Збільшення частоти перемикання пульповипусків у теплі місяці, щоб підтримувати у вологому стані максимально можливу площу наливних надводних відкладень;
3	Періодичне зрошення сухих ділянок за допомогою стаціонарних дощувальних установок або поливальних машин;
4	Тимчасове підняття рівня води у відстійному ставку для покриття водою більшої площі надводних відкладень золошлакового матеріалу

При цьому підняття рівня води у відстійному ставку має враховувати вимоги щодо запобігання виходу фільтраційної води на зовнішній схил огорожувальної дамби. Мінімально допустиму відстань між урізом води у ставку та зовнішнім укосом відвалу (див. мал. 1) рекомендується визначати за формулою, наведеною нижче [19].

На ділянках огорожувальної дамби, де немає зольних пляжів, перед підняттям рівня води у відстійному ставку слід перевірити стан верхнього укусу та його укріплення. Якщо захисний шар відсутній або помітні сліди руйнування від хвиль, необхідно зміцнити укис, уклавши шар гравію, щебеню або шлаку фракцією 20 мм і більше, товщиною 200-300 мм [18].

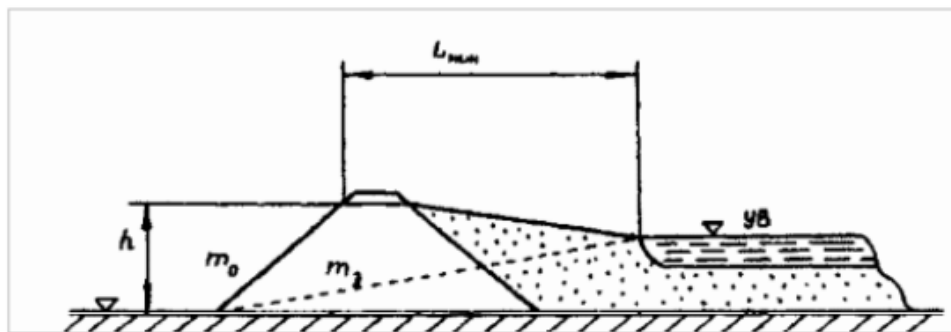
$$L_{\text{амн}} = h(m_z - m_o)$$

де h - висота від поверхні відкладень золошлакового матеріалу до основи відвалу;
- відношення горизонтальної проекції кривої депресії до перевищення рівня води у ставку над основою; для золошлакового матеріалу дорівнює 7-10, причому меншу величину приймають для суміші золи і шлаку, більшу - для золи;
- середнє закладення зовнішнього укусу відвалу. Підйом рівня води відстійного ставка не повинен знижувати значення перевищення гребеня дамб над експлуатаційним рівнем води в ставку нижче допустимого, що приймається відповідно до рівним для відвалів I класу 2 м, II класу - 1,5, III класу - 1,0 і IV класу - 0,7 м.

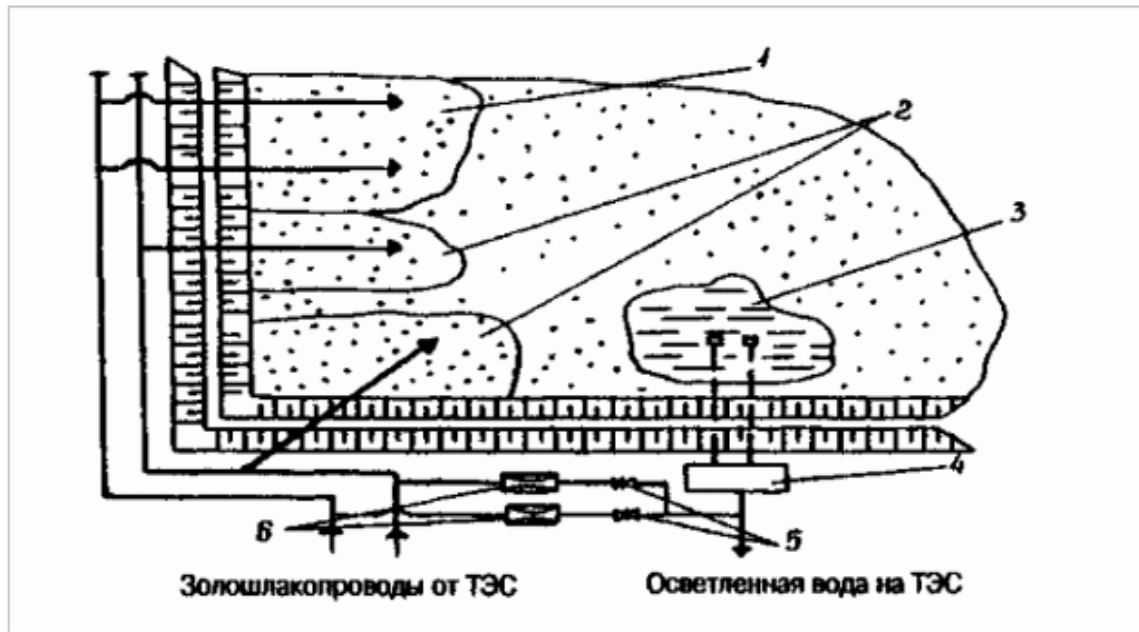
Змочування поверхні пляжу здійснюється періодично, у міру її висихання, через наявні пульповипуски. Обсяг води, що використовується для цього процесу, рекомендується обмежувати до 10% від загального об'єму, що подається насосною станцією освітленої води. Для регулювання подачі води передбачається встановлення перемички між водоводом освітленої води та пульпопроводами, оснащеної відсічними засувками та регулювальними шланговими затворами (мал. 2).

Щоб підвищити ефективність зрошення, розширити площу змочування та забезпечити рівномірний розподіл води, пульпопроводи можуть бути додатково обладнані зрошувальними патрубками діаметром 100 мм, розташованими з інтервалом 20 м та оснащеними відключаальною арматурою.

У теплу пору року для підтримання максимальної площі зволоження поверхні надводних відкладень золошлаку доцільно частіше перемикати діючі пульповипуски. Цей метод ефективний для золошлаковідвалів площею до 30 га з протяжністю пляжів не більше 1 км та відстанню між пульповипусками не більше 50 м [18].



Малюнок 2.1 - Схема визначення мінімально допустимої відстані від урізу відстійного ставка до брівки зовнішнього укосу золошлаковідвалу в разі фунтів, що слабо фільтрують, в основі: - мінімально допустима відстань від урізу ставка до зовнішнього укосу відвалу; h - висота від поверхні відкладень золошлакового матеріалу до основи відвалу; t_0 - середнє закладення зовнішнього укосу відвалу; t_3 - відношення горизонтальної проекції кривої депресії до перевищення рівня води у ставку над основою; $УВ$ - рівень води ставка-освітлювача



Малюнок 2.2 - Схема змочування зольних пляжів освітленою водою резервним пульпопроводом:

1 - ділянка наміву зольного пляжу; 2 - ділянки зволоження пляжів освітленою водою; 3 - відстійний ставок; 4 - насоси освітленої води; 5 - засувки 100-150 мм; 6 - шлангові затвори

Якщо на пульповипусках встановлена надійна електрифікована арматура, змочування зольних пляжів освітленою водою та частіше перемикання працюючих пульповипусків можна застосовувати на відвалах із більшою площею та протяжністю пляжів [19].

