МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Державний вищий навчальний заклад

“Криворізький національний університет”

*Кафедра екології*

Cтудент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_заочна форма навчання спеціальність 101 *–* екологія

«Допускається до захисту»

Зав. кафедри, доктор медичних наук \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*А. М.* Бондаренко

«\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2020 р.

**ВИПУСКНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА** на тему:

**«Дослідження та аналіз динаміки розповсюдження пилового   
та сольового забруднення територій, прилеглих до   
хвостосховищ ПРАТ “ІНГЗК”»**

Дипломник: Струк В.І.

Керівник: к.т.н., доцент Гацький А.К

Засвідчую, що у дипломній роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань

Студент\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Кривий Ріг – 2020 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Державний вищий навчальний заклад

“Криворізький національний університет”

*Кафедра екології*

Заочна форма навчання

Кафедра екології

Ступінь «\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_»

спеціальність 101 – екологія

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Зав. кафедри, доктор медичних наук \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А. М. Бондаренко

“\_\_\_\_” \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2020 р.

**ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

(ПІБ)

1. Тема роботи «Дослідження та аналіз динаміки розповсюдження пилового та сольового забруднення територій, прилеглих до хвостосховищ ПРАТ “ІНГЗК”»

Керівник роботи

затверджені наказом вищого навчального закладу від \_\_\_\_\_\_­­\_\_\_ №\_\_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  з/п | Назва етапів дипломної роботи | Строк виконання  етапів роботи | Примітка |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |
| 4 |  |  |  |

**Студент\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

( підпис ) (прізвище та ініціали)

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

( підпис ) (прізвище та ініціали)

РЕЦЕНЗІЯ

керівника на дипломну роботу студента

ДВНЗ “Криворізький національний університет”

Кафедра екології **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

(ПІБ)

## групи \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

## спеціальність 101 екологія

## на тему \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Виконав на матеріалах \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(назва підприємства, установи)

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Позитивні риси роботи \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Практична цінність висновків і рекомендацій \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Наявність недоліків \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Загальна оцінка роботи та рекомендація про її допущення до захисту перед екзаменаційною комісією \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Керівник

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/

(посада, вчене звання, вчений ступінь) (підпис) (ПІБ)

“\_\_\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2020 р.

**ЗМІСТ**

|  |  |
| --- | --- |
| ВСТУП.   1. Дослідження сучасного стану забруднення атмосферного повітря в умовах хвостосховищА ПРАТ "ІнГЗК".    1. Загальна техніко-екологічна характеристика хвостосховищ.    2. Дослідження негативного впливу хвостосховищ на стан довкілля.    3. Аналіз сучасного стану забруднення атмосферного повітря в умовах хвостосховища ІНГЗК.    4. Вивчення та дослідження фізико-механічних властивостей відходів збагачення ГЗК.    5. Дослідження сучасних способів та методів знепилення хвостосховищ.    6. Висновки. 2. Дослідження динаміки руху повітряних мас в умовах хвостосховищ.    1. Дослідження погодно-кліматичних умов в районах і розміщення хвостосховищ.    2. Вивчення впливу швидкості вітрових потоків на рівень забруднення атмосферного повітря пилом.    3. Методика визначення площ запиленості і обсягів викидів пилу з хвостосховища.    4. Вивчення формування вітрових потоків в умовах хвостосховищ.    5. Висновки. 3. РОЗРОБКА рЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ЗАХОДІВ ТА СПОСОБІВ ЗМЕНШЕННЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ ХВОСТОСХОВИЩА інгзк НА СТАН ДОВКІЛЛЯ.    1. Фізико-хімічний аналіз вод хвостосховищ.    2. Дослідження розповсюдження дренажних вод хвостосховищ.    3. Розробка рекомендацій по зменшенню дренажних солоних вод в підземних та поверхневих водних об'єктах.    4. Дослідження та обґрунтування ефективності способів боротьби з пилевиділенням в умовах хвостосховища ПРАТ "ІНГЗК".    5. Висновки.   ВИСНОВОК.  ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ. |  |

**ВСТУП**

ПРАТ "ІНГЗК" є підприємством виробництва залізорудної сировини, відходи збагачення якого складуються і накопичуються у хвостосховищі. Актуальною екологічною проблемою для району розміщення хвостосховища є пилоутворення на поверхні об’єкту, забруднення поверхневих і підземних вод, забруднення грунтів.

Так, хвостосховище Інгулецького ГЗК займає площу 558 га. Відомо, що з 1 га сухих поверхонь хвостосховищ в суху погоду за добу може здуватися до 5 т дрібнодисперсних часток розміром менше 4 мкм, вміст яких може становити до 97–99 % від загальної маси пилу. Необхідно вказати, що більше 65% часток пилу складають дрібнодисперсні фракції оксиду кремнію, які являються небезпечними для здоров'я людини і призводять до формування професійних захворювань.

Технічні води хвостосховищ містять флотореагенти, нафтопродукти і мають підвищений вміст солей – від 3,5 до 4,9 г/дм3. Слід відмітити, що фільтраційні процеси техногенних вод із хвостосховищ у ряді випадків призводять до забруднення водного басейну, а також підтопленню і заболочуванню прилеглих територій в радіусі 7-10 км і більше. Так, фільтраційні втрати, наприклад для більшості ГЗК Кривбасу, складають 500-2500 м3/год.

Тому актуальним є практичне зменшення пилових викидів з пилоутворюючих поверхонь хвостосховищ та зменшення фільтраційних втрат у водні об’єкти довкілля.

Метою магістерської роботи є покращення екологічного стану навколишнього середовища в районі розміщення хвостосховища ПРАТ "ІНГЗК".

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні завдання:

- провести аналіз негативного впливу хвостосховища на стан довкілля;

- провести дослідження ефективності сучасних способів і методів боротьби з забрудненням довкілля в умовах діючих хвостосховищ;

- дослідити вплив погодно-кліматичних умов та технологічних процесів на рівень забруднення атмосферного повітря;

- дослідити вплив хвостосховища на рівень забруднення поверхневих та підземних вод;

- розробка заходів та способів захисту довкілля від забруднення в умовах хвостосховища ПРАТ "ІНГЗК".

Представлена магістерська робота розкриває та висвітлює поставлені завдання.

1. **Дослідження сучасного стану забруднення атмосферного повітря в умовах хвостосховища   
   ПРАТ "ІнГЗК"**
   1. **Загальна техніко-екологічна характеристика хвостосховищ**

Інгулецький гірничо-збагачувальний комбінат розташовано в межах Широківського району Дніпропетровської області на правому березі річки Інгулець в 35 км на південь від міста Кривий Ріг, адміністративно територія відноситься до міста Кривого Рогу.

Споруди хвостосховищ 1-ї і 2-ї черги розташовані на проммайданчику в межах земельної ділянки ПРАТ «ІНГЗК» на землях Миколаївської (Карпівської) сільської та Андріївської сільської рад Дніпропетровської області.

Хвостове господарство ПРАТ «ІНГЗК» включає споруди хвостосховища, споруди гідротранспорту і оборотного водопостачання, споруди гідрозахисту, експлуатаційні дороги. Хвостосховище складається із двох споруд – хвостосховища 1-ї черги та хвостосховища 2-ї черги (рис. 1.1). Хвостосховище 1-ї черги знаходиться в балці на правому березі, що раніше була закрутом річки Інгулець, хвостосховище 2-ї черги – примикає до західної ділянки хвостосховища 1-ї черги і було введено в експлуатацію в 2007 р. Хвостосховища віддалені на південь від рудозбагачувальних фабрик на відстані 4 км.

Хвостосховища 1-ї і 2-ї черги призначені для складування відходів збагачення і механічного освітлення оборотної води для повторного використання в технологічній схемі підприємства. Хвости збагачення утворюються в процесі виробництва товарної продукції на збагачувальних фабриках комбінату як відходи процесів збагачення корисних копалин (рис. 1.2), в яких вміст цінного компоненту нижче, ніж у вихідній сировині, і які не можуть бути використані при існуючій технології виробництва. Об'єм складування хвостів збагачення в хвостосховищі на 01.01.19 р. складає 8294358,32 т [1].

Хвости з збагачувальних фабрик у вигляді пульпи (розчину хвостів з водою) по лотках хвостопроводів надходять на пульпонасосні станції цеху ТВШХ, а далі – за допомогою землесосів пульпа по сталевим трубопроводам Ø1200 мм перекачується в карти намиву хвостосховищ 1-ї і 2-ї черг. Конструктивно хвостосховища можуть бути площинного типу або багатоярусними спорудами, подібні відвалам.

Уздовж карт намиву укладені магістральні пульпопроводи, а також розподільні випуски зі сталевих труб Ø325 мм, через які безпосередньо і проводиться намив карт. Поступаючи в карти намиву, хвостова пульпа розтікається. Осідаючі тверді частинки утворюють в картах так званий пляж, а освітлена вода з карти за допомогою водовипусків освітленої води надходить в чашу хвостосховища, звідки вона вже забирається для повторного використання в технологічних процесах (рис. 1.3).

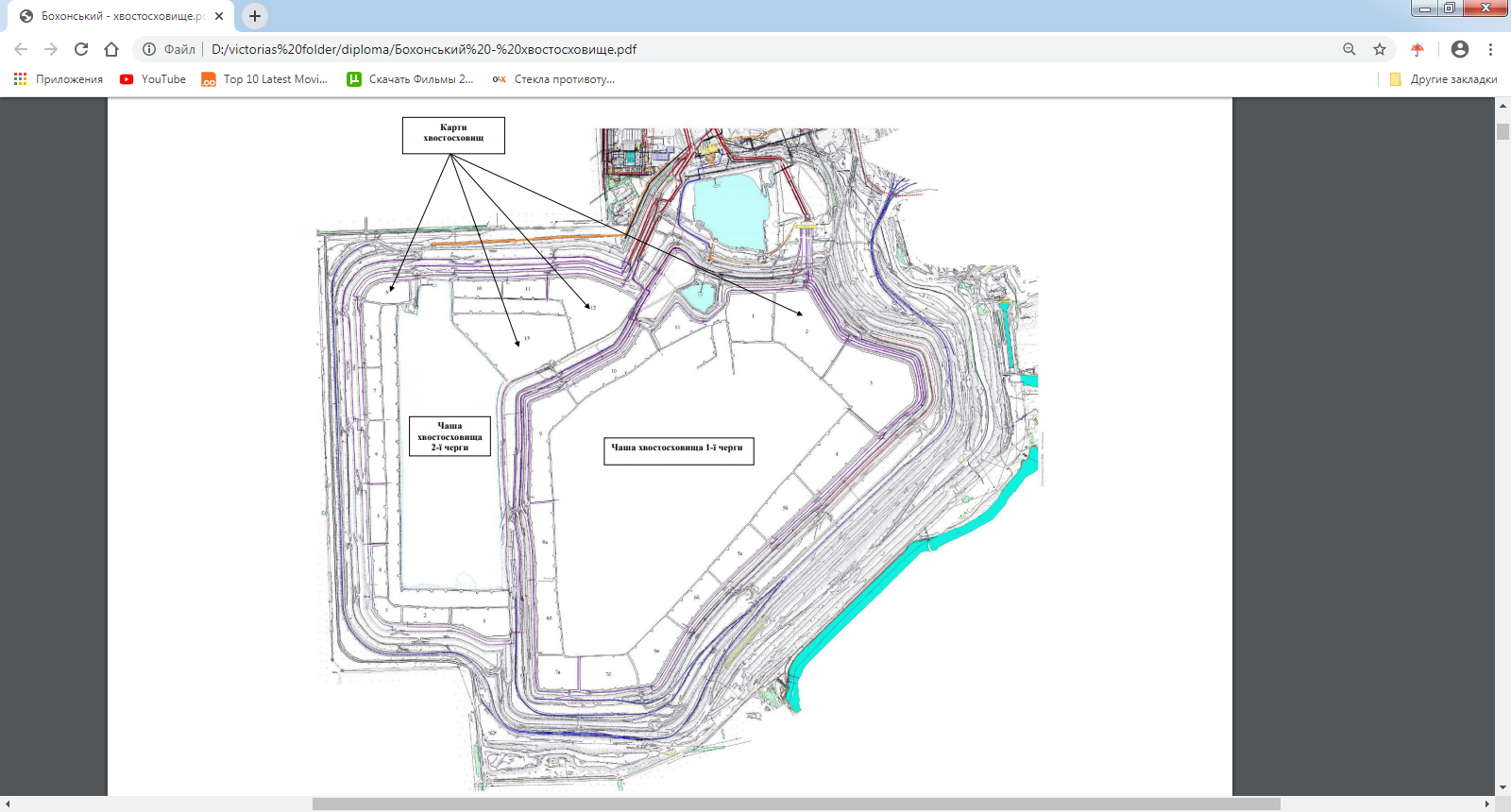


Рис. 1.1 – Схема діючого хвостосховища ПРАТ «ІНГЗК»