Зрошення сухих пляжів

Зрошення водою сухих пляжів за допомогою стаціонарних або пересувних дощувальних установок може використовуватися як на діючих, так і на виведених з експлуатації відвалах або їх секціях.

Ця технологія застосовується для двох основних цілей:

- підтримання поверхні золотого масиву у вологому стані в посушливий період (дощування), що ефективно на площах до 100 га;
- осадження пилу, що утворюється на пляжах, шляхом створення водяної завіси по їх межах.

Кількість води, необхідної для дощування, визначається максимальною вологоємністю золи та зволоженням верхнього шару товщиною до 10 мм. У середньому витрата води складає 2,5 мм опадів за один цикл або 25,0 м³/га.

Частота зрошення залежить від інтенсивності випаровування в конкретних умовах. Мінімальний інтервал між циклами зрошення становить 2 години, а максимальна кількість циклів на добу – 6 разів (у денний час) [19].

Для зрошення сухих пляжів діючих золошлаковідвалів рекомендовано використовувати далекоструменеві навісні зрошувачі ДДН-45, ДДН-70 і ДДН-100, що агрегатуються з тракторами ДТ-75, ДТ-54А, Т-150К і Д75І. Полив здійснюється під час руху техніки по гребеню огорожувальної дамби з подачею води від водоводу освітленої води [18].

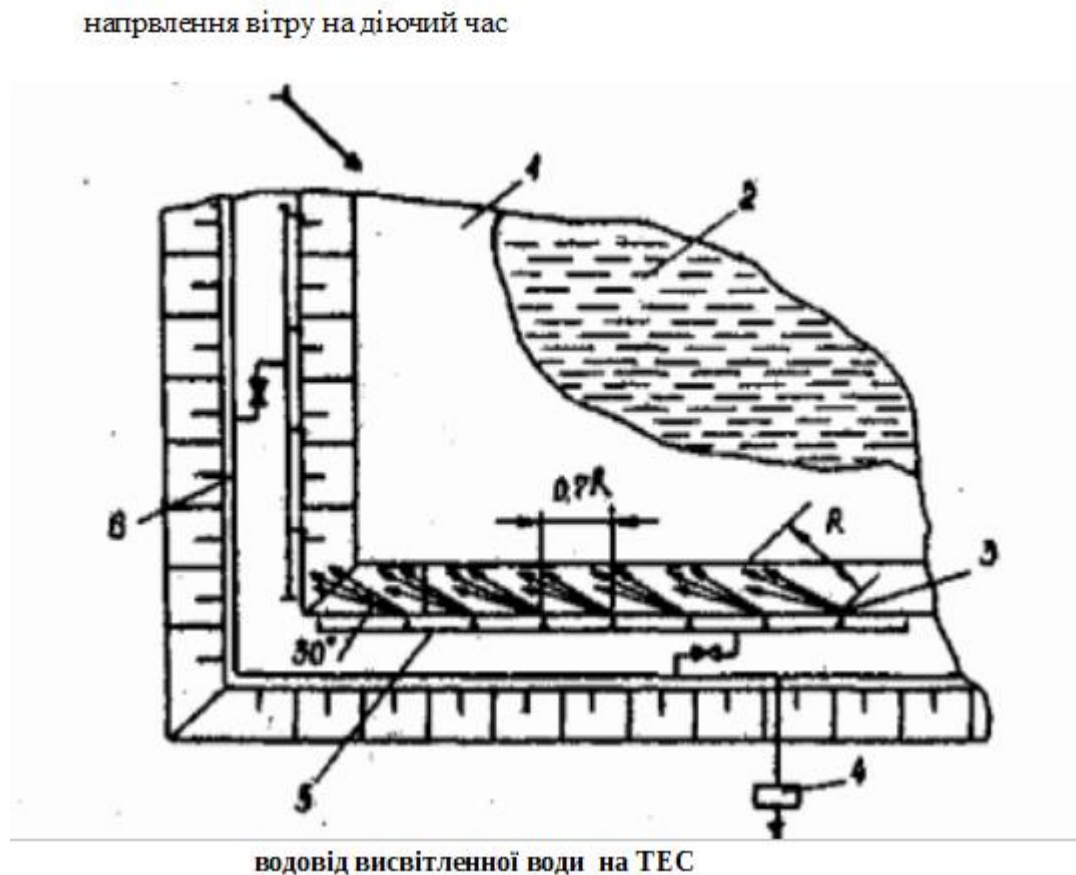
Водяну завісу можна використовувати як для діючих золошлаковідвалів, так і як додатковий метод пилопригнічення на відвалах, що виведені з експлуатації, за умови наявності на них стаціонарних систем зрошення. Вода для функціонування завіси подається з водогону освітленої води напряму або через підкачувальну насосну станцію, якщо в мережі недостатній тиск.

Зрошувальне крило водяної завіси може складатися з 6–12 дощувальних установок (ДН-1, ДД-30, ДД-15, ДА-2, ПУК-2, ПУК-3), які розміщують на відстані 30–40 метрів одна від одної (0,7 радіусу дії).

При налаштуванні та переміщенні зрошувального обладнання слід уникати розмивання верхового укосу дамби. Дощувальні установки можуть працювати в

одному напрямку, забезпечуючи перекриття струменя не менше ніж на 15% радіусу дії, або охоплювати сектор у 120° (див. рис. 3).

Розташування крил водяної завіси планується з урахуванням розміщення найважливіших об'єктів, що потребують захисту від пилу. Увімкнення системи може здійснюватися автоматично або вручну залежно від сили та напрямку вітру, що визначається індивідуально під час проєктування та налаштування для кожного золошлаковідвалу [18].



Малюнок 2.3 - Схема водяної завіси на золошлаковідвалі:

- 1 - сухий пляж; 2 - відстійний ставок; 3 - дощувальний апарат; 4 - насосна станція водяної завіси; 5 - крило водяної завіси; 6 - магістральний трубопровід

Водяна завіса є одним із найекономічніших способів швидкого зменшення пилового забруднення, оскільки її дія обмежується конкретною зоною та періодом роботи при мінімальних витратах води.

Заходи щодо запобігання запиленню

Для зменшення запиленості поверхні намитого золошлакового матеріалу під час проведення робіт із нарощування дамб відвалу (як при виведенні секції з експлуатації та її осушенні, так і при зниженні рівня води у відстійному ставку без припинення експлуатації відвалу) застосовують зрошення сухих пляжів і вибоїв.

Також пилопригнічення проводять під час вибірки золошлакового матеріалу для подальшого відвантаження споживачам. Для цього використовують стаціонарні дощувальні установки, поливальні машини або гідромоніторне обладнання.

Рекомендовані методи дощування

Для виконання робіт, зазначених, доцільно використовувати (табл. 2.3).

У ДОДАТКУ 1 представлено проєкт стаціонарної системи зрошення секцій золошлаковідвалу ТЕС, де здійснюється виїмка сухої золи.

Для зрошення використовуються:

- Кар'єрні зрошувачі типів РС-Б, СК-1 і СК-2, а для обробки великих площ (600–1200 м²) – зрошувальна установка РОУ-1 (їх характеристики наведено у ДОДАТКУ 3 З).
- Самохідні дощувальні машини: ДДН-45, ДДН-70, ДДН-100, ДМ-454, «Фрегат» і ДКШ-64 «Волжанка», які можуть забирати воду з відкритих або закритих зрошувальних мереж.