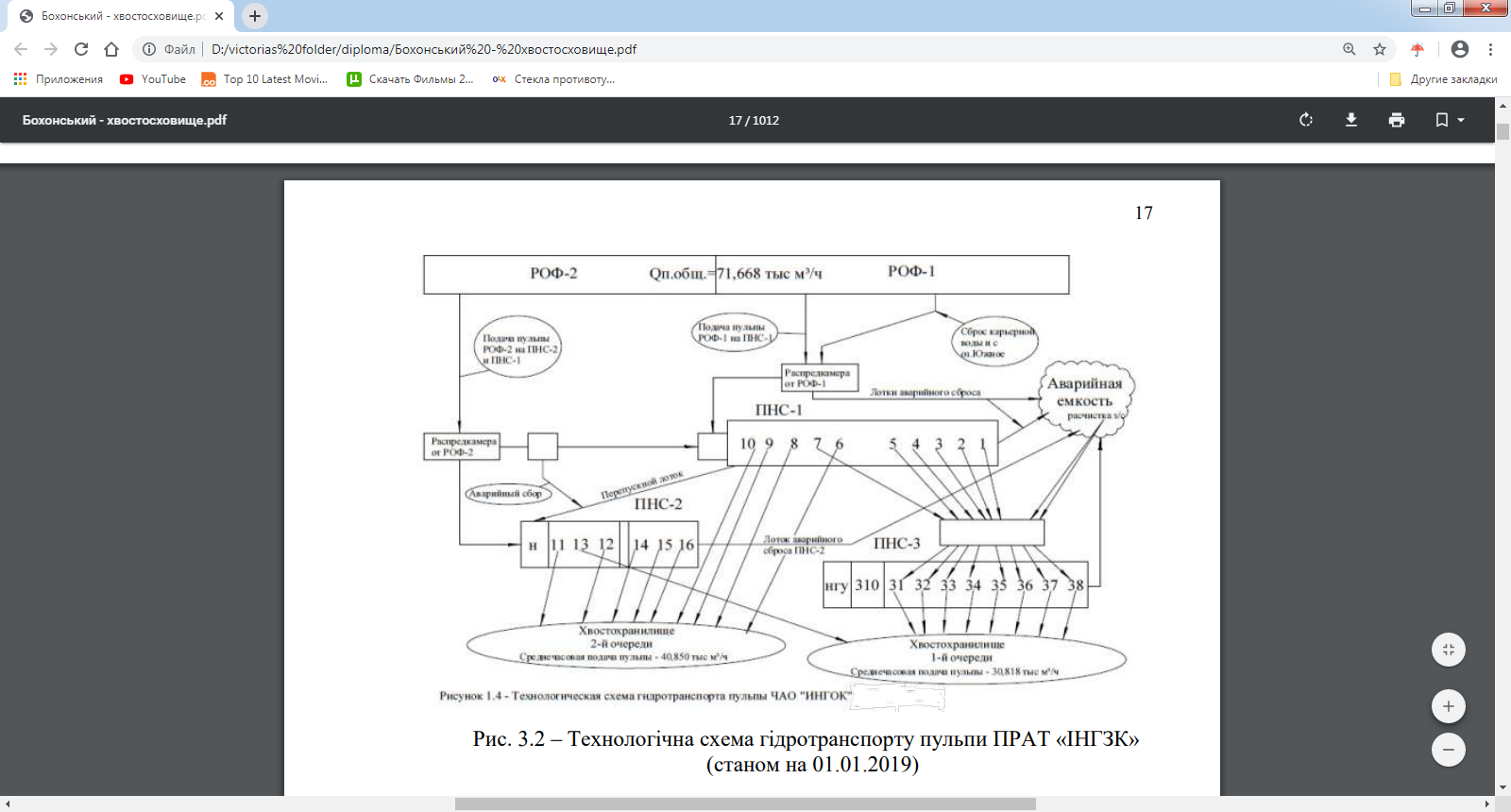


Рис. 1.2 – Технологічна схема гідротранспорту пульпи ПРАТ «ІНГЗК»

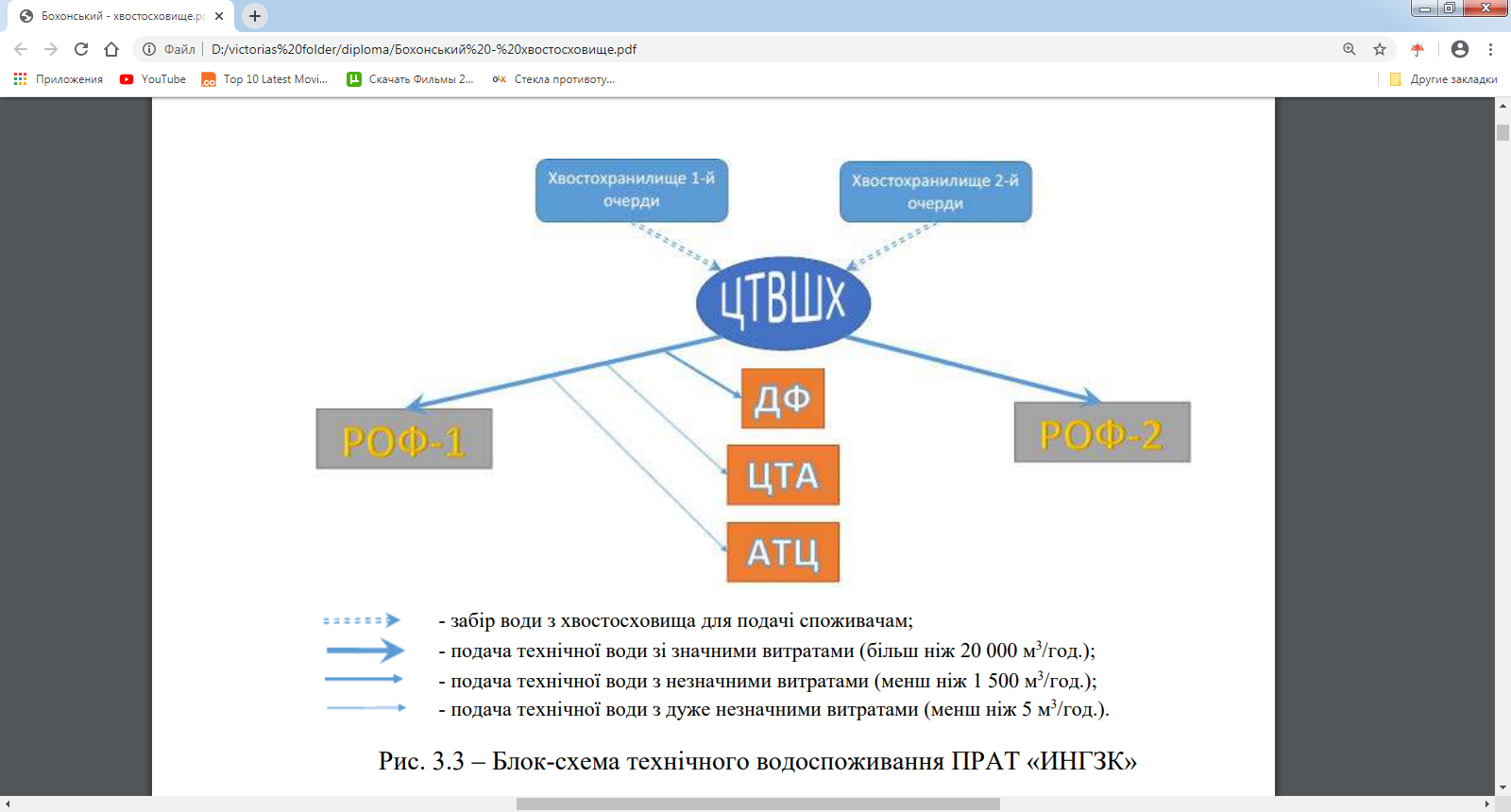


Рис. 1.3 – Блок-схема технічного водоспоживання ПРАТ «ІНГЗК»

Географічно об’єкт розміщується в Широківському районі Дніпропетровської області, в балці Безіменній. В сучасних умовах природний рельєф району перетворений господарською діяльністю гірничо-збагачувального і аграрного комплексів, в результаті чого створено техногенний рельєф.

Рельєф ділянки ускладнений різними спорудами – окрім хвостосховищ з аварійною ємністю, тут розташовано кар'єр, проммайданчик комбінату, насипи та виїмки залізничних і автомобільних доріг, насосні станції, пульповоди та інші водоводи, дренажні споруди. Первинні дамби обвалування в південно-східній частині території проходять вздовж спрямованого русла р. Інгулець з відмітками 23-25 м, піднімаючись до водорозділу, де відмітки досягають 92 м. Дамби обвалування хвостосховища 1-ї черги мають позначки гребеня 140-147,5 м, висота над поверхнею землі – 124 м. Максимальні відмітки дамби обвалування хвостосховища 2-ї черги досягають 125-130 м. Висота огороджуючих споруд хвостосховища 2-ї черги над поверхнею землі – 35-40 м.

До геологічної будови ділянки хвостосховища входять метаморфічні породи докембрію і осадові утвори палеогенового, неогенового та четвертинного віку. Найдавнішими породами є мігматити та гнейси архею, над якими залягають кристалічні сланці та залізисті роговики криворізької серії. Водоносні горизонти містяться у четвертинних відкладах (лесовидні суглинки та алювіальні піски), понтичних і сарматських вапняках та у кристалічних породах докембрію.

До будівництва гірничо-збагачувального комбінату лесовидні суглинки на території проммайданчику були сухими. З 1961 р. почалося їх заводнення у західній частині майданчика. Після введення в експлуатацію хвостосховища на прилеглій території був сформований техногенний водоносний горизонт в четвертинних відкладах, який приурочений до лесовидних суглинків. Водотривка товща представлена червоно-бурими глинами, яка залягає на глибині 6-9 м від поверхні. В сучасних умовах, водоносний горизонт поширений на більшій частині проммайданчику ПРАТ «ІНГЗК». Розвантаження водоносного горизонту відбувається у б. Березнеговату, Скелевату та Городковату, які впадають в р. Інгулець.

Потік підземних вод у природних умовах був спрямований з півночі на південь та в бік долини Інгульця. Після спорудження хвостосховища суттєвих змін у напрямку його руху не відбулося. За хімічним складом грунтові води належать до сульфатно-хлоридно-калієво-натрієвих із сухим залишком 4,3-4,5 г/дм3 і загальною жорсткістю – 18,4-20 мг/екв, показник рН дорівнює 6,08-6,7.

Основним водним об'єктом території є р. Інгулець. Ширина річки складає 50-60 м, глибина до 2-2,5 м, швидкість течії 0,2-0,3 м/с. Весняні і дощові паводки виражені слабким підйомом рівнів (десятки см.). Води річки сульфатно-хлоридного і хлоридно-сульфатного складу з мінералізацією 2,5-3,5 г/дм3 за рахунок забруднення стічними водами розташованих вище підприємств Кривого Рогу та природних факторів. Річка є постійним джерелом живлення алювіальних пісків заплави, що забезпечують стабільні дебіти водоприпливів у південному і східному бортах. Інфільтраційне живлення річковими водами горизонту алювіальних пісків досить досконале, що не зустрічає перешкод з боку ложа річки у зв'язку з відсутністю водотривких порід.

Ґрунтово-рослинний шар, який покривав природний рельєф місцевості, в сучасних умовах, знятий для рекультивації. В межах проммайданчика ПРАТ «ІНГЗК», залягає товща техногенних ґрунтів різного генезису та складу. Первинні дамби обвалування хвостосховища першої черги складені суглинками і глинами, частково з включенням щебеню кварцитів. Найбільша міцність цих відкладень спостерігається в районі греблі ставка зворотного водопостачання і складає 21 м. На окремих ділянках для забезпечення стійкості огороджуючих споруд хвостосховища первинні дамби були укріплені привантаженням зі щебеню і глиб кварцитів. В південно-східній частині хвостосховища 1-ї черги дамба була укріплена привантаженням з каменю міцністю 10-13 м. Первинна дамба хвостосховища 2-ї черги зведена з гірської маси з захисним екраном із суглинку.

Міцність насипних ґрунтів, які складаються з глиб та щебеню кварцитів, а також з екраном із суглинку та хвостів, досягає 10-15 м. Вони складають гребені, а місцями і тіло обвалування, зустрічаються в тілі хвостів, що обумовлено технологією картового намиву.

На площі розташування хвостосховища, в балці Безіменній ґрунтовий покрив було знято в ході будівництва хвостосховищ 1-ї та 2-ї черг.

Ґрунти на нижніх ярусах дамби – примітивні сформовані з малопотужним, але чітким горизонтом, а на верхніх – ґрунтотворні породи мають лише ознаки ґрунтоутворення.

В сучасних умовах, на нижніх ярусах та бермах дамби хвостосховища 1-ї черги, з її північно-східного та південно-східного боків відбулося часткове відновлення рослинності. Здебільшого відновлені фітоценози представляють дерев’янисті види і чагарники синантропної рослинності та трав'янистий шар природної степової рослинності. Формування рослинного покриву на цій ділянці відбувалося спонтанно, по мірі відсипання ярусів дамб, шляхом самозаростання.

Як свідчать наукові джерела, присвячені вивченню розповсюдження рослинних формацій порушених територій Криворізького регіону, по хімічному складу шахтні та кар’єрні породи Кривбасу характеризуються наявністю значних кількостей кремнезему, розчинного заліза, оксидів металів та незначного вмісту натрію. Основну частину гірських порід складають оксиди металів, які не мають фітотоксичної дії в даних формах і концентраціях. Реакція водної витяжки порід близька до нейтральної. Породи мають середню і високу місткість поглинання, містять доступні для рослин калій і фосфор і практично позбавлені азоту. У зв’язку з наявністю акцесорного апатиту в породах і рудах Кривбасу, у скельних породах дамб хвостосховища в незначних кількостях присутні, необхідні для рослин, – сірка і фосфор. Кремній, алюміній, кальцій, магній, залізо є життєво необхідними мікроелементами для рослин, а мікроелемент марганець грає важливу роль в обміні речовин.

Як показали дослідження, проведені на базі Криворізького та Донецького ботанічних садів, більшість елементів які входять до складу гірських порід Криворіжжя і одночасно є життєво важливими для рослин – доступні для поглинання рослинами навіть за відсутності верхніх насипних ґрунтів, що дає змогу рослинам виростати на цих породах навіть без наявності родючого шару. У зв’язку з цим, по закінченню відсипання гірських порід, на схилах відвалів в наслідок самозаростання починається формування рослинного покриву. А завдяки неоднорідній нерівній поверхні дамб, тут формується складний мікрорельєф з досить вологими місцями існування, що дозволяють оселятися певним видам трав і деревної рослинності.

Оскільки на укосах (бортах) дамб формуються специфічні гідрологічні умови поверхневого стоку вологи і того, що протікає всередині ґрунту, на цих ділянках складаються несприятливі умови для вологолюбних рослин.

Відсипані скельні породи і суглинки швидко заселяються за допомогою повітряної міграції оліготрофними мікроорганізмами, утворюючими азотфіксуючий комплекс, що веде до спонтанного формування родючості «ґрунтів». Суглинки у відвалах заростають природним шляхом з першого року. На 5-6 рік на них формуються стійкі фітоценози. Скельні породи, особливо сланці, заростають поволі. Спочатку з'являються представники рудеральної рослинності: злинка канадська, віниччя справжнє, смілка звичайна, пирій видовжений, віниччя справжнє, колосняк пісковий, кострець безостий, костриця борозниста. З роками видовий склад поступово збільшується, з'являється буркун лікарський, буркун білий, з насіння деревних рослин випадково пророслих в сприятливих умовах на відвалах, – акація біла, абрикос, тополя.

Схили дамб хвостосховища складені із великих кусків породи, на бермах зустрічаються більш дрібні. На чотирьох нижніх бермах дамби хвостосховища рослинний покрив розповсюджений достатньо рівномірно та щільно, вище відмітки 45 м – рослинність сформована острівцями і майже немає трав’янистої рослинності. Найбільш численні угрупування і видове різноманіття рослинності спостерігається у підніжжі хвостосховища першої черги з його східного боку.

З дерев’янистих рослин на нижніх дамбах та бермах хвостосховища найбільш поширені: Клен американський, Тополя срібляста, Абрикос звичайний, Лох вузьколистий, Берест (В'яз граболистий), В'яз шорсткий або туркестанський, менш поширені – алича, Горіх волоський, шовковиця. Серед чагарників найбільш поширені – шипшина, глід. У підніжжі хвостосховища 1-ї черги були виявлені, також, численні зарості барбарису і таволги.

Урізноманітнення видового складу рослинності спостерігається за межами хвостосховища на прилеглих до хвостосховища 1-ї черги територіях, з його східного боку, вздовж берегів р. Інгулець. Рослинний світ тут представлений видами природної степової рослинності.

Різноманітний видовий склад та щільно сформований рослинний покрив природної степової рослинності поруч із хвостосховищем, свідчить про те, що за час експлуатації хвостосховища, в районі навколишніх територій, не залучених до агропромислового комплексу, сформувалися стійкі формації рослинного світу, які добре пристосувалися до умов існування на даній території.

На схилах дамб і бермах хвостосховища 2-ї черги рослинність відсутня, що пов’язано з активною експлуатацією хвостосховища і постійним виконанням тут будівельних робіт по нарощуванню огороджуючих споруд, а також, з досить незначним віком відсипаних дамб і берм. Крім того, у зв’язку із тим, що правила експлуатації хвостосховищ не допускають розповсюдження в межах хвостосховищ дерев’янистих рослин, які виступають потенційною загрозою стійкості огороджуючих споруд, ріст деревної порослі контролюється і своєчасно видаляється.

Хвостосховище 2-ї черги експлуатується з 2007 року, на даний час відбувається нарощування його огороджуючих споруд до відмітки 147,5 м. Дерев'яниста рослинність та чагарники тут не зустрічаються. На нижніх бермах дамб хвостосховища, на ділянках де відсутній рух технологічного транспорту, задіяного на будівництві, поступово починає формуватися трав'янистий покрив.

З південно-східного, південного та південно-західного боків хвостосховище 1-ї черги та із північного, західного та південного боків хвостосховище 2-ї черги межують із сільськогосподарськими угіддями, від яких хвостосховища відокремлені лісосмугами.

* 1. **Дослідження негативного впливу хвостосховищ на стан довкілля**

Встановлено, що гірничовидобувна промисловість є джерелом постійного антропогенного впливу на природне середовище із подальшим збільшенням його впливу,особливе місце в даній галузі займає процес складування відходів збагачення – хвостів.

Виробництво залізорудного концентрату супроводжується утворенням значної кількості відходів виробництва.

Великі об’єми відходів збагачення впливають не лише на вміст атмосфери, а також мають вплив на земельні ресурси за рахунок їх відчуження, підтоплення та ін. Об'єми складованих відходів збагачення і площі відокремлених для цього земель з ціллю скорочення їх шкідливого екологічного впливу слід зменшити, тобто частково утилізувати.

В даний час частка використання відходів збагачення порівняно невелика і складає приблизно 10-18% (для спорудження дамб хвостосховищ, дозбагачення і т. ін.), а в будівельному виробництві і того менше. У зв'язку з цим поки основна кількість відходів збагачення залишається на хвостосховищах, проблема охорони навколишнього середовища при їх експлуатації досить актуальна.

Хвостосховище ІНГЗК займає площу 558 га, його довжина 10,4 км, середня ширина 2,17 км. Вплив хвостосховищ на ландшафт місцевості полягає в тому, що вони спотворюють його, а також стають новими техногенними об’єктами в екологічній структурі навколишнього середовища. Таким чином, хвостосховища стають джерелами інтенсивного впливу на оточуючі геологічні масиви, ґрунти та гідросферу, а не знищені техногенезом живі організми зазвичай вступають у взаємодію з новими абіотичними чинниками техногенного походження. , а ті живі організми, які не зазнали впливу техногенезу, пристосовуються до нових умов. Через це існуюча природна екосистема змінюється на нову систему змішаного походження, яку називають техногенна геоекосистема. Як відомо, «геоекосистема – це керована або підконтрольна людині територіальна система, що являє собою частину ландшафтної сфери із характерними для неї процесами обміну речовин, біогеохімічними кругообігами, певними видами господарської діяльності та соціокультурних стосунків» [9]. До техногенної геоекосистеми входять геосистеми (відносно цілісного географічного утворення із елементів компонентів, які взаємодіють між собою: літосфери, гідросфери, атмосфери та біосфери) людини та об’єкти господарсько-економічної діяльності.

Шкідливі фактори, створені в техногенних геоекосистемах поряд з хвостосховищем, мають здатність довготривалого постачання, переміщення і накопичення, у тому числі аерогенного, гідрологічного та гідрохімічного характеру. Внаслідок цього вторинні антропогенні сукцесії приводять до того, що окремі елементи екосистеми можуть поступово та необоротно змінювати свій склад і структуру. Зміни такого типу в межах техногенних геоекосистем можуть траплятися на ділянках глибокого забруднення ґрунтів або пересихання водойм, на територіях підтоплення, заболочування чи засолення земель [9].

Зважаючи на те, що хвостосховище є місцем видалення відходів, ПРАТ «ІНГЗК» проводить постійний моніторинг стану забруднення атмосферного повітря і ґрунтів поруч із хвостосховищем. Обов'язково визначається вміст важких металів у ґрунтах. За результатами системних досліджень та вимірювань, категорія забруднення ґрунтів визначається як «допустима», характерна для промислових агломерацій.

Враховуючи те, що на діючому хвостосховищі, на сучасному етапі, ведуться роботи по нарощуванню огороджуючих споруд хвостосховища 2-ї черги до відм. 147,5 м, що пов'язано із шумовим навантаженням на атмосферу від працюючої спецтехніки та автотранспорту, ПРАТ «ІНГЗК» проводить моніторинг шумового навантаження на межі СЗЗ та в найближчих житлових забудовах.

В рамках екологічних програм міста та області ПРАТ «ІНГЗК» виконує: моніторинг атмосферного повітря; закріплення поверхонь, з яких виділяється пил за допомогою зв'язуючих розчинів; пилопригнічення на автошляхах під час будівництва огороджуючих споруд хвостосховищ; моніторинг режимної мережі; моніторинг поверхневих вод в зоні впливу хвостосховища; використання розкривних порід для виробництва щебеню, використання розкривних порід для будівництва дамб хвостосховища; будівництво більш потужної насосної станції для відводу фільтраційних вод.

* 1. **Аналіз сучасного стану забруднення атмосферного повітря в умовах хвостосховища ІНГЗК**

Небезпеку забруднення повітряного середовища пилом представляють як наявні технології складування шламів збагачення, так і умови експлуатації хвостосховищ. Розміщуються хвостосховища на відстані 1-5 км від промислових майданчиків і житлових масивів. В процесі експлуатації хвостосховищ утворюються зневоднені ділянки площею десятки і сотні гектарів. Відкриті поверхні сухих «пляжів» під впливом вітрових потоків виділяють велику кількість пилу, яка забруднює атмосферне повітря житлових масивів і осідає на значній площі сільськогосподарських угідь. У сухі періоди року поверхня шламів нагрівається до +50 °С, сухий шар досягає товщини 30-50 см. Сухі пляжі представляють собою пухко-подібний матеріал різного фракційного складу. Вміст пилових частинок менше 0,05 мм складає до 75%, а частинок фракції менше 0,01 мм (силікозонебезпечних) до 35% [6].

При швидкості вітру 5 м/с та більше, суха поверхня хвостосховища стає інтенсивним джерелом видалення пилу. При цьому концентрація пилу на хвостосховищі і на значній відстані від нього може в десятки і сотні разів перевищувати ГДК [7,8].

На основі замірів санітарно-епідеміологічної станції м. Кривий Ріг встановлено, що у ряді випадків на відстані 3,5 км від хвостосховища концентрація пилу у 5 разів перевищувала ГДК. При швидкості вітру 4-9 м/с, на дамбі обвалування концентрація пилу була в межах від 32 до 600 мг/м3. На відстані 500 м від хвостосховища концентрація пилу була в межах від 0,4 до 22,9 мг/м3.

Пил, який піднімається з поверхні хвостосховища негативно впливає на санітарно-гігієнічні умови житлових районів промислових підприємств, а також на стан сільськогосподарських угідь.

Процес утворення пилового потоку залежить від зовнішніх факторів (метеорологічних умов) та внутрішніх, в першу чергу, фізико-механічних властивостей поверхні, таких як дисперсний склад, вологість, щільність шару шламу, адгезії та інших.

Для отримання фактичних даних було проведено дослідження повітря на північному заході с. Вишневе та південному заході с. Зелений Гай в районі санітарно-захисних зон (СЗЗ), які знаходяться на відстані 4 км від хвостосховища. При відборі проб застосовувалися такі засоби вимірювання, як електроаспіратор ASA-4 М-947, Тензор 41-0004, ППВ-2 №1204. Поверхня місцевості – твердий ґрунт.

Результати вимірювань наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1. Результати вимірювань погодно-кліматичних умов та дослідження повітря.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номера поглина- чів та фільтрів | Точка відбору проб | Метеорологічні фактори | | | | | | Час відбору | | | Результат дослідження концентрації пилу | |
| Атмосферний тиск, мм.рт.ст. | Температура повітря, ºС | Вологість,% | Напрямок вітру | Швидкість вітру, м/с | Стан погоди | Початок, год. | Кінець, год. | Швидкість відбору проби, хвилин | Виявлена концентрація мг/м3 | ГДК мг/м3 |
| 2457 | СЗЗ пн./зх.  с.Вишневе | 760 | +29 | 32 | півд.-схід. | 3 | ясно | 1300 |  | 40 | 0,27 | 0,5 |
| 2458 |  |  | 30 | 0,27 |
| 2459 |  |  | 40 | 0,27 |
| 2460 | СЗЗ пд./зх.  с.Зелений Гай | 760 | +29 | 32 | півд.-схід. | 3 | ясно |  |  | 40 | 0,23 |
| 2461 |  |  | 30 | 0,23 |
| 2462 |  | 1500 | 40 | 0,23 |

Експериментальні дані свідчать, що при ясній безвітряній погоді концентрація пилу в повітрі відповідає вимогам "Гранично допустимих концентрацій хімічних та біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць" від 03.03.2015.

На сучасному етапі, в районі хвостосховища, вплив на навколишнє середовище завдається за рахунок експлуатації хвостосховищ 1-ї та 2-ї черг, а також, нарощуванням огороджуючих споруд хвостосховища 2-ї черги до відм. 147,5 м. На даний час, атмосферне повітря в районі досліджуємого об’єкту, зазнає впливу внаслідок: проведення ремонтних зварювальних робіт; перевантажування будівельних матеріалів; згоряння палива в двигунах внутрішнього згоряння автотранспорту та спецтехніки, що працює на хвостосховищі; виділення пилу з поверхні дамб під час їх формування при нарощуванні огороджуючих соруд; виділення пилу з поверхні автодоріг під час руху технологічного автотранспорту; виділення пилу з не зволожених поверхонь хвостосховища.

Характеристика стаціонарних джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря хвостосховища, на сучасному рівні, наведена в таблиці 1.2.

Викиди забруднюючих речовин здійснюються згідно Дозволу на викиди в атмосферне повітря стаціонарними джерелами ПРАТ «ІНГЗК», виданого Міністерством екології та природних ресурсів України під №1211036900-040, терміном дії до 28.12.25 р [1].

Згідно вимогам діючого природоохоронного законодавства проводяться моніторингові дослідження стану атмосферного повітря в зоні впливу хвостосховища, на межі СЗЗ та в найближчій житловій забудові; здійснюється контроль вмісту забруднюючих речовин у відпрацьованих газах пересувних джерел; виконуються роботи із пилопригнічення та закріплення поверхонь, з яких відбувається виділення пилу. Моніторингові дослідження стану атмосферного повітря, в зоні впливу хвостосховища, проводяться відповідно укладеним договорам, атестованими лабораторіями та спеціалістами відділу охорони навколишнього середовища ПРАТ «ІНГЗК». В 2017-2019 рр. моніторингові дослідження вмісту забруднюючих речовин в атмосферному повітрі проводилися та проводяться відокремленим структурним підрозділом «Криворізький міський відділ лабораторних досліджень ДУ «ДОЛЦ МОЗ України». Результати досліджень забруднення атмосферного повітря, в зоні впливу хвостосховища, свідчать про дотримання санітарних нормативів.

Починаючи з 2019 року, два рази на тиждень проводяться вимірювання вмісту забруднюючих речовин в атмосферному повітрі на межі житлової забудови, а саме: с. Зелений Гай, вул. Центральна, 1; с. Вишневе, вул. Центральна, 95; с. Карпівка, вул. Центральна, 11.