- Поливальні машини на автомобільному шасі.

Технічні характеристики дощувальних та поливальних машин містяться у ДОДАТКУ 2 [18].

Таблиця 2.3 - Рекомендовані методи дощування

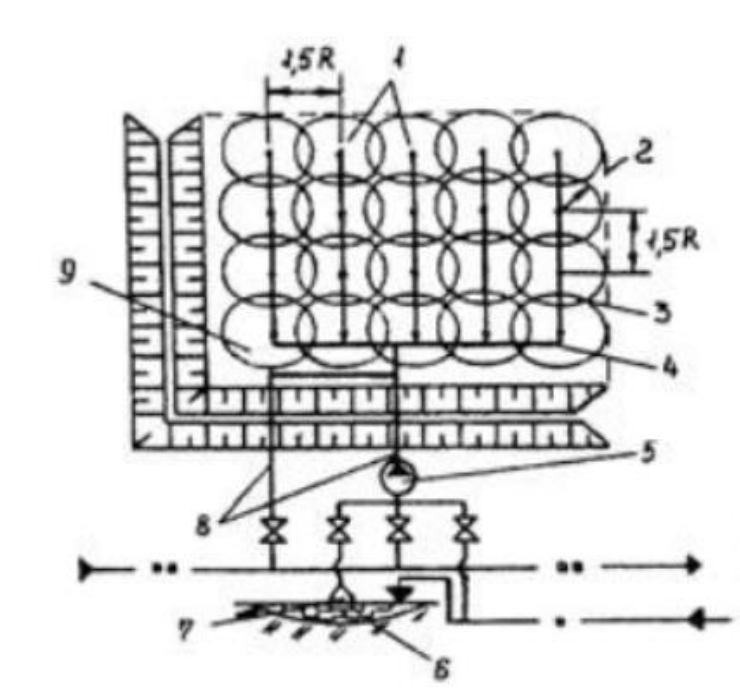
№з/п

- 1 **Стаціонарні зрошувальні системи** з дальньоструменевими установками (ДН-1, ДА-2, ДД-15, ДД-30, ПУК-2), які можуть отримувати воду як від насосної станції освітленої води, так і від автономного джерела водопостачання. У разі необхідності можливе додаткове встановлення пересувної або стаціонарної насосної станції дощування.
- 2 **Оптимізація витрат ресурсів:** для економії води та електроенергії, а також для використання труб невеликого діаметра (50-100 мм²), зрошення рекомендується проводити одночасно з декількох точок. Кожна дощувальна установка працює на окремому зрошувачі, а фронт поливу поступово зміщується в напрямку зрошувальних трубопроводів.
- 3 **Автоматизація управління:** стояки дощувальних установок необхідно обладнати електрифікованими затворами, керованими за допомогою програмного пристрою системи дощування (див. рис. 4).

Використання гідромоніторів дозволяє звести до мінімуму витрати води, при цьому їх застосування обмежується лише низькими температурами повітря. Стаціонарні гідромонітори розташовуються за межами зони роботи екскаватора.

Перед початком робочої зміни проводиться попереднє зволоження площі вибою, із витратою води 50–70 дм³ на 1 м². Під час роботи екскаватора місце

завантаження ковша повинно знаходитися в зоні дії струменя гідромонітора, при

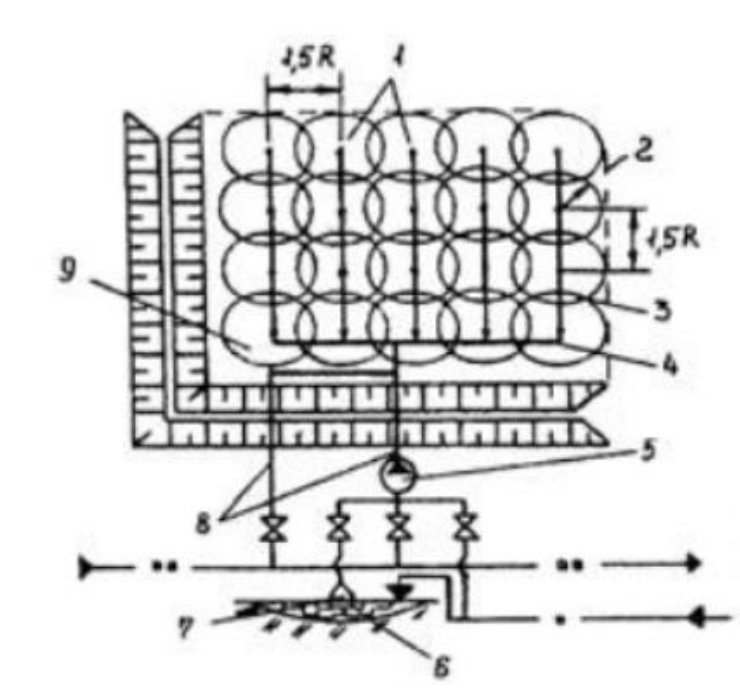


Малюнок 2.4 - Схема роботи стаціонарної дощувальної установки з різними джерелами водопостачання: 1 - стояк із затвором і дощувальним апаратом; 2 - межа намитого золотшлакового матеріалу; 3 - зрошувальні труби; 4 - розподільний трубопровід; 5 - насосна станція дощування; 6 - канава, що подає воду; 7 - відсмоктувальний патрубок пересувної насосної станції дощування; 8 - магістральний трубопровід; 9 - зона поливу одного циклу (фронт поливу)

цьому напрямок руху ковша та водяного потоку має збігатися [18].

Крім того, для зволоження можуть використовуватися гідромоніторні установки, змонтовані на базі автосамоскидів МАЗ-525 і КрАЗ, що забезпечує додаткову мобільність у процесі роботи екскаваторів, бульдозерів та скреперів.

У ДОДАТКУ 4 наведено технічні характеристики гідромоніторів.



Малюнок 2.4 - Схема роботи стаціонарної дощувальної установки з різними джерелами водопостачання: 1 - стояк із затвором і дощувальним апаратом; 2 - межа намотого золошлакового матеріалу; 3 - зрошувальні труби; 4 - розподільний трубопровід; 5 - насосна станція дощування; 6 - канава, що подає воду; 7 - відсмоктувальний патрубок пересувної насосної станції дощування; 8 - магістральний трубопровід; 9 - зона поливу одного циклу (фронт поливу)

під час вибірки золошлаків із відвалів містяться в [24].

ВИСНОВКИ ЗА РОЗДІЛОМ 2

2. Проведено дослідження заходів з придушення пилу на золошлаковідвалах. Встановлені такі види заходів, для боротьби з пилінням:

1. Постійні заходи конструктивного та планувального характеру, які закладаються в проєкт золошлаковідвалу та реалізуються на етапі його будівництва.

2. Тимчасові оперативні заходи, спрямовані на зменшення запиленості сухих ділянок відвалу під час експлуатації. Вони застосовуються при вилученні золошлаків для подальшого використання або під час підвищення дамб відвалу.

3. Тимчасові технологічні заходи, які здійснюються в періоди, коли певні секції золошлаковідвалу не експлуатуються. Вони передбачають осушення території для підготовки до нарощування дамб або до початку консерваційних чи рекультиваційних робіт.