Таблиця 1.2. Характеристики джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря в умовах хвостосховища та їх параметри

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Найменування джерела | Висота джерела, м | Найменування речовини | Визначена потужність викидів | | |
| г/с | т/рік | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | | 5 |
| ЦТВШГ Хвостосховище, Північний будівельний майданчик | 67,5 | Речовина у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом | 2,198 | | 9,194 |
| НМЛОС | 0,101 | | 0,004 |
| Кремнію діоксид аморфний (Аеросил-175) | 0,056 | | 0,003 |
| Фтористі газоподібні сполуки (фтористий водень, чотирифтористий- кремній) | 0,153 | | 0,011 |
| Фториди погано розчинні неорганічні | 0,069 | | 0,005 |
| Фториди добре розчинні неорганічні | 0,139 | | 0,010 |
| Хром шестивалентний (у перерахунку на триоксид хрому) | 0,010 | | 0,0007 |
| Заліза оксид у перерахунку на залізо | 1,264 | | 0,091 |
| Сольвент, нафта | 0,955 | | 0,088 |
| Манган та його сполуки в перерахунку на діоксид мангану | 0,153 | | 0,011 |
| ЦТВШГ Хвостосховище, Західний будівельний майданчик | 67,5 | Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом | 2,198 | | 9,194 |
| НМЛОС | 0,101 | | 0,004 |
| Кремнію діоксид аморфний (Аеросил-175) | 0,056 | | 0,003 |
| Фтористі газоподібні сполуки (фтористий водень, чотирифтористий кремній) | 0,153 | | 0,011 |
| Фториди погано розчинні неорганічні | 0,069 | | 0,005 |
| Фториди добре розчинні неорганічні | 0,139 | | 0,010 |
| Хром шестивалентний (у перерахунку на триоксид хрому) | 0,010 | | 0,0007 |
| Заліза оксид у перерахунку на залізо | 1,264 | | 0,091 |
| Сольвент, нафта | 0,955 | | 0,088 |
| Манган та його сполуки в перерахунку на діоксид мангану | 0,153 | | 0,011 |
| ЦТВШГ Карти хвостосховища | 67,5 | Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом | 0,808 | | 14,412 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | | 5 |
| ЦТВШГ Хвостосховище, Західний будівельний майданчик | 67,5 | Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом | 2,198 | | 9,194 |
| НМЛОС | 0,101 | | 0,004 |
| Кремнію діоксид аморфний (Аеросил-175) | 0,056 | | 0,003 |
| Фтористі газоподібні сполуки (фтористий водень, чотирифтористий кремній) | 0,153 | | 0,011 |
| Фториди погано розчинні неорганічні | 0,069 | | 0,005 |
| Фториди добре розчинні неорганічні | 0,139 | | 0,010 |
| Хром шестивалентний (у перерахунку на триоксид хрому) | 0,010 | | 0,0007 |
| Заліза оксид у перерахунку на залізо | 1,264 | | 0,091 |
| Сольвент, нафта | 0,955 | | 0,088 |
| Манган та його сполуки в перерахунку на діоксид мангану | 0,153 | | 0,011 |
| ЦТВШГ Хвостосховище, Південний будівельний майданчик | 67,5 | Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом | 2,198 | | 9,194 |
| НМЛОС | 0,101 | | 0,004 |
| Кремнію діоксид аморфний (Аеросил-175) | 0,056 | | 0,003 |
| Фтористі газоподібні сполуки (фтористий водень, чотирифтористий кремній) | 0,153 | | 0,011 |
| Фториди погано розчинні неорганічні | 0,069 | | 0,005 |
| Фториди добре розчинні неорганічні | 0,139 | | 0,010 |
| Хром шестивалентний (у перерахунку на триоксид хрому) | 0,010 | | 0,0007 |
| Заліза оксид у перерахунку на залізо | 1,264 | | 0,091 |
| Сольвент, нафта | 0,955 | | 0,088 |
| Манган та його сполуки в перерахунку на діоксид мангану | 0,153 | | 0,011 |
| ЦТВШГ Перевантажу-вальний майданчик №3 | 30 | Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом | 5,592 | | 28,279 |
| ЦТВШГ Перевантажу-вальний майданчик №4 | 30 | Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом | 5,592 | | 28,279 |

З кінця 2017 року для забезпечення цілодобових спостережень, збору, аналізу і обробки інформації про стан атмосферного повітря, на території проммайданчика ПРАТ «ІНГЗК», комбінатом було встановлено два пости автоматизованої системи екологічного моніторингу атмосферного повітря. З 2018 року, три пости автоматизованої системи екологічного моніторингу функціонують на території Карпівської сільської ради (селище Карпівка, с. Вишневе, с. Зелений Гай). В автоматичному режимі в атмосферному повітрі контролюється вміст оксиду вуглецю, діоксиду азоту, діоксиду сірки та пилу, а також метеопараметри (температура повітря, відносна вологість, швидкість і напрямок вітру).

В сучасних умовах, задля зменшення навантаження на атмосферне повітря, на території хвостосховищ 1-ї та 2-ї черг здійснюється:

- постійний контроль рівня води над поверхнею ложа хвостосховища;

- заходи з пилопригнічення шляхом постійного зволоження поверхонь автодоріг, по яким здійснюється перевезення вантажів під час будівництва огороджуючих споруд хвостосховища, водою;

- здійснюється закріплення поверхонь автодоріг, зв’язуючими розчинами «Бішофіт» та «Лексол»;

- закріплення пилячих поверхонь хвостосховища та відкосів дамб за допомогою гідропосівів та зелених насаджень.

Зволоження поверхонь здійснюється за допомогою поливальної техніки постійно протягом світлового дня.

Задля зменшення навантаження на атмосферне повітря від викидів відпрацьованих газів транспортних засобів, на комбінаті здійснюється контроль своєчасного проведення технічного обслуговування автотранспорту і спецтехніки, а також вмісту забруднюючих речовин у відпрацьованих газах, що працюють на хвостосховищі, згідно вимогам «Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту». Виїзд на лінію транспортних засобів із перевищенням вмісту забруднюючих речовин у відпрацьованих газах не допускається.

* 1. **Вивчення та дослідження фізико-механічних властивостей відходів збагачення ГЗК**

Згідно з існуючими технологіями переробки корисних копалин, від 30 до 70% вихідної сировини йде у відходи збагачення – хвости. Вони поряд з порожніми породами містять ряд цінних компонентів: залізо, алюміній, марганець, дорогоцінні і рідкісні метали, інші метали і неметали. Відходи збагачення при розробці відповідних технологій можуть вдруге перероблятися і служити техногенними джерелами (запасами) корисних копалин. У зв'язку з цим доцільне їх організоване складання та зберігання.

Існує два принципово різних способи складування одержаних відходів – «сухе» і «мокре». В даний час отримав широке промислове поширення спосіб «мокрого» складування хвостів – гідровідвалутворення, сутність якого полягає в намивання гідросуміші хвостів (хвостової пульпи) в спеціальні гідротехнічні споруди – хвостосховища. При цьому консистенція пульпи залежить від виду хвостів і прийнятої технології складування та, за даними П. Т. Сазонова, в середньому становить: для залізних 1: 10-1: 30.

Основними елементами хвостосховища є: огороджувальні споруди (дамба, гребля), укіс намиву (пляж), ставок освітлення. Проектні параметри хвостосховища ІНГЗК наведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3. Деякі параметри хвостосховища Інгулецького ГЗК

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Корисна площа, м2 | Загальний об’єм,  млн. м2 | Об'єм води в ставку оборотного водопостачання, млн. м3 | Вихід хвостів в рік, млн. м3 | Річне підвищення рівня хвостів, м |
| 558 | 252,8 | 5,5 | 12,48 | 2,33 |

Властивості різних видів хвостів збагачення, а також їх відкладень мають як свою специфіку, так і багато спільного.

Колірна гамма відходів збагачення представлена від світло-сірої до чорної або від світло-жовтого до темно-бурого. Оскільки в процесах збагачення породи вихідних корисних копалин зазнають значного подрібнення, відходи збагачення мають неправильну кутасту форму. Гранулометричний склад хвостів залежить від методів подрібнення, технології збагачення корисних копалин і твердості мінералів, що входять в породи тієї чи іншої корисної копалин.

Гранулометричний склад хвостів не строго постійний. Діапазон зміни розмірів частинок різних видів хвостів великий. Середньозважені діаметри частинок хвостів змінюються від 0,07 до 0,55 мм, проте переважають хвости пилуваті.

Густина хвостів також не строго постійна, так як залежать від щільності порід масиву, що розробляється. Розрізняють дійсну густину хвостів і щільність відкладень хвостів. Дійсна густина хвостів становить 2,06-3,08 т/м3, а щільність їх відкладень в залежності від глибини шару і пористості визначається процесом консолідації та в середньому становить 1,7-1,9 т/м3 поблизу місць скидання пульпи, але знижується до 1,2 т/м3 в приставковій зоні.

Практичні і теоретичні дослідження, проведені лабораторією механіки ґрунтів ЛПІ і ВІОГЕМ, доводять, що пляжні відкладення хвостів одного горизонту внаслідок фракціонування, зміни гідродинамічних характеристик потоку пульпи, незважаючи на окремі порушення закономірності, мають характер зміни за напрямками від місця випуску до центру ставка склад: від крупнозернистих пісків (і навіть гравію) до пилуватих супісків і суглинків в районі урізу ставка. Відзначено також, що фракціонування хвостів відбувається найбільш впорядковано при послідовному намиванні від дамб з досить близько розташованих один від одного випусків. При цьому водопроникність відкладень може змінюватися від 10-2 см/с в районі гребеня дамби при відкладанні тут крупно і середньозернистих пісках до 107 см/с з краю ставка освітлення.

Важливою характеристикою хвостів є їх мінеральний склад. Результати рентгендифрактометричного мінералогічного аналізу вихідних хвостів свідчать в більшості випадків про складний, пів-мінеральний склад їх порід. У ньому виявлено понад 10 мінеральних фаз, що представляють класи карбонатів, каркасно-ланцюгових і шаруватих силікатів оксидів заліза і ін.

Необхідно відмітити різний вміст і розподілення по фракціям хвостів одного з найбільш інертного мінералу – кварцу. Загальною закономірністю являється поступове збільшення відносного вмісту кварцу у фракціях більш крупних розмірів. В дрібнодисперсних фракціях вміст кварцу становить 30-50 %, а у фракції дрібного піску – 88-96 % [5].

Широкий спектр мінерального складу хвостів припускає багатокомпонентність та різноманітність хімічного складу. Результати повного хімічного аналізу хвостів ІНГЗК, виконаного на рентгенфлуосцентном аналізаторі VRA-30, приведено в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4. Хімічний аналіз хвостів ІНГЗК

|  |  |
| --- | --- |
| Вміст компонентів, % | |
| Na2O | 0,1708 |
| MgO | 7,0988 |
| Al2O3 | 1,9928 |
| SiO2 | 61,4757 |
| P2O5 | 0,1851 |
| SO3 | 0,3978 |
| Cl | 0,009 |
| K2O | 0,6600 |
| CaO | 4,9704 |
| TiO2 | 0,662 |
| MnO | 0,2372 |
| Fe2O3 | 23,7618 |

Вологість хвостів визначається глибиною рівня ґрунтової (зворотної) води і місцем знаходження по відношенню до ставка хвостосховища.

Хвости збагачення по вмісту являються ерозійно небезпечним матеріалом. Відкладення хвостів в пляжних зонах збагачені крупними і важкими частинками, проте містять і самі тонкі фракції. Властивості хвостів, а також існуюча технологія намиву створюють в пляжній зоні умови для формування розсипчастого і ближче до дзеркала ставка рихлого типів складання намивного матеріалу. Добра водопроникність їхніх відкладень сприяє швидким водовіддачі та висиханню при відповідних умовах, а також значній схильності до вітрової ерозії.

* 1. **Дослідження сучасних способів та методів знепилення хвостосховищ**

Для зниження шкідливого впливу хвостів збагачення на навколишнє середовище використовують заходіи, застосовуючи різні методи і засоби боротьби з пиловиділенням на хвостосховищах.

На стадії проектування хвостосховищ враховують розу вітрів, орієнтують хвостосховища уздовж переважаючого напрямку вітру на знижених ділянках земної поверхні, щоб зменшити вплив метеорологічних факторів на виникнення вітрової ерозії поверхні.

Задля продовження терміну дії служби наявних хвостосховищ та для того, щоб не створювати нові джерела забруднення навколишнього середовища і тим самим опосередковано скоротити негативний вплив хвостів збагачення на екологічну обстановку району у нас в країні і за кордоном ведеться інтенсивна розробка нових безвідходних та маловідходних технологій та пошук шляхів часткової утилізації хвостів.

Весь період будівництва та експлуатації хвостосховища характеризується певною циклічністю і підрозділяється на ряд етапів: зведення дамби чергового ярусу, намив ярусу хвостів, знову зведення дамби, знову намив ярусу і так до певної позначки, потім реконструкція хвостосховища, знову поярусний намив до остаточного заповнення всього проектного рівня і, нарешті, рекультивацію хвостосховища.

Умови шкідливого впливу хвостосховищ на кожному з етапів експлуатації відрізняються певною складністю, мають свою специфіку. У зв'язку з цим необхідний диференційований підхід до вирішення проблеми боротьби з шкідливим впливом хвостосховищ на навколишнє середовище.

Існуючі методи боротьби з виділенням пилу хвостосховищ за способом впливу на джерело запиленості поділені на фізико-хімічний, механічний, біологічний і рекультивацію.

До технологічних методів належать зміна способів складування, зміна складу і стану продуктів складування, безвідходні технології збагачення. Ці методи частково можуть знизити обсяги відходів, але не вирішують проблеми в цілому.

Механічний спосіб полягає в тому, що вітроерозійну поверхню повністю чи частково ізолюють від безпосереднього впливу вітру. Даний спосіб закріплення ерозійнобезпечної поверхні хвостосховищ представлений невеликим асортиментом засобів: гравій, щебінь, дерев'яна тріска, крупний пісок, глина, спеціальні гранули чи окатиші. Їх наносять суцільним шаром товщиною в декілька сантиметрі або полосами ­– для економності. Проте цей спосіб досить трудомісткий, так як потребує універсальну виробничу техніку, здатна вільно пересуватися і рівномірно наносити матеріал. Також до недоліків слід віднести значне засмічення хвостів стороннім матеріалом, що може утруднити їх можливу утилізацію і повторну переробку.

Найбільш екологічно чистим являється біологічний метод, до якого належить утворення захисного шару з допомогою рослин [11]. Використання цього методу лімітується механічними, фізико-хімічними та біологічними властивостями хвостів, які не мають аналогів серед зональних ґрунтів. За своїми властивостями вони відносяться до групи субстратів, малопридатних для вирощування багатьох видів рослин. Скидання високомінералізованих вод в хвостосховище призводить до значного засолення субстратів, що в свою чергу призводить до загибелі рослинного покриву.

Рекультивація розділяється на гірничотехнічні методи (нанесення родючих земель) і біологічні (проведення комплексу методів, для відновлення флори і фауни). Цей спосіб є основним при захисті від пилу з намитих до проектних відміток хвостосховищ або окремих його ділянок (карт). Кінцева мета рекультивація – повне відновлення земель, що були відведені під шламосховища.

Найбільш поширеним методом знепилювання на діючих хвостосховищах є фізико-механічна стабілізація поверхонь, які є джерелом виділення пилу. Суть цього методу полягає в фізико-хімічному впливі хімічних реагентів або води на поверхню шламів з метою утворення плівки або кірки, яка зв'язує пилові частинки. При цьому відбувається так само перенесення і осадження пилових фракцій на закріплення поверхні, які стають знову джерелом пиловиділення.

Іншим методом є гідрознепилення. Для його здійснення використовують технологічну дренажну воду. Для умов Кривбасу витрата води на знепилення 1 га хвостосховища за рік становить 12 тис. м3, що вимагає значних експлуатаційних і капітальних витрат [10].

Найбільш прийнятним способом боротьби з пилом на намитих до проектних відміток майданчиків хвостосховищ є біологічний метод зі створенням субстрату ґрунту для проростання рослин. Як показує аналіз наукових джерел, найпоширенішим способом утворення рослинного покриву на відвалах розкривних порід і законсервованих картах хвостосховищ є процес самозаростання під дією природних факторів природного середовища, без прямої участі людини. Цей екстенсивний спосіб не може гарантувати ні якість рослинного покриву, ні швидкість його появи, зберігаючи напружену екологічну обстановку в районі техногенних об'єктів довгі роки.

Тому необхідно впровадження інтенсивних способів закріплення пилоутворюючих поверхонь, віддаючи пріоритет тим з них, які в умовах обмеженого фінансування природоохоронних програм можуть ефективно впоратися з закріпленням сухих поверхонь хвостосховищ.

Заходи, спрямовані на запобігання, відведення, уникнення, зменшення та усунення негативного впливу на довкілля включають заходи, направлені на зменшення негативного впливу на довкілля в процесі експлуатації хвостосховища ІНГЗК.

До заходів по забезпеченню нормативної стійкості огороджуючих споруд відносяться:

1) Привантаження основи південної частини хвостосховища 1-ї черги для забезпечення нормативного коефіцієнту запасу стійкості огороджуючих споруд.

2) Контроль заповнення чаші хвостосховищ.

3) Додаткове встановлення контрольно-вимірювальної апаратури (п’єзометрів, марок вимірювань) для проведення постійних моніторингових досліджень (спостережень за горизонтальними та вертикальними зсувами дамби, положенням кривої депресії в тілі дамби).

Заходи по захисту повітряного басейну:

1) Проведення заходів з пилопригнічення шляхом:

- рівномірного намиву хвостів;

- постійного утримання карт хвостосховищ у вологому стані;

- забезпечення максимального покриття поверхні хвостосховищ водою;

- обробки поверхонь ділянок технологічних доріг та укосів греблі покривними і зв'язуючими рідинами, які значно знижують процеси пилоутворення;

- закріплення поверхонь дамб за допомогою гідропосівів;

- оновлення захисних смуг зелених насаджень територій межуючих із хвостосховищами.

2) Постійне проведення моніторингових досліджень:

- атмосферного повітря на межі СЗЗ та території найближчих житлових забудов;

- вмісту забруднюючих речовин у відпрацьованих газах пересувних джерел;

- моніторинг рівня шумового забруднення атмосфери на території найближчих житлових забудов.

3) Своєчасне закріплення насипів з хвостів конструктивними елементами зі скельних порід.

**1.6. Висновки.**

1.1. Діюче хвостосховище ІНГЗК призначене для складування хвостів збагачення і механічного освітлення оборотної води. Хвости збагачення утворюються в процесі виробництва товарної продукції на збагачувальних фабриках комбінату як відходи процесів збагачення корисних копали. Об’єм хвостосховища складає 8294358,32 т.

1.2. Досліджено, що негативний вплив хвостосховища полягає в тому, що воно займає велику площу – 558 га, частка використання відходів збагачення складає лише 10-18% .

1.3. В результаті проведення аналізу стану забруднення атмосферного повітря було встановлено, що хвостосховище виділяє велику кількість пилу, яка забруднює повітряне середовище. Концентрація пилу може в десятки і сотні разів перевищувати ГДК. В повітря викидається 108,67 т/р забруднюючих речовин в умовах хвостосховища.

1.4. В результаті вивчення фізико-механічних властивостей відходів збагачення було встановлено, що вони мають широкий спектр мінерального складу і містять такі хімічні компоненти, як натрій, алюміній, марганець, залізо, дорогоцінні і рідкісні метали та ін. Хвости збагачення по вмісту являються ерозійно небезпечним матеріалом.

1.5. Доведено, що найбільш екологічно чистим методом знепилювання на діючих хвостосховищах являється біологічний метод – утворення захисного шару з допомогою рослин. Найбільш поширеним є фізико-механічна стабілізація поверхонь.

**2. Дослідження динаміки руху повітряних мас в умовах хвостосховищ**

**2.1. Дослідження погодно-кліматичних умов в прилеглих районах розміщення хвостосховищ**

Особливості клімату території обумовлюють групи функціональних процесів, які визначають існування, розвиток і динаміку ландшафтних геосистем: органо-мінеральний (або речовинний), енергетичний, тепло- та вологообмін. Протікання цих процесів визначається позицією регіону в географічній оболонці, зонально-провінціальним розподілом сонячної радіації та вологи, глобальною та регіональною циркуляцією атмосферного повітря.

Як відомо, провідними кліматоутворюючими факторами є:

1) радіаційний режим;

2) циркуляція атмосфери;

3) характер підстилаючої земної поверхні.

Клімат району розміщення хвостосховищ – помірно-континентальний (атлантико-континентальна європейська область), теплий, недостатньо вологий.

Район розміщення хвостосховищ розташований в помірно-континентальній суббореальній семіаридній кліматичній підзоні і характеризується чітко вираженою зміною пір року. Найдовшим кліматичним сезоном є літо (5,5 місяців), дещо коротша зима (трохи більше 3 місяців), по два місяця припадає на весну та осінь. Літо жарке, зима помірно холодна з частими відлигами та нестійким сніговим покривом.

Сумарна сонячна радіація становить 4600-5050 МДж/кв.м/рік. Тривалість безморозного періоду – 165 днів. Середня річна температура повітря – плюс 8,8°С. Абсолютний максимум температури повітря становить плюс 38,6°С; абсолютний мінімум – мінус 33,2°С [12].

Середнє альбедо території Криворіжжя достатньо низьке взимку –35% й високе влітку – 30%. На випаровування витрачається 65% сонячної радіації, 35% – на теплообмін з атмосферою [12].

Середньорічне значення атмосферного тиску становить 753,7 мм рт. ст., взимку він трохи більший – 788,1 мм рт. ст. Циркуляція повітряних мас в Кривбасі обумовлена такими основними баричними центрами, як: ісландський мінімум з північного-заходу, середземноморська та чорноморська баричні максимуми з півдня та південного-заходу, західний відріг сибірського максимуму (антициклону) взимку зі сходу, азовський (із заходу) і арктичний (з півночі) максимуми, іранський мінімум – влітку (з південного-сходу і сходу). В кожному баричному центрі повітряні маси формуються по різному відповідно властивостей сезонів. Так як територія Криворіжжя розміщена на великій відстані від Атлантичного океану, то повітряні маси, трансформуючись, стають більш сухими і спорожнілими від вологи, а взимку зі сходу – холодними.

Протягом року сумарна тривалість випадіння опадів становить 730 годин. Середньорічна кількість опадів становить 475 мм. Найбільша кількість опадів випадає в травні-липні з максимальною кількістю в червні, найменше – в лютому-березні і у вересні-жовтні. Досліджено, що в останні десятиліття кожні 3-4 роки є посушливими, а сильні посухи бувають 1 раз на 5-10 років, коли за період вегетації випадає лише 100-150 мм опадів. По коефіцієнту зволоження за М.М. Івановим (0,53) Кривбас відноситься до територій з недостатнім і нестійким зволоженням. Літні місяці характеризуються дефіцитом зволоження. Дощі в теплий період року випадають здебільшого у вигляді злив, в середньому число днів зі зливами за вегетаційний період становить 29.

Формування вітрового режиму регіону відбувається під впливом циркуляційних процесів і особливостей рельєфу. У холодний період року найбільше переважають вітри східного і північно-східного напрямів, в теплий період – північного. Штилі найчастіше спостерігаються влітку та в ранню осінь. Середньорічна швидкість вітру – 5 м/с. Потужні вітрові потоки (понад 15 м/с) спостерігаються приблизно 29 днів на рік. Влітку часто трапляються суховії зі швидкістю вітру більше 5,7 м/с при дуже низькій відносній вологості повітря – 25-30%. В середньому вони їх буває від 15 до 20 днів на рік з середньою тривалістю 4,4 днів. Формування суховіїв відбувається навесні – початку літа, під впливом трансформації сухих арктичних повітряних мас над просторами Середньої Азії та Заволжя. В таблиці 2.1 приведені кліматичні характеристики і коефіцієнти, які визначають умови розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі в районі розміщення комбінату.

Таблиця 2.1. Кліматичні характеристики і коефіцієнти розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі

|  |  |
| --- | --- |
| Найменування характеристик | Величина |
| Коефіцієнт рельєфу місцевості | 1 |
| Середня max температура зовнішнього повітря найбільш жаркого місяця року, °С | 27,2 |
| Середня температура зовнішнього повітря найбільш холодного місяця року, °С | -5 |
| Середньорічна роза вітрів, %: |  |
| Північний | 15,4 |
| Північно-східний | 16,1 |
| Східний | 10,5 |
| Південно-східний | 10,3 |
| Південний | 9,8 |
| Південно-західний | 10,3 |
| Західний | 11,5 |
| Північно-західний | 11,4 |
| Штиль | 10,5 |
| Швидкість вітру, повторення перевищення якої складає 5%, U, м/с | 12-13 |

У таблиці 2.2 наведені основні метеорологічні характеристики по Кривому Розі.

Добовий максимум опадів становить 95 мм. Середня відносна вологість повітря – 73%. Кількість днів з опадами різних типів наведені в таблиці 2.3. Тривалість випадання опадів представлена в таблиці 2.4. Повторюваність напрямків вітру і штилів в таблиці 2.5. Розподіл середніх значень швидкостей вітру по місяцях в таблиці 2.6.

Таблиця 2.2. Основні середньомісячні і річні метеорологічні характеристики по Кривому Розі

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Характеристики | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Рік |
| Температура повітря, середня (ºС) | -4,3 | -3,3 | 1,6 | 9,6 | 15,8 | 19,4 | 21,5 | 20,7 | 15,5 | 8,9 | 2,7 | -2,0 | 8,8 |
| Кількість опадів, середня (мм) | 34 | 29 | 29 | 36 | 45 | 62 | 51 | 46 | 39 | 30 | 36 | 38 | 475 |

Таблиця 2.3. Кількість днів з твердими, рідкими і змішаними опадами

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид опадів | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Рік |
| Тверді | 6,7 | 6,7 | 5,2 | 0,6 | - | - | - | - | - | <0,5 | 2,0 | 5,2 | 26,6 |
| Рідкі | 3,8 | 3,5 | 3,7 | 8,3 | 10,0 | 10,3 | 10,0 | 7,4 | 6,4 | 8,3 | 7,6 | 6,0 | 85,3 |
| Змішані | 3,0 | 3,0 | 2,9 | 1,3 | <0,5 | - | - | - | <0,5 | 0,6 | 1,3 | 2,2 | 14,7 |

Таблиця 2.4. Тривалість випадання опадів (години)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тривалість, год | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Рік |
| Середня | 111 | 105 | 77 | 58 | 43 | 36 | 22 | 19 | 23 | 52 | 84 | 115 | 745 |
| максимальна | 159 | 188 | 122 | 162 | 98 | 89 | 40 | 53 | 58 | 139 | 173 | 199 | 1005 |

Таблиця 2.5. Повторюваність напрямків вітру і штилів (%)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Місяць | П | ПС | С | ПдС | Пд | ПдЗ | З | ПЗ | Штиль | Швидкість, м/с | | |
| 0-1 | 2-3 | 4-5 |
| I | 15 | 16 | 15 | 11 | 9 | 11 | 12 | 11 | 6 | 13,2 | 20,6 | 22,7 |
| II | 15 | 14 | 15 | 12 | 8 | 9 | 12 | 15 | 6 | 13,8 | 18,6 | 21,7 |
| III | 15 | 17 | 13 | 10 | 11 | 9 | 12 | 13 | 6 | 13,1 | 20,0 | 21,3 |
| IV | 16 | 15 | 16 | 11 | 12 | 10 | 8 | 12 | 8 | 17,4 | 21,5 | 21,8 |
| V | 18 | 16 | 14 | 10 | 9 | 13 | 8 | 12 | 8 | 17,4 | 23,8 | 22,7 |
| VI | 22 | 15 | 11 | 7 | 8 | 11 | 10 | 16 | 8 | 20,3 | 28,1 | 22,9 |
| VII | 22 | 15 | 7 | 5 | 4 | 9 | 15 | 23 | 9 | 24,5 | 28,2 | 21,0 |
| VIII | 20 | 17 | 9 | 6 | 6 | 9 | 13 | 20 | 9 | 23,1 | 28,9 | 21,8 |
| IX | 17 | 16 | 10 | 7 | 8 | 11 | 14 | 17 | 10 | 24,9 | 28,7 | 20,7 |
| X | 14 | 17 | 14 | 10 | 8 | 12 | 12 | 13 | 10 | 21,6 | 25,2 | 20,3 |
| XI | 11 | 14 | 26 | 11 | 9 | 8 | 10 | 11 | 7 | 15,6 | 22,1 | 22,9 |
| XII | 10 | 16 | 19 | 14 | 11 | 10 | 11 | 9 | 6 | 13,2 | 21,4 | 21,6 |

Таблиця 2.6. Розподіл середніх значень швидкостей вітру по місяцях

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Місяці | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Рік |
| Середнє значення швидкості вітру | 4,7 | 5,2 | 4,9 | 4,8 | 4,2 | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 3,9 | 4,1 | 4,5 | 4,5 | 4,3 |

Стосовно агрокліматичних умов Кривий Ріг відноситься до посушливої дуже теплої агрокліматичної зони. Сума активних температур вище +10°С показує обсяги тепла на території, які забезпечують рослинну вегетацію. Територія Кривбасу добре забезпечена тепловими агрокліматичними ресурсами. Температури території дозволяють вирощувати майже всі культури, окрім тропічних. Вегетаційний сезон визначається періодом між весняними та осінніми приморозками. За цей час ніколи не спостерігаються заморозки, які заважають розвитку рослин, або навіть знищують їх. Тривалість періоду вегетації для Криворізького регіону становить 170-180 днів. За цей час рослини проходять всі етапи свого розвитку – від проростання до визрівання плодів.

**2.2. Вивчення впливу швидкості вітрових потоків на рівень забруднення атмосферного повітря пилом**

Концентрація і розсіювання забруднюючих речовин, що потрапляють в атмосферу завдяки виробничої діяльності підприємства залежать від ряду факторів. До основних факторів відносяться технічні характеристики як джерел, так і самих викидів – кількісний і якісний склад викидів, висота джерел, швидкість розповсюдження та температура викидів, фракційний склад золи та ін. Також, суттєвий вплив мають природні характеристики, такі як кліматичні умови, метеорологічні показники, а також захисні містобудівні заходи, у тому числі застосування озеленення. Важливе значення має рельєф місцевості.