4. Постійне закріплення відпрацьованих площ золошлаковідвалу, що виконується з метою їх подальшої консервації або відновлення.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБЛЕННЯ ЗАХОДІВ БОРОТЬБИ З ПИЛІННЯМ

3.1 Тимчасові технологічні заходи боротьби з пилінням на золовідвалах

До тимчасових методів пилопригнічення належать:

- нанесення шару ґрунту на запилені поверхні золошлаковідвалів;
- обробка пилових ділянок мінеральними або органічними в'язучими матеріалами;
- ущільнення поверхонь, схильних до запилення.

Закріплення поверхні дамб та нанесення шару ґрунту

Для укріплення дамб і покриття ґрунтом сухих пляжів рекомендується використовувати тракторний ґрунтомет ГТ-3, який агрегатується з колісним трактором Т-150К високої прохідності.

Технічні характеристики ґрунтомета наведені в ДОДАТКУ 5.

на мал. 3.1 наведена схема роботи ґрунтомета ГТ-3 при різних положеннях прямого кожуха

Використання в'язучих матеріалів

Рекомендації щодо пилопригнічення шляхом нанесення спеціального покриття на основі мінеральних або органічних в'язучих матеріалів містяться у [24].

До рекомендованих в'язучих матеріалів належать:

- латекс,
- рідке скло,
- бітуми,
- кам'яновугільні смоли,
- різні полімери.

Матеріали для закріплення поверхні повинні відповідати таким критеріям:

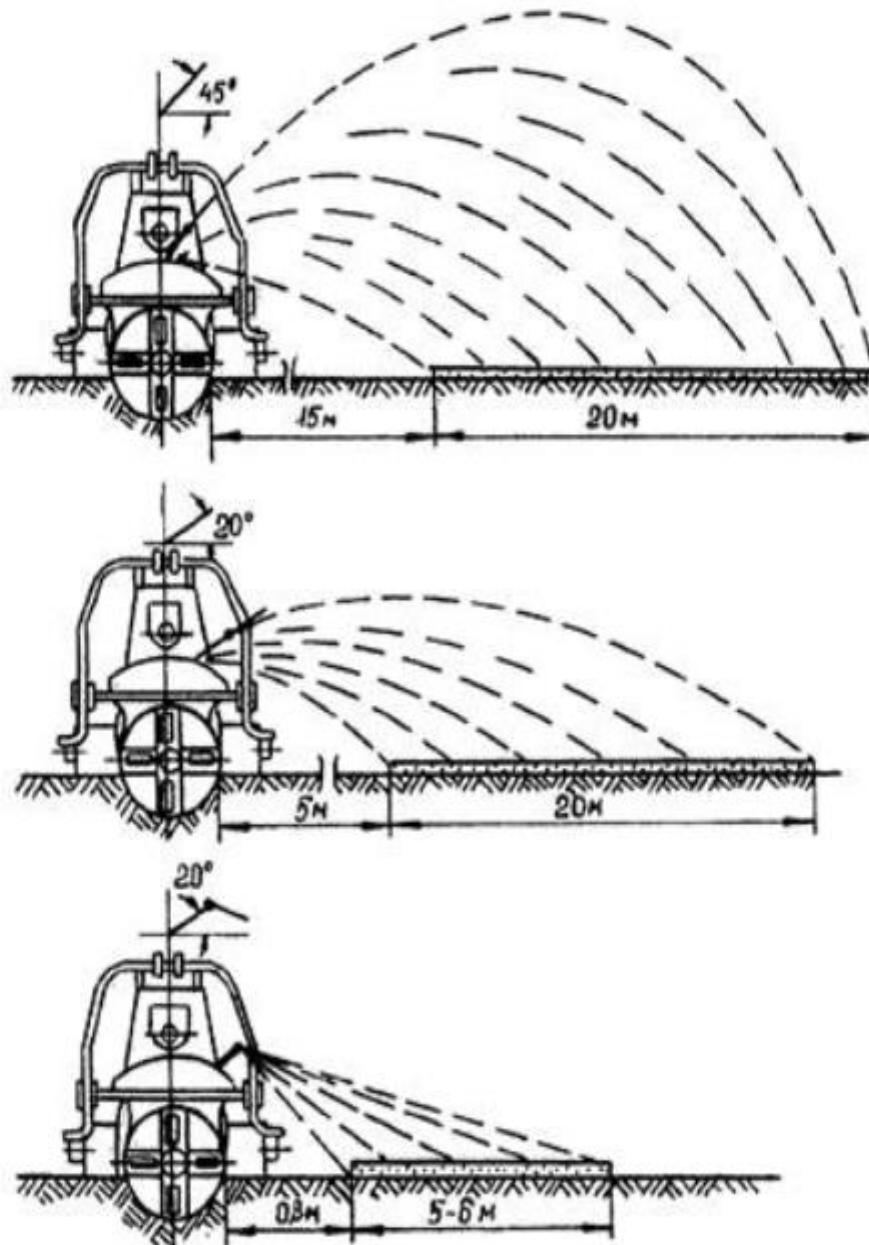
- бути доступними за ціною та широко поширеними;
- легко проникати в пори відвалу та надійно там фіксуватися;
- створювати стійкий до погодних умов шар, що зберігає свої властивості протягом визначеного терміну [9].

Львівський політехнічний інститут у співпраці з Агрофізичним інститутом ВАСХНІЛ розробив акрилатно-лігносульфанатний закріплювач (АЛЗ), призначений для стабілізації поверхонь, що схильні до запилення [25].

У 1988 році дослідна партія АЛЗ була випробувана на золошлаковідвалі Бурштинської ДРЕС. Результати експерименту показали, що при дозуванні 150

кг/га на поверхні відвалу утворюється золополімерна кірка, яка ефективно захищає від ерозії навіть за вітру швидкістю до 20 м/с.

Крім того, для закріплення пилових відвалів може бути рекомендовано використання лігнодору — модифікованого технічного лігносульфату, який твердне під дією хлориду натрію та проходить подальшу нейтралізацію аміачною водою. Аналогічний метод застосовується для зміцнення гравійних доріг лігнодором [25].



Малюнок 3.1 - Схема роботи ґрунтового ГТ-3 при різних положеннях напрямного кожуха

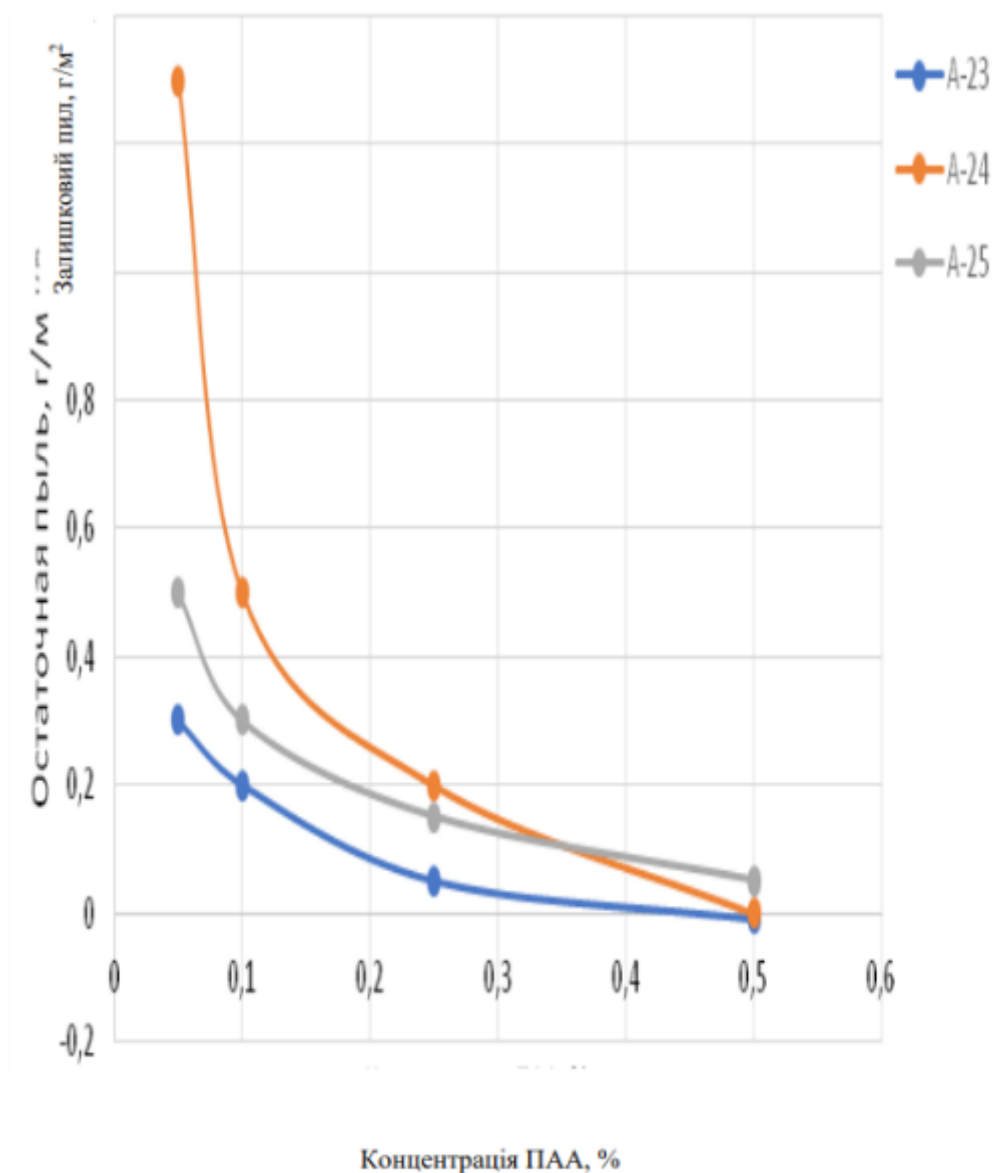
3.2 Дослідження найефективніших засобів за рівнем пилопридушення

Для використання засобів боротьби з пиловиділенням як водорозчинні полімери застосовували поліакриламід серії ECOFLOC (табл. 3.1), вироблені китайською компанією «Triune Chemicals and Materials Co., Ltd» .

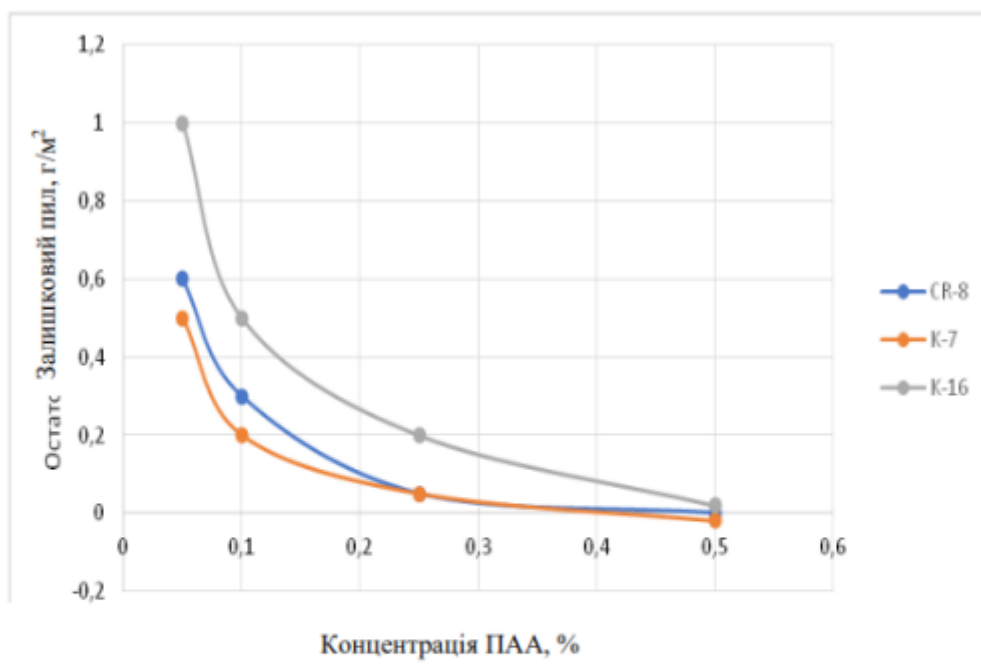
Таблиця 3.1 - Характеристика аніонних, катіонних і неіоногенних поліакриламідів серії ECOFLOC

Марка ППА	Молекулярна маса, %	Концентрація іонів (гідроліз), % мас
Аніонні ПАА		
A2	8-10	4-5
A3	9-11	4-5
A5	13-15	10-11
A18	17-18	23-25
A19	21-23	23-25
A20	10-12	32-34
A22	10-12	40-42
A23	21-23	40-42
A24	10-12	49-52
A25	21-23	49-52
AR3	16-19	32-34
Катіонні ПАА		
K7	4-6	26-28
K16	10-12	55-57
K18	10-12	65-67
CR7	7-9	52-54
CR8	6-8	46-48
Неіоногенні ПАА		
N2	6-8	4-6
N3	11-13	4-6

Експериментальні випробування показали, що залежність кількості залишкового пилу, здатного до підйому вітром, на поверхні ЗШВ від концентрації поліакриламід (ПАА) в розчині має нелінійний характер і є подібною для всіх типів ПАА: аніонних, катіонних та неіоногенних. Було встановлено, що при концентрації ПАА в розчині 0,1% мас. інтенсивність пилення зменшується у 6,5-15 разів. Збільшення концентрації до 0,5% мас. практично повністю усуває утворення пилу на ЗШВ (рис. 3.1-3.3) [26].



Малюнок 3.2 - Залежність залишкового пилу на поверхні ЗШВ від концентрації розчину аніонних ПАА марки А-23, А-24 і А-25



Малюнок 3.3 - Залежність залишкового пилу на поверхні ЗШВ від концентрацій розчину катіонних ПАА марки CR-8, K-16 и K-7

Окрім ефекту пилопридушення [26], важливим аспектом використання розчинів поліакриламідів є їхня технологічна зручність у приготуванні та експлуатаційні характеристики. До ключових факторів належать:

- обов'язковість підігрівання води під час розчинення ПАА у процесі підготовки розчину;
- ефективність зрошення поверхні ЗШВ та здатність поглинання розчину ПАА визначеної концентрації;
- стабільність розчину ПАА під час зберігання (у разі потреби його тривалого зберігання).