На здатність навколишнього природного середовища до самоочищення від забруднюючих чинників впливає багато природних факторів.

Швидкість вітру є одним із основних факторів, які мають вплив на розсіювання забруднюючих речовин. Джерела викиду, які знаходяться низько відносно поверхні та мають неорганізоване розміщення, при малих швидкостях вітру (0-1 м/с) сприяють підвищеному рівню забруднення повітря, так як відбувається скупчення домішок в приземному шарі.

З точки зору забруднення атмосферного повітря сильні вітри мають двоякий вплив. З одного боку, вони в певних умовах призводять до очищення повітря від викидів забруднюючих речовин промислових підприємств і транспорту, з іншого – підвищенню запиленості атмосферного повітря за рахунок формування пилових буревіїв. Найчастіше пилові буревії трапляються в теплий період року.

Стосовно стратифікації, вміст забруднюючих речовин змінюється в зв’язку зі зміною температурного режиму приземного шару атмосфери. Інверсії температури є провідним фактором впливу на розсіювання. Розташування шару інверсії близько до джерела викиду сприяє небезпечним умовам забруднення за рахунок обмеження підйому викидів, яке перешкоджає проникненню їх в верхні шари атмосфери. Через це концентрація забруднюючих речовин в нижньому шарі в цих умовах може збільшуватись в 1,5-1,7 разів [5].

Інверсійний шар, який розташований на досить великій висоті від джерела викиду, сприяє невеликому збільшенню концентрацій домішок в приземному шарі. Якщо інверсійний шар знаходиться нижче джерела викиду, то він заважає перенесенню їх на земну поверхню. Інверсії призводять до ослаблення вертикального розсіювання і забруднюючих речовин.

**2.3. Методика визначення площ запиленості і обсягів викидів пилу з хвостосховища**

При визначенні обсягів пилу, що виділяється з поверхні хвостосховищ, можна скористатися виразом [5]:

*М=10-9QSс.п.Тky* (т/рік),

де *Q* – інтенсивність пиловиділення хвостів, мг/(с·м2); *Sс.п.* – середня площа запиленості, м2; *Т –* тривалість запиленості, с; *ky* – коефіцієнт виносу пилу з поверхні хвостосховища (приймається 0,7).

У зв'язку з тим, що видування пилу здійснюється не з усієї площі хвостосховища (частина її в місці намиву обводнена, частина зайнята ставком і т. д.), то практичний інтерес представляє площа, яка виділяє пил *Sс.п.*.

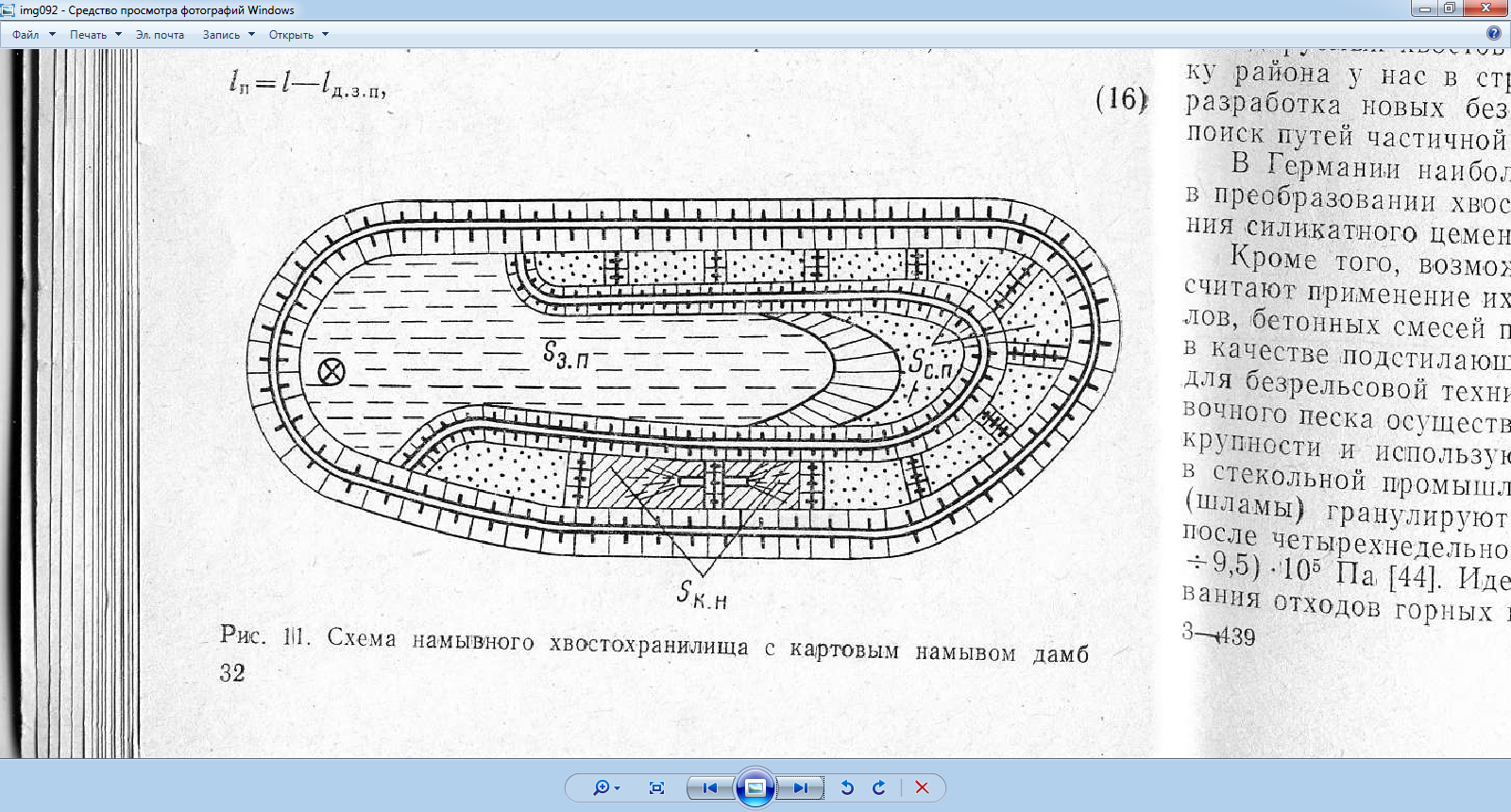


Рис. 2.1. Схема намивного хвостосховища с картовим намивом дамб

Для хвостосховища з картовим намивом дамб (рис. 2.1) площа сухої поверхні складає:

*Sс.п.*= *S´хв--Sз.п.-Sк.н-Sк.о.*,

де *S´хв* – корисна площа хвостосховища, м2; *Sк.н* – площа карт намиву пульпи, м2; *Sк.о* – площі капілярної облямівки навколо ставка, м2;

*S´хв.*= *Sхв--Sд,*

*Sд* – площа дамб і дамбочок м2;

*Sк.н* ­*=­b к.н l к.н n1,*

де *­b к.н, l к.* – ширина і довжина карти намиву пульпи відповідно, м; *n1* – число намивають карт;

*Sк.н* ­*=­b к.н ln*,

де *ln* – довжина дзеркала ставка з боку пляжу, м;

*ln=l-lд.д.с.,*

*l* – периметр ставка хвостосховища, м (*Sд.с.* умовно приймаємо за коло), тоді

,

*lд.з.п.* – довжина дамби уздовж дзеркала ставка, м.

Вихідна інформація для розрахунків береться за проектним і експлуатаційним даними.

**2.4. Вивчення формування вітрових потоків в умовах хвостосховищ**

Видування хвостів і рух пило-повітряного потоку на хвостосховищі являє собою процес, аналогічний вітрової ерозії пісків в пустелях або ґрунтів при відсутності рослинності. Процес вітрової ерозії поверхні хвостосховищ – це фізичний процес, який залежить від внутрішніх чинників (властивості поверхневих відкладень хвостів рельєфу поверхні) і метеорологічних зовнішніх чинників (швидкості вітру і вологості повітря). Основними факторами, що впливають на пиловиділення, є швидкість повітряного потоку, вологість верхнього шару хвостів і гранулометричний склад хвостів.

Гранулометричний склад хвостів на поверхні хвостосховища може визначати її стійкість до вітрової ерозії. Для ґрунтів вважається, що фракції ˃1 мм, розташовані в шарі товщиною 0-5 см, є грунто-охоронними. Хвости ІНГЗК не належать до ґрунто-охоронних. В основному хвости є тонкозернистим матеріалом з вмістом частинок ≤0,05 мм до 75%, а фракції ≤0,01 мм до 30%, що вказує на їх небезпечність, спричиненої вітровою ерозією [5].

Фактором, що впливає на процес видування пилу хвостів, є вологість повітря і матеріалу. Аутогезія малих частинок, яка впливає на ерозію, при вологості повітря більше 70% збільшується. Так, влітку при високих температурах повітря і низькій вологості повітря і матеріалу зневоднена поверхня хвостосховища стає потенційним джерелом пиловиділення. У зимовий період майже вся поверхня замерзає, надаючи протидію вітрової ерозії.

Одним з найважливіших метеорологічних факторів, що впливають на процес руху пилуватих фракцій хвостів, є вітер. Швидкість вітру визначає інтенсивність пиловиділення (виносу частинок), характер переміщення пилового потоку і дальність перенесення пилу. Спостереження показали, що під впливом вітру різних швидкостей в процесі беруть участь всі фракції верхнього шару. Грубозернисті фракції далеко не переносяться, а залишаються в межах хвостосховища або поруч – за його межами, утворюючи на поверхні вітровий рельєф у вигляді барханних гряд. Утворення барханних брижів при різних температурних режимах має різний вплив і видування пилу. При невисоких температурах "брижі" стають не тільки механічною перешкодою, але підвищують вихрові явища.

Швидкість вітру через нерівності або шорсткості поверхні на висоті до 0,44 м знижується, наближаючись до нуля. При терті повітряного потоку об поверхню в вітровому потоці над поверхнею виникає вихровий шар, в якому утворюється перепад тиску (над частинкою створюється вакуум, а під нею повітря стискається) і частинки починають підскакувати з поверхні. Під дією імпульсу, перепаду тиску і горизонтально рухомого повітряного потоку частинка, що підскочила, піднімається під кутом 75-90° до горизонту на висоту 15-60 см. На цій висоті вона потрапляє в шар зі значно більшою швидкістю вітру, втрачає вертикальний імпульс і, переносячись вітром, падає по пологій кривій під кутом 6-12° до поверхні, б'ючись об неї. Форма такого руху частинок властива більшим частинкам.

Зважуюча здатність вітрового потоку має межі. При насиченні потоку частинками вона вичерпується, але в дії знаходиться і другий фактор – це удари об поверхню падаючих частинок. Ці частинки або підскакують знову, або дроблять і вибивають інші.

Наявні в складі поверхневого шару пилові фракції менше 0,01 мм, без урахування новостворених, в результаті тертя і ударів більших частинок, перебуваючи в штильовому шарі (біля поверхні на висоті до 0,4 мм), повітряним потоком не виносяться. Але їх вибивають за межі цього шару удари частинок сальтуючих фракцій. Потім вони підхоплюються потоком повітря, піднімаються на певну висоту і в залежності від швидкості вітру, маси і форми пилинок у вигляді розкриваючого конусоподібного факела переносяться за межі пилуючої поверхні.

Порогова швидкість вітру для хвостів пляжної зони становить 3-5 м/с. Дослідження Борисова В. Г., проведені з хвостами гірничо-збагачуючих комбінатів Кривбасу в аеродинамічній трубі, встановили, що початкова швидкість руху фракцій 400 мкм склала 4,5 м/с, а фракції 0-400 мкм – 3 м/с. Хоча в процесі вимірів в умовах хвостосховищ спостерігалася і при швидкості 2,5 м/с.

В результаті досліджень здуваємості пилу з поверхні, складеної з хвостів, встановлена ​​також її залежність від вологості хвостів. При швидкості потоку до 5 м/с і вологості хвостів більше 6% здування пилу з поверхні зразка незначне. Запропоновано емпіричні залежності для визначення питомої здуваємості пилу при швидкості вітру від 2 до 3,5 м/с і різної вологості хвостів.

У НДІБПГ були проведені експериментальні та аналітичні дослідження з оцінки запиленості повітряного потоку по висоті пилового потоку на кордоні хвостосховища. Аналітичний розрахунок розподілу пилу по висоті на підвітряній межі хвостосховища виконувався по залежності зміни концентрації пилу в приземному шарі з висотою, пропонованої в роботі [14]. Швидкість гравітаційного осадження частинок пилу розрахована за формулою Стокса. Значення гамма-функцій визначали по таблиці інтегралів. Для визначення питомої здуваємості пилу використовували вирази, отримані Борисовим В.Г. Концентрація пилу по висоті на кордоні хвостосховища при різних швидкостях вітру різко падає. При швидкостях вітру 5-6 м/с розподіл всієї маси пилу в пиловому потоці знаходиться в межах 0-8 м. При збільшенні швидкості вітру до 7-11 м/с верхня межа пилової хмари піднімається вище 8 м. Однак в процентному відношенні максимальна частка твердих домішок в перерізі пилового потоку і при цих швидкостях знаходиться на висоті до 8 м над поверхнею дамби хвостосховища. Максимальна концентрація пилу на висоті понад 11 м при швидкості 11 м/с знаходиться в межах значень концентрації пилу на висоті 0,2-1 м при мінімальній швидкості початку видування пилу, тобто при ʋ = 5 м/с.

**Висновки.**

2.1. Було досліджено погодно-кліматичні умови в районі розміщення хвостосховища і встановлено, що клімат помірно-континентальний, середня річна температура повітря – плюс 8,8°С. Середньорічна швидкість вітру – 5 м/с. В теплий період часто спостерігаються суховії, які характеризуються швидкістю більше 5,7 м/с. Вони сприяють висиханню поверхні розташування хвостосховища та виділенню і видуванню пилових фракцій вітровими потоками.

2.2. Встановлено, що в районі розташування хвостосховища зі збільшенням швидкості повітря збільшується запилення повітря. Інверсії температури мають безпосередній вплив на розсіювання забруднюючих речовин, при цьому якщо інверсійний шар розташовується на невеликій висоті від джерела викиду, концентрація забруднюючих речовин в нижньому шарі в цих умовах можуть збільшуватись в 1,5-1,7 разів.

2.3. Досліджено методику визначення площі запиленості і обсяг викидів пилу з хвостосховища. Відомо, що повітря викидається 108,67 т/рік забруднюючих речовин.

2.4. Досліджено, що швидкість вітру визначає інтенсивність пиловиділення, характер переміщення пилового потоку і дальність перенесення пилу. В основному хвости є тонкозернистим матеріалом з вмістом частинок ≤0,05 мм до 75% , що вказує на їх небезпечність, спричиненої вітровою ерозією.

**3. РОЗРОБКА рЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ЗАходІВ ТА СПОСОБІВ ЗМЕНШЕННЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ ХВОСТОСХОВИЩА   
інгзк** **НА СТАН ДОВКІЛЛЯ.**

**3.1. Фізико-хімічний аналіз вод хвостосховищ**

До найбільш небезпечних джерел забруднення підземних і поверхневих вод відносяться рудозбагачувальні фабрики і зв’язані з ними хвостосховища. Останні представляють собою гідротехнічні аккумулюючі споруди не тільки для відходів збагачення корисних копалин, але і для технічних вод, в яких під дією сил тяжіння осідає тверда фаза. При цьому освітлений злив безперервно відкачується через водозабірні пристрої та використовується як оборотна вода. Крім цього, він може частково скидатися в природні водойми після попереднього очищення води до ГДК шкідливих речовин.

Проте використання освітленого зливу хвостосховищ окремих фабрик не завжди можливо без очищення або розбавлення чистою водою, так як в ньому міститься велика кількість іонів міді і ціанідів [5].

Технічні води хвостосховищ містять флотореагенти, нафтопродукти і мають підвищений вміст солей. Слід відмітити, що фільтраційні процеси техногенних вод із хвостосховищ у ряді випадків призводять до забруднення водного басейну, а також підтопленню і заболочуванню прилеглих територій в радіусі 7-10 км і більше. Так, фільтраційні втрати, наприклад для більшості ГЗК Кривбасу, складають 500-2500 м3/год. Води хвостосховищ мають підвищену мінералізацію, яка в окремих випадках досягає значних величин (в Кривбасі від 3 до 29 г/л) [5].

Слід відмітити, що в хвостосховище викидаються різні води і зливи, такі як кар’єрні та шахтні води, господарсько-побутові та поверхневі зливи, а також оборотні води.

Хімічний склад води хвостосховища протягом року та часу майже не змінюється. Вода відноситься до сильно солонуватих вод з мінералізацією від 3,5 до 4,9 г/дм3. Результати середньорічних показників хімічного складу вод хвостосховища представлені у таблиці 3.1 [1].

Таблиця 3.1. Середньорічні показники хімічного складу води хвостосховища за 2019 рік

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Найменування компонентів | Одиниці вимірювань | Вміст компонентів |
| рН | мг/дм3 | 8,20 |
| Хлориди | мг/дм3 | 1346,43 |
| Сульфати | мг/дм3 | 1158,56 |
| Аммоній-іон | мг/дм3 | 1,66 |
| Нітрити | мг/дм3 | 1,24 |
| Сухий залишок | мг/дм3 | 4133,40 |
| Нітрати | мг/дм3 | 48,73 |
| Кальцій-іон | мг/дм3 | 169,99 |
| Магній-іон | мг/дм3 | 254,43 |
| Калій+натрій | мг/дм3 | 930,11 |
| Залізо | мг/дм3 | 0,76 |
| Жорсткість | мг-екв/дм3 | 29,34 |
| Лужність загальна | мг-екв/дм3 | 4,48 |

Характерно, що в хвостосховищі під дією температури і кисню повітря, сонячної радіації, біологічних та інших факторів концентрація реагентів в стічних водах зменшується (табл. 3.2) [5].

В хвостосховищі протікають фізико-хімічні процеси, в результаті яких знижуються вміст міді, цинку, свинцю, ціанідів, кстантогенатів і рН середовища. В усіх випадках спостерігаються зниження окислюваності і зменшення концентрації реагентів в часі.

Фізико-хімічна сутність процесів самоочищення полягає в складних по природі реакціях взаємодій сполучень стічної води з газоподібною, живою і твердою навколишньою речовиною.

На хвостосховищі також спостерігається адсорбція шкідливих речовин на ґрунтах. Встановлено, що процес осадження на ґрунтах являється ведучим у відношенні очищення підземних фільтраційних вод, доступ кисню і органічних речовин до яких обмежено.

Таблиця 3.2. Кінетика зміни концентрації флотаційних реагентів в стічних водах хвостосховища

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тривалість відстоювання, діб | Концентрація реагентів, мг/л | | |
| Ціаніди | Феноли | Ксантогенати |
| 0  1  2  3  4  5  6  7  8 | 14,6  14,5  11,6  9,5  8,9  -  8,5  -  7,5 | 0,225  0,237  -  0,215  0,250  0,265  0,250  0,235  - | 0,4  0,3  -  0,21  0,13  0,07  0  0  0 |

Було встановлено, що адсорбція в основному пов’язана з дрібнодисперсними супіщаними і суглинними різницями, причому її дія проявляється більше у відношенні до іонів важких металів. Вони накопичуються в підстильних ґрунтах.

**3.2. Дослідження розповсюдження дренажних вод хвостосховищ**

Для перехвату фільтраційних вод з хвостосховища та ставка оборотного водопостачання, на хвостосховищі функціонує система дренажів (рис. 3.1.).

Система інженерного захисту хвостосховища складається з дренажів різних типів, завданням яких є перехоплення потоку, що формується внаслідок витоків з хвостосховища, з подальшим поверненням фільтрату вод змішаного природно-техногенного складу в чашу споруди. Дренажна система хвостосховища експлуатується з 1967 року по теперішній час [1].

Горизонтальний трубчастий дренаж розташований уздовж греблі в алювіальних суглинках. Відмітки дна лотка труб від 22,8 до 21,25 м на ділянці від лівого примикання греблі до корінного схилу до насосної станції 1-го підйому і від 51,8 до 21,25 м – на ділянці від правого примикання до корінного схилу і до насосної станції. Діаметр труб 500 мм, відсипка дренажного колектора виконана спочатку щебенем з розміром фракцій 20-40 мм, потім щебенем з розміром фракцій 5-20 мм і вийнятим ґрунтом. Над суглинистою греблею в сторону дренажного колектора споруджено пластовий дренаж. Створена акумулююча ємність для збору дренажних вод.

Новий горизонтальний дренаж, виконаний з залізобетонних труб, знаходиться на відстані 15-25 м від старого трубчастого дренажу вздовж дамби в алювіальних суглинках в сторону річки Інгулець. Відмітки дна лотка труб змінюються від 26,65 м в районі лівого примикання греблі до 22,55 м в районі колишньої насосної станції 1-го підйому і від 53,49 м в районі правого примикання до 22,55 м в районі колишньої насосної стації.

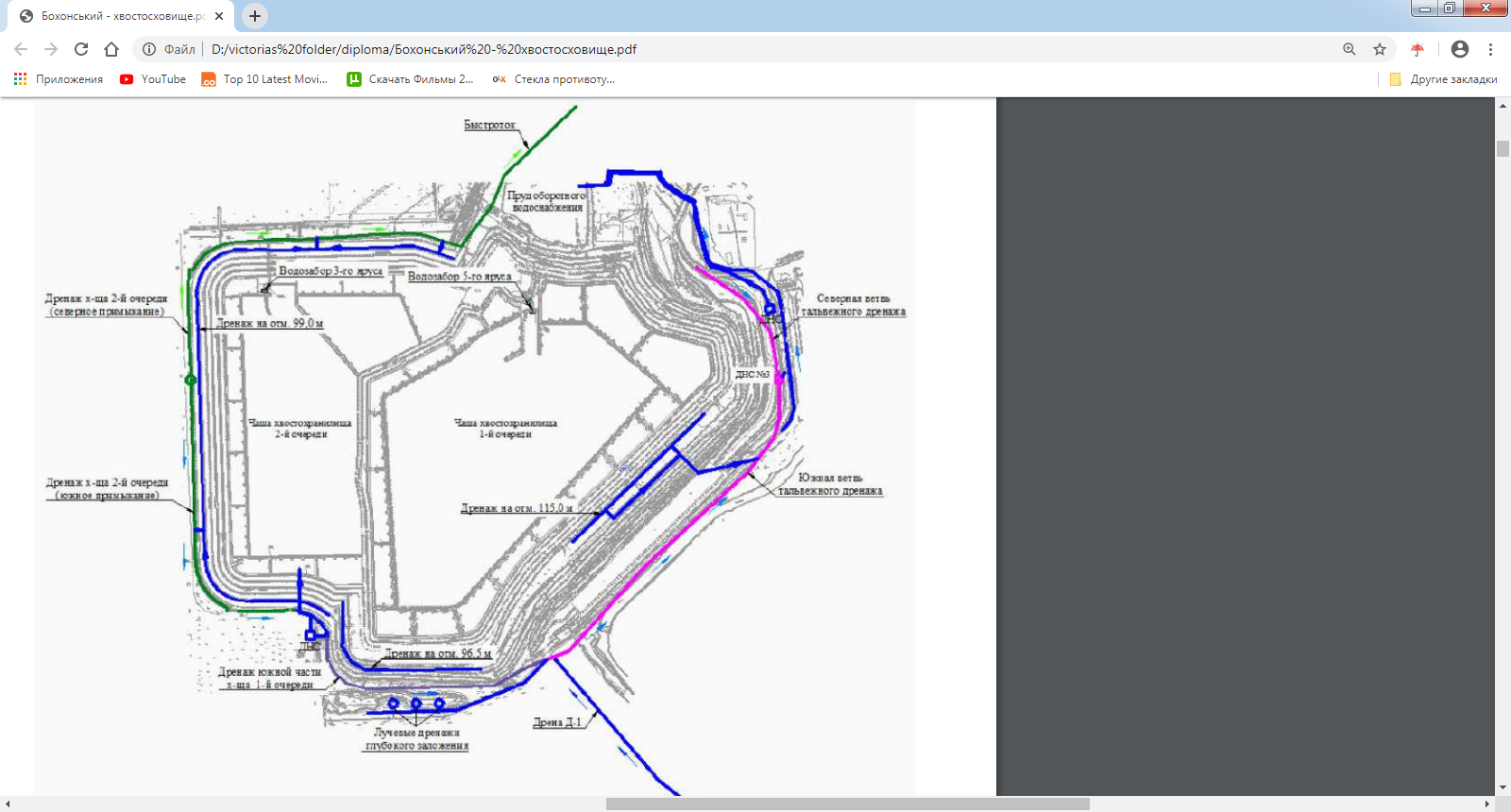


Рис. 3.1 – Схема дренажної системи хвостосховища ПРАТ «ІНГЗК»

Дренажні води нового дренажу і старого, який потрапив під пригрузку, скидаються в бетонну ємність і звідти по трубах самопливом подаються в акумулюючі ємності. Новий дренаж пов'язаний з пластовим дренажем накидкою щебеня потужністю 0,3 м з ухилом 0,06.

Досконалий горизонтальний дренаж (дрена Д-1) довжиною 1170 м розташований на південному сході, вздовж р. Інгулець. Відмітки закладання дрени 44,6-47 м, на рівні підошви понтичних вапняків. Вода з дрени відводиться в придамбовий горизонтальний дренаж.

Три променевих дренажних колодязя з 5-тю горизонтальними свердловинами в кожному з них на водоносний горизонт понтичних відкладень представляють променевий дренаж. Глибина колодязів 43,35 м, 42,75 м і   
42,25 м, відстань між колодязями близько 400 м. Довжина горизонтальних свердловин 100 м, відмітка закладення 48 м, кут нахилу до гирла 0,5-2°. Свердловини обладнані дірчастими фільтрами з поліетиленових труб діаметром 125 мм. Діаметр отворів 10 мм, шпаруватість 15%.

Води з швидкотоків горизонтального трубчастого дренажу, який обладнаний уздовж південної ділянки дамби, скидаються в пригребельний горизонтальний дренаж уздовж р. Інгулець. Позначки дна лотка труб складають 86,6-82,4 м

Новий горизонтальний дренаж розташований уздовж південної ділянки дамби на відстані 15 м від існуючого, який потрапив під привантаження дамби, тому відмітки дна лотків труб змінюються від 86,4 до 82 м. Дренаж південної ділянки з'єднаний швидкотоками з пригребельним горизонтальним дренажем уздовж р. Інгулець на позначці 24,84 м. Між дренажем під пригрузкой і новим дренажем влаштовані перепускні дрени на відстані 70-75 м один від одного. Ці дрени виконані з щебінистої начерки потужністю 0,7 м, ширина дрен 3,5 м.

Дренаж по гребеню дамби знаходиться на абсолютних позначках 96,5 м.

Трубчастий пригребельний дренаж виконаний з залізобетонних труб діаметром 500 мм на глибині закладання 2,5 м від поверхні землі і поділяється на дві ділянки – північну і південну.

Дренаж на західній карті на позначці 99 м виконаний з залізобетонних труб діаметром 500 мм.

Стаціонарне вивчення режиму підземних вод проводиться ПРАТ «ІНГЗК» по спеціально облаштованій мережі свердловин спостереження, яка розташована в зоні порушеного режиму, в комплексі із вивченням режиму поверхневих вод. Мережа свердловин спостереження необхідна для фіксування змін глибини залягання і її хімічного складу. Стаціонарні вивчення направлені, в першу чергу, на вивчення вже порушеного режиму підземних вод. Об’єм і строки виконання робіт регламентуються «Методическими указаниями по организации и производству наблюдений за режимом уровня, напора и дебита подземных вод». Моніторинг проводиться постійно.

Рівневий режим підземних вод аналізується по 152 свердловинам спостереження. Кожна свердловина має певний спрямований ряд спостережень, знаходиться в певних гідрологічних умовах і відображає стан режиму підземних вод на конкретних ділянках. Розташування мережі свердловин спостереження в районі впливу ПРАТ «ІНГЗК» і в тому числі впливу від хвостосховища представлені на Рис. 3.2. Свердловини режимної мережі піддаються постійному технічному огляду, своєчасно проводяться ремонтно-відновлювальні роботи.

«Проскок» фільтраційних вод через захисні споруди першої і другої черги хвостосховища Інгулецького ГЗК в річку Інгулець пов'язаний з конструктивними особливостями горизонтальних перехоплюючих дренажів, обладнаних в алювіальних відкладеннях.