Технологічні особливості розчинів аніонних, катіонних і неіоногенних ПАА представлені в табл. 3.2 [26].

Таблиця 3.2 - Технологічні особливості розчинів аніонних, катіонних і неіоногенних ПАА

Марка ПАА	Технологічність приготування розчину ПАА, експлуатаційні характеристики						
	Необхідність підігріву води (+) до $\leq 60^{\circ}\text{C}$		Залишковий пил через добу після пилоподавлення, г/м^2		Змочуваність зошляку		Стійкість розчину при зберіганні
	0,25% мас.	0,5% мас.	0,25% мас.	0,5% мас.	0,25% мас.	0,5% мас.	
A-3	-	-	1,1	0,5	погана	погана	Стійка
A-18	+	+	0,5	0,1	хороша	задовільна	Стійка
A-22	+	+	0,05	0	погана	погана	Стійка
A-23	+	+	0,05	0	погана	погана	Стійка
A-24	-	-	0,2	0	погана	погана	Стійка
AR-3	-	-	0	0	хороша	задовільна	Стійка в
K-7	-	-	0,05	0	хороша	хороша	Не стійка
K-18	-	+	0,7	0,2	хороша	погана	Не стійка
CR-7	-	+	0,1	0	середня	погана	Не стійка
CR-8	-	-	0	0	хороша	хороша	Не стійка
N-2	+	+	0,3	0,15	хороша	хороша	Стійка
N-3	+	+	0,15	0,05	хороша	задовільна	Стійка

Проаналізувавши таблицю 3.2 можна зробити висновки, що оптимальне поєднання якісного зволоження та ефективного зменшення запилення ЗШ забезпечує аніонний ПАА AR-3 (при концентрації трохи $> 0,25\%$ мас.) та CR-8 ($\sim 0,5\%$ мас.) [26].

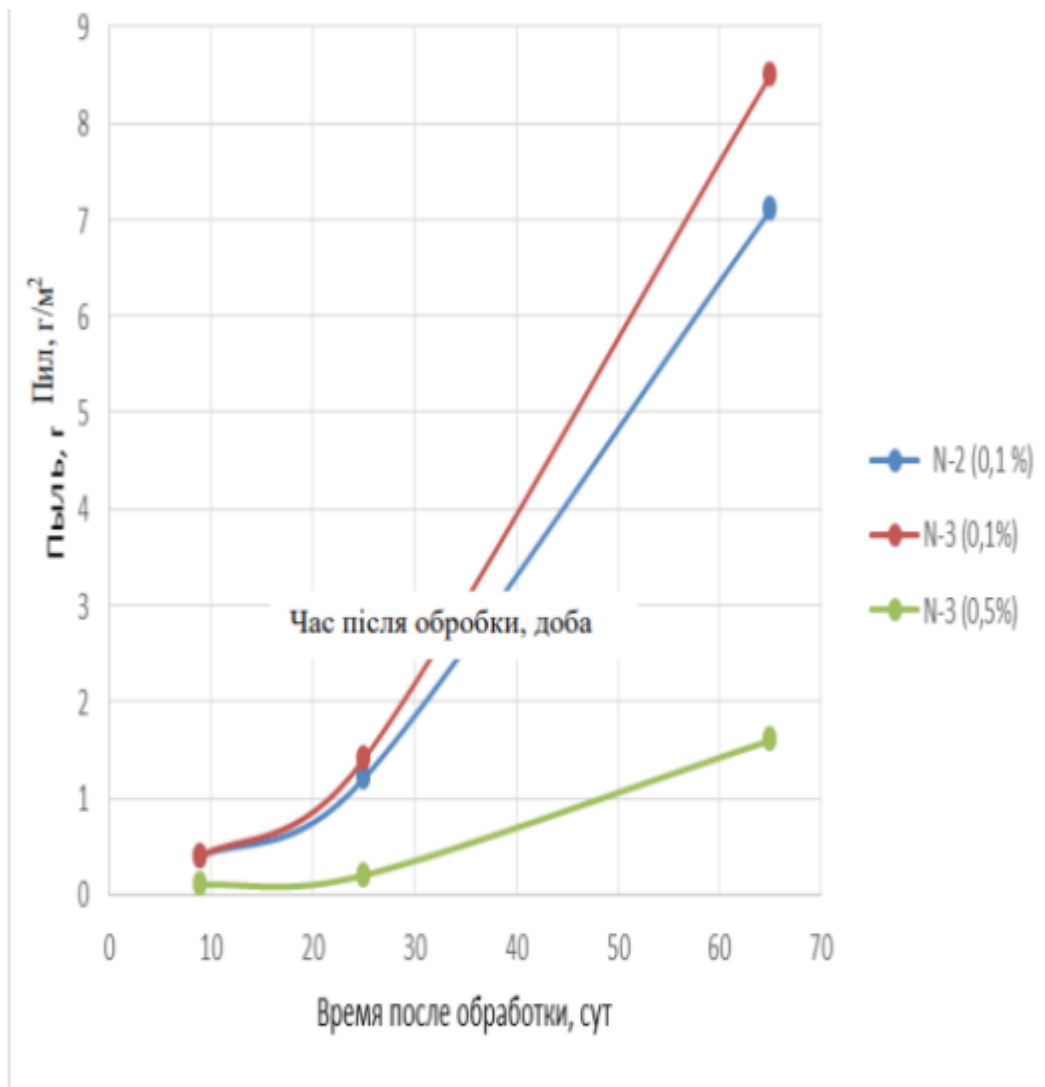
3.3 Дослідження тривалості захисної кірки від пилу ПАА

Тривалість захисної кірки від пилу Паа на поверхні ЗШ вивчали на зразках, оброблених водними розчинами найбільш технологічно ефективних марок для пилопригнічення: аніонного AR3, CR8 та N2 і N3 (за результатами дослідження .Тищенко М.О в дисертаційній роботі “Покращання екологічного стану атмосферного повітря навколо золошлакового відвалу ТОВ «ЄВРОРЕКОНСТРУКЦІЯ» шляхом застосування поліакріламідної композиції”)[26].

Дослідження проводили протягом 100 діб після нанесення розчину на поверхню золошлаку, не враховуючи вплив атмосферних чинників.

На мал. 3.4 представлено зміну кількості пилу на поверхні залежно від часу після обробки водним розчином ПАА однієї марки при витраті розчину – 8,5 л/м². Такий об’єм забезпечує середню глибину проникнення розчину в ЗШ і формує захисну кірку товщиною 8,5 мм.

Подальше збільшення витрати розчину на одиницю площі є економічно невиправданим. Водночас її зменшення можливе, але це може призвести до утворення занадто тонкої пилозахисної кірки, особливо на ділянках із нерівним рельєфом поверхні золошлаку.



Малюнок 3.4 - Залежність кількості пилу на поверхні золошлаку від часу його обробки водним розчином неіоногенних ПАА без урахування впливу атмосферних факторів (витрата розчину – 8,5 л/м²)

В
табл
. 3.3
при
веде
но
ефе
кти
вніс
ть
пил
опп

ридушення ЗШ ПАА та водою через добу після обробки.

Таблиця 3.3 - Ефективність пилоподавлення на поверхні золошлаку після обробки водними розчинами ПАА марок AR-3 і CR-8 в лабораторних умовах

Марка ПАА	Концентрація розчину, % мас.	Час після обробки, діб	Ефективність пилоподавлення, %
Вода	0	1	58,2
AR-3	0,1	32	97,5
AR-3	0,1	92	91,1
AR-3	0,15	90	93,0
AR-3	0,25	32	98,1
AR-3	0,25	92	94,9
CR-8	0,1	32	98,7
CR-8	0,1	92	96,2
CR-8	0,25	32	99,5
CR-8	0,25	92	98,7

Найбільш технологічно зручним і ефективним для пилопригнічення золошлаків є водний розчин поліакриламідів марки AR-3 із концентрацією 0,15% мас. Його застосування навіть через три місяці після нанесення зменшує пилення в 16 разів порівняно з необробленою поверхнею [26].

ВИСНОВКИ ЗА РОЗДІЛОМ 3

Проведено дослідження найефективніших засобів пилопридушення та запропоновано для використання засобів боротьби поліакриламіді серії ECOFLOC, вироблені китайською компанією. Найбільш технологічно зручним і ефективним для пилопригнічення золошлаків є водний розчин поліакриламіді марки AR-3 із концентрацією 0,15% мас. Його застосування навіть через три місяці після нанесення зменшує пилення в 16 разів порівняно з необробленою поверхнею.

РОЗДІЛ 4

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ

4.1 Оцінка ризиків для здоров'я людей залежно від стану забрудненості повітря в районі ЗШВ

У низці європейських країн законодавчо закріплено використання методів експертної оцінки ризику для здоров'я населення у випадках НЕС, під час здійснення ДЕК та розробки заходів щодо охорони атмосферного повітря й захисту здоров'я населення.

Згідно зі статтею 6 Закону України «Про оцінку впливу на довкілля» [27], під час підготовки звіту обов'язково проводиться оцінка ризику для здоров'я населення, який може спричинити діяльність підприємства.

Ризики для здоров'я оцінюються окремо для канцерогенних та неканцерогенних факторів. Індивідуальний канцерогенний ризик визначається на основі даних про рівень впливу забруднюючих речовин та коефіцієнтів канцерогенного потенціалу.

Для канцерогенних речовин оцінка додаткової ймовірності розвитку онкологічних захворювань протягом життя (CR) здійснюється на основі середньодобової дози протягом усього життєвого циклу (LADI) за відповідною формулою [27].

$$CR = LADI * UR$$

де LADI – середня концентрація речовини в досліджуваному об'єкті за весь період усереднення експозиції (повітря, мг/м³);

UR – одиничний ризик для повітря (ризик на 1 мг/м³).

Показники ризику розвитку не канцерогенних факторів проводилися методом рівняння фактичних даних оточуючого середовища з безпечними рівнями дії (інд/коэф. небезп) на підставі параметрів залежності, які викладені У Всесвітній організації охорони здоров'я (табл. 4.1) [26].

Таблиця 4.1 — Рівень ризику

Рівень ризику	Ризик протягом життя
Високий (De Manifestis) – не прийнятний для виробничих умов і населення. Необхідне здійснення заходів з усунення	$> 10^{-3}$
Середній - припустимий для виробничих умов; за впливу на все населення необхідний динамічний контроль і поглиблене вивчення джерел і можливих наслідків шкідливих впливів для вирішення питання про заходи з управління ризиком	$10^{-3} - 10^{-4}$
Низький – припустимий ризик (рівень, на якому, як правило, встановлюються гігієнічні нормативи для населення	$10^{-4} - 10^{-6}$
Мінімальний (De Minimis) – бажана (цільова) величина ризику при проведенні природоохоронних заходів	$< 10^{-6}$

Оцінка ризику виникнення неканцерогенних ефектів для окремих забруднюючих речовин здійснюється шляхом розрахунку коефіцієнта небезпеки за відповідною формулою [6].

$$HQ = AC/RfC,$$

де HQ – коефіцієнт небезпеки;

AC – середня концентрація, $мг/м^3$;

RfC – референтна (безпечна) концентрація, $мг/м^3$.

Коефіцієнт небезпеки визначається окремо для короткочасного (гострого) та тривалого впливу хімічних речовин, при цьому період усереднення експозиції та відповідних безпечних рівнів впливу має бути однаковим.

Оцінювання ризику при комплексному надходженні речовин проводиться без урахування коефіцієнтів їхнього поглинання організмом людини, оскільки рівні безпечного впливу (RfC) встановлюються як експозиційні, а не поглинені дози.

Існують різні підходи до визначення прийнятного рівня екологічного ризику. Значення $HQ > 1$ не завжди означає розвиток негативних ефектів, однак чим більше перевищена референтна доза, тим вищий ризик шкідливих наслідків. Деякі дослідники вважають, що $HQ = 1$ не є достатньо прийнятним рівнем ризику.

Відповідно до класифікації, наведеної в [26], рівні неканцерогенного ризику за значенням коефіцієнта небезпеки поділяються на такі категорії:

- надзвичайно високий (>10),
- високий ($5-10$),
- середній ($1-5$),
- низький ($0,1-1,0$),
- мінімальний ($<0,1$).

На основі цих даних була розроблена характеристика рівнів ризику, представлена в таблиці 4.2 [26].

Таблиця 4.2 - Характеристики рівня ризику

Рівень небезпеки	Коефіцієнт/індекс небезпеки, (HQ/HI)	Характеристика рівня ризику
Мінімальний	$\leq 0,1$	ризик виникнення шкідливих ефектів відсутній
Низький	$0,1 - 1$	ризик виникнення шкідливих ефектів є зневажливо малим
Середній	$1 - 5$	ризик розвитку у особливо чутливих людей шкідливих захворювань
Високий	$5 - 10$	ризик розвитку у людей несприятливих ефектів
Надзвичайно високий	≥ 10	виникнення хронічних захворювань

Згідно з методикою US EPA, для оцінки ризику виникнення неканцерогенних ефектів використовують рівні міні ризику - РД (RfD) та РК (RfC), які є нижчими за ГДК.

Чим більше фактична доза або концентрація перевищує референтну, тим вищою є ймовірність розвитку негативних наслідків.

Оцінка експозиції на основі РД та РК визначається через коефіцієнт небезпеки (HQ).

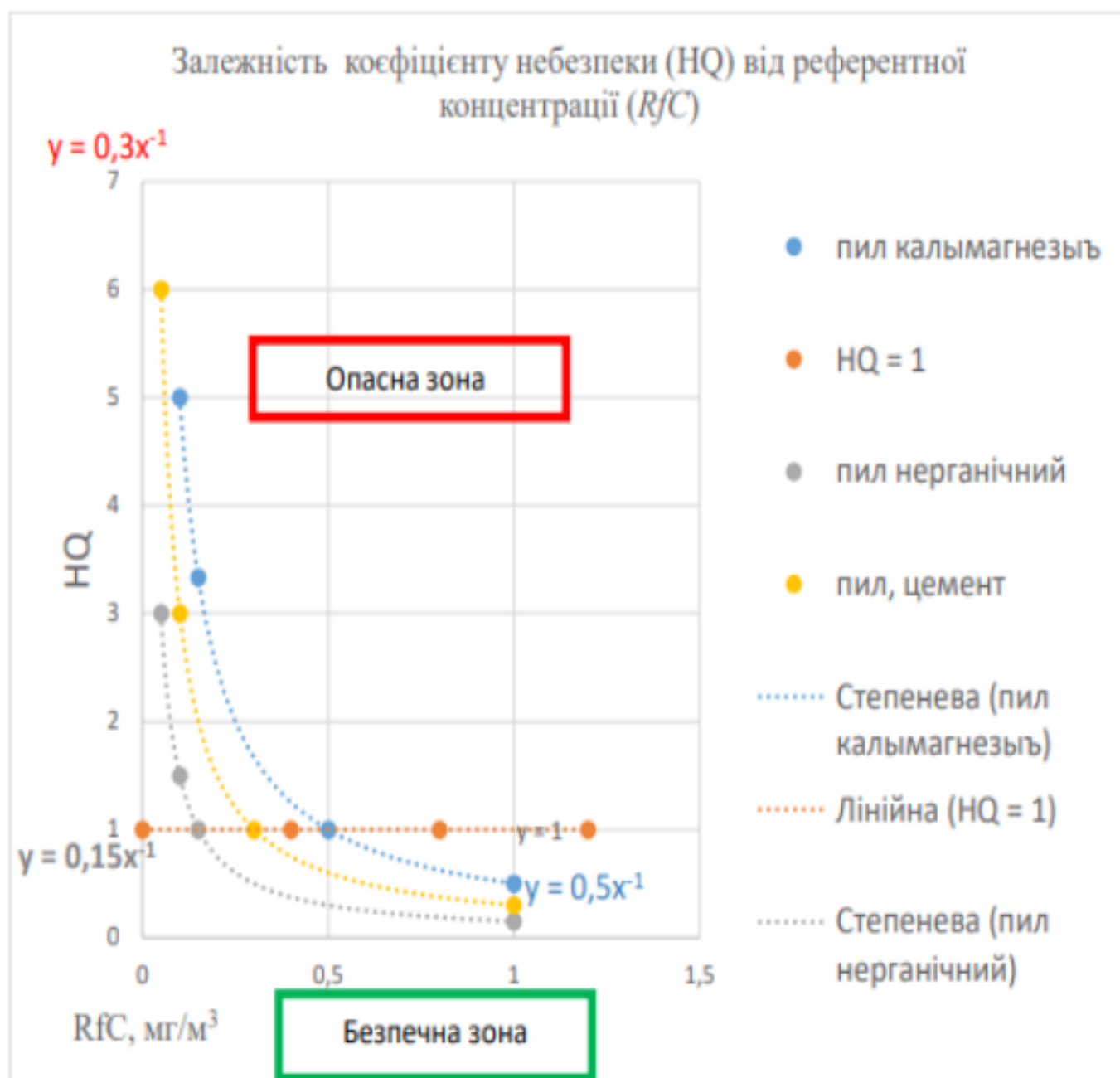
$$HQ = C_{\text{факт}} / RfC,$$

де C - фактична концентрація речовини в повітрі;

RfC - референтна концентрація

Якщо $HQ \leq 1,0$, ризик негативного впливу вважається вкрай низьким. При збільшенні HQ ймовірність шкідливих наслідків зростає. Значення $HQ > 1,0$ розглядається як показник потенційного ризику для здоров'я.

Як свідчить розрахунок КН на прилеглих територіях ЗШВу складає (HQ) – 0,3. Ранжування речовин за КН вказує, що на підвищення хвороб населення при потраплянні через органи дихання мають найбільший вплив кремній тартуть (мал. 4.1) .



Малюнок 4.1 -. Залежність коефіцієнту небезпеки від референтної концентрації

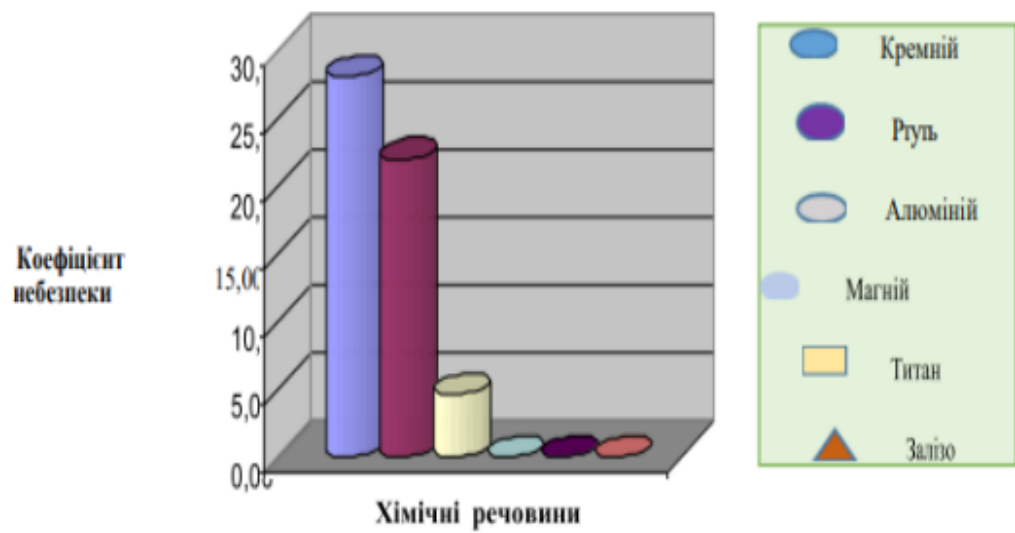


Рисунок 4.1 - Ранжування речовин за коефіцієнтом небезпеки при інгаляційному впливі хімічних речовин, що потрапляють в повітря із ґрунт золошлаковідвал

ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз впливу ТЕС на навколишнє середовище. На основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що нинішня ситуація з забрудненням повітряного середовища територій навколо ТЕС є критичною та вимагає кардинальних змін у функціонуванні паливно-енергетичного комплексу.

Оскільки викиди забруднюючих речовин від вугільних електростанцій загрожують безпеці та здоров'ю громадян, реалізація комплексних заходів зі скорочення шкідливих викидів у навколишнє середовище є одним із ключових пріоритетів.

2. Проведено дослідження заходів з придушення пилу на золошлаковідвалах. Встановлені такі види заходів, для боротьби з пилінням:

1). Постійні заходи конструктивного та планувального характеру, які закладаються в проєкт золошлаковідвалу та реалізуються на етапі його будівництва.

2). Тимчасові оперативні заходи, спрямовані на зменшення запиленості сухих ділянок відвалу під час експлуатації. Вони застосовуються при вилученні золошлаків для подальшого використання або під час підвищення дамб відвалу.

3). Тимчасові технологічні заходи, які здійснюються в періоди, коли певні секції золошлаковідвалу не експлуатуються. Вони передбачають осушення території для підготовки до нарощування дамб або до початку консерваційних чи рекультиваційних робіт.

4). Постійне закріплення відпрацьованих площ золошлаковідвалу, що виконується з метою їх подальшої консервації або відновлення.

3. Проведено дослідження найефективніших засобів пилопридушення та запропоновано для використання засобів боротьби поліакриламіді серії

ECOFLOC, вироблені китайською компанією. Найбільш технологічно зручним і ефективним для пилопригнічення золошлаків є водний розчин поліакриламідну марки AR-3 із концентрацією 0,15% мас. Його застосування навіть через три місяці після нанесення зменшує пилення в 16 разів порівняно з необробленою поверхнею.