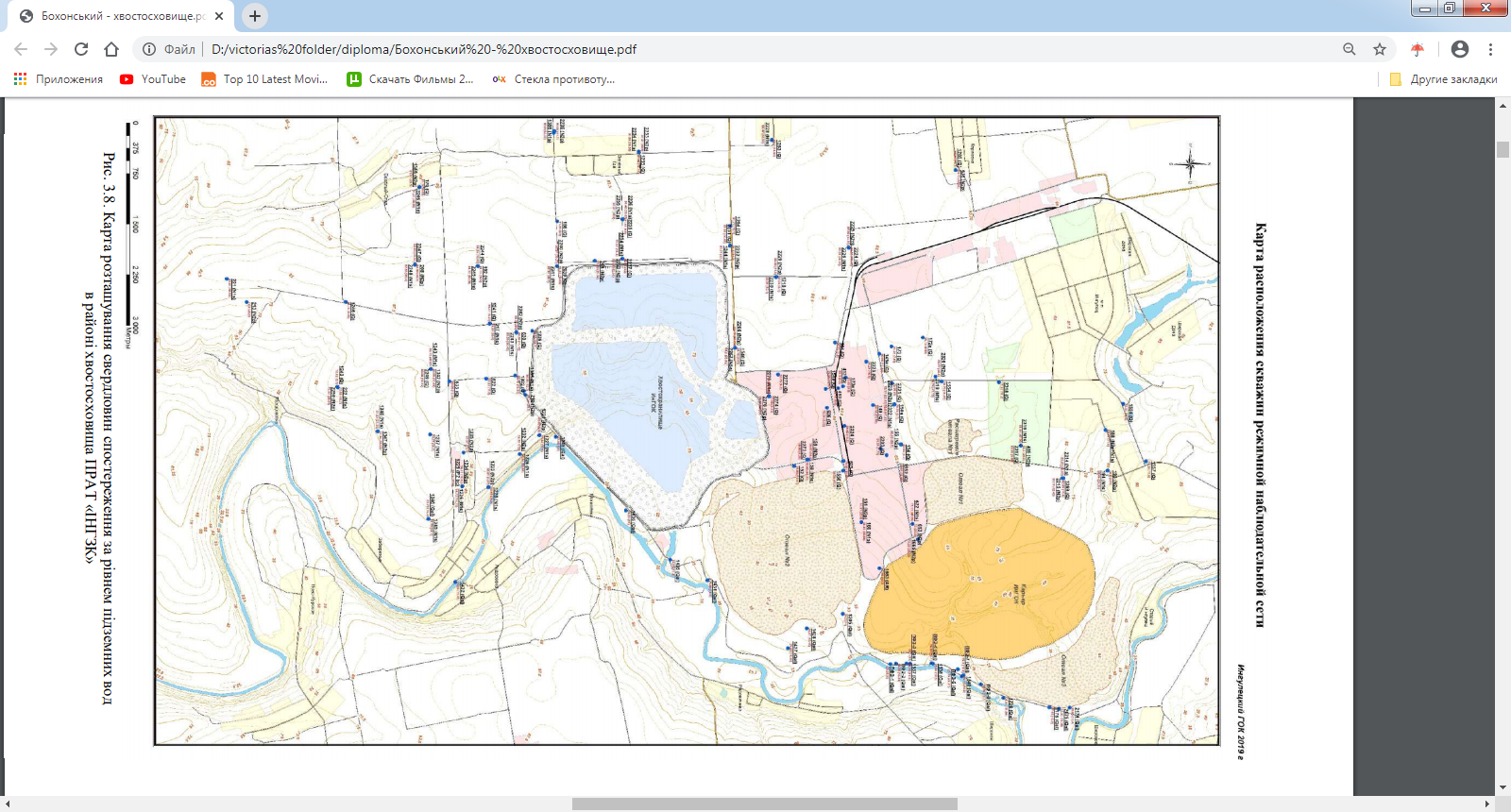


Рис. 3.2 – Карта розташування свердловин спостереження за рівнем підземних вод в районі хвостосховища ПРАТ «ІНГЗК»

Було проведено дослідження, спрямовані на:

• вирішення задач по оцінці впливу хвостового господарства ПРАТ «ІНГЗК» на гідросферу;

• оцінку водного балансу основних водоносних горизонтів з обліків впливу хвостосховища комбінату;

• оцінку ефективності роботи протифільтраційних споруд хвостосховища ПРАТ «ІНГЗК»;

• визначення «проскоку» фільтраційних вод в р. Інгулець в сучасних умовах;

• прогнозну оцінку значення «проскоку» фільтраційних вод в р. Інгулець і ефективності роботи дренажних споруд при нарощуванні хвостосховища 2-ї черги до відм. 147,5 м;

• розробку заходів по мінімізації «проскоку».

Гідрогеологічні умови території досліджуваного об’єкту вивчені досить повно. Режим підземних вод контролюють по 33-м свердловинам сарматського водоносного горизонту (N1s); 36 свердловин понтичного водоносного горизонту (N2 pn); 20 свердловинам на горизонт верхньочетвертинних алювіальних відкладень (QIV al); 57 свердловинам горизонту четвертинних лісовидних суглинків (QI-III).

Район розташування хвостосховища, в зоні активного водообміну, характеризується наявністю чотирьох водоносних горизонтів – водоносний горизонт четвертинних відкладень лесовидних суглинків, водоносний горизонт четвертинних алювіальних відкладень, водоносний горизонт вапняків понтичних відкладень, водоносний горизонт сарматських відкладів.

При аналізі водоносних горизонтів в районі розташування хвостосховища 1-ї та 2-ї черг були використані дані гідрогеологічних досліджень різних років. Результати досліджень та математичного моделювання показали:

- на сучасному етапі сумарний перехват вод хвостосховища комплексом дренажних споруд на всі водоносні горизонти відповідає проектним параметрам і складає 99,23 % від загального об’єму вод, що піддаються фільтрації;

- фільтраційний «проскок» в р. Інгулець під системою пригребельного дренажу алювіальних відкладів не перевищує 295,4 м3/добу, що складає не більше 0,38 % від сумарних фільтраційних витрат. Отже вплив визначається як незначний.

У зв’язку із існуванням потенційного впливу на р. Інгулець «проскоку» фільтраційних вод, проводиться постійний моніторинг річки Інгулець в місці розосередженого випуску, вище випуску та нижче випуску. Скид зворотних чи зливових вод в р. Інгулець не здійснюється.

Отже, на ПРАТ «ІНГЗК» проводяться постійні моніторингові спостереження за станом атмосферного повітря, грунтів, поверхневих та підземних вод, фільтраційні спостереження тощо. Результати спостереження свідчать про стабільний стан навколишнього середовища, перевищення мають поодинокі випадки які не свідчать про системне забруднення навколишнього середовища. Результати моніторингових досліджень якості вод р. Інгулець характеризують наявність значного впливу на екосистему річки, який здійснюється ще до входу в потенційну зону впливу ПРАТ «ІНГЗК», тобто забруднення привносяться від об’єктів розташованих значно вище зони впливу ПРАТ «ІНГЗК».

**3.3. Розробка рекомендацій по зменшенню дренажних солоних вод в підземних та поверхневих водних об'єктах**

Забруднення земель в районах розташування хвостосховищ відбувається внаслідок відкритого скидання в тій чи іншій мірі очищених стічних вод із хвостосховища, а також фільтраційними водами, які поступають в ґрунтовий потік навколишньої території. Досвід експлуатації комбінату показує, що із загального об’єму втрат води в технологічному процесі збагачення руд 75-80% складають втрати на фільтрацію із хвостосховища. Запобігти забруднення навколишнього середовища агресивними водами хвостосховищ можливо за рахунок створення протифільтраційного захисту в основі намивної споруди, в природних ґрунтах або шарі покладених хвостів за рахунок використання прийомів кольматації ґрунтів (на начальній стадії експлуатації хвостосховищ) [13].

На ПРАТ «ІНГЗК» проводиться постійне вивчення ступеню підтоплення сільськогосподарських земель на території, прилеглій до хвостосховища. В 2011-2013 роках дослідження проводилися Криворізькою геологічною експедицією «Кривбасгеологія» КП «Південукргеологія». В рамках дослідження здійснювалися: збір та систематизація фактичних даних спостережень за рівнем та гідрохімічними режимами підземних вод по пунктах спостережної мережі об’єктового рівня, яка належить ПРАТ «ІНГЗК»; виміри рівня підземних вод та хімічні випробування (виконувалися ГП «Укрчерметгеологія» на підставі договору); співставлення рівня підземних вод з кількістю атмосферних опадів.

На підставі проведених досліджень та аналізу всіх наявних даних режимних спостережень зібраних протягом 2011-2013 років, було зроблено висновок про відсутність підтоплень сільськогосподарських угідь та ефективну роботу гідротехнічних споруд по перехопленню інфільтраційних вод з хвостосховища.

Було також встановлено, що згідно результатам спостережень рівнів підземних вод, – до вводу в експлуатацію хвостосховища 2-ї черги на ділянці дослідження мало місце підтоплення території. Так за даними 2006 р. по свердловині № 633 річний максимальний рівень грунтових вод знаходився на позначці 1,47 м від поверхні землі, а в 2011-2013 рр. рівень підземних вод становив вже 4,02-6,08 м. Отже, споруджений вздовж хвостосховища дренаж, із запуском в експлуатації хвостосховища 2-ї черги, перехоплює інфільтраційні води хвостосховища.

В 2017 році щомісячне вивчення режиму підземних і поверхневих вод, їх хімічного складу та рівня каламутності, а також визначення вмісту забруднюючих речовин р. Інгулець та хімічного складу вод хвостосховища проводилося ДП РГПГРіТБ «УКРЧЕРМЕТГЕОЛОГІЯ» Криворізькою геолого-гідрологічною партією. За результатами проведеного дослідження було встановлено, що для режиму ґрунтових вод в районі хвостосховища і прилеглої території характерне:

- синхронний характер, який проявляється в зниженні та підвищенні рівнів в однаковий період часу;

- значна динамічність – багаторічна амплітуда коливання рівня змінюється від 1,89 до 4,18 м;

- циклічність, тобто підвищення рівня до максимального і зниження до мінімального.

Також, за результатами спостережень і вимірювань було зроблено висновок про те, що усі дренажні споруди вздовж хвостосховища знаходяться в робочому стані і виконують задачу по перехвату фільтраційних вод через тіло греблі хвостосховища. Суттєвих змін в режимі підземних вод протягом періоду дослідження не спостерігалося.

Результати спостережень за планово-висотним положенням пунктів КВА хвостосховища показують, що в 2017-2019 роках аномальних змін геометричних параметрів огороджуючих споруд хвостосховища не відмічалося. Абсолютні позначки горизонтальних зсувів та осідань знаходяться в допустимих межах. Стан огороджуючих споруд хвостосховища характеризується як стійкий, згідно «Отчету по инженерногеодезическим наблюдениям за плановым и высотным положением пунктов КИА на ограждающих сооружениях хвостохранилища ЧАО "ИНГОК".

Усі споруди гідротранспорту діючого хвостосховища (як 1-ї так і 2-ї черг) піддаються постійному плановому та позаплановому комісійному огляду на предмет її технічного стану з метою попередження аварійних ситуацій. Здійснюється комісійний огляд готовності гідротехнічних споруд до експлуатації у осінньо-зимовий період.

Таким чином, рекомендовано наступні заходи по захисту прилеглої до хвостосховища території від забруднення фільтраційними водами та підтоплення, а також поверхневих та підземних вод – від забруднення фільтраційними водами:

1) Будівництво огороджуючих споруд із суворим дотриманням проектних рішень.

2) Створення захисного екрану огороджующих споруд.

3) Влаштування карт із підсипкою з хвостів збагачення під наступний ярус нарощування.

4) Будівництво розділяючих дамб із хвостів.

5) Будівництво вторинного відстійника.

6) Винесення дренажного колектора із зони привантаження південної частини основи хвостосховища 1-ї черги.

7) Будівництво водозаборних споруд;

8) Своєчасний огляд, технічне обслуговування та ремонт системи гідротранспорту хвостів, мереж кар’єрних водоводів.

9) Реконструкція і переукладання споруд гідротранспорту пульпи та споруд зворотного водопостачання.

10) Дотримання проектної технології намива хвостів.

11) Контроль технічного стану дренажної та водозбірної мереж.

12) Контроль режиму роботи дренажних та фільтраційних насосних станцій.

13) Попередження аварійних ситуацій на пульпопроводах.

14) Влаштування споруд режимної мережі.

15) Виконання заходів по експлуатації системи гідравлічного транспорту та системи укладання хвостів в зимовий період.

16) Проведення моніторингових досліджень та інструментальних вимірів:

- моніторинг гідродинамічного режиму основних водоносних горизонтів навколо території планованої діяльності;

- інструментальні виміри рівня води у п’єзометрах; рівня зміщення марок;

- інструментальні виміри рівня води в хвостосховищі;

- моніторинг стану забруднення ґрунтів навколо хвостосховища (моніторинг місця видалення відходів – хвостів збагачення);

- моніторинг якісного та кількісного складу забруднюючих речовин зворотних, фільтраційних та дренажних вод;

- контроль якісного стану підземних горизонтів через локальні мережі спостережувальних свердловин;

- моніторинг якісного та кількісного складу забруднюючих речовин в р. Інгулець;

- проведення фільтраційних спостережень (вимірювання рівня води у відстоювальному ставку; контроль контуру ставка в чаші хвостосховища; вимірювання витрат фільтраційних вод дренажної системи; контроль місць виклинювання фільтраційних вод на укосі та у підошви дамби).

**3.4. Дослідження та обґрунтування ефективності способів боротьби з пилевиділенням в умовах хвостосховища ПРАТ "ІНГЗК"**

В умовах хвостосховища ІНГЗК використовують різні способи боротьби з пилом, також проводяться експериментальні методи по пилопригніченню.

Так, на хвостосховищі був проведений експеримент з обробкою поверхонь карт і чаші хвостосховища реагентом Kempelan DS15 площею 4 га. Через тиждень після обробки реагент вже показав позитивну дію, в частині пилоподавлення він утворює на поверхні міцну "кірку", яка перешкоджає здуванню твердих частинок при сильних поривах вітру.

Іншим ефективним методом зв’язування пилу є обробка поверхні, що виділяє пил, розчином органічного торфогідроксидного реагенту. Експеримент з ним було проведено екологами комбінату разом з вченими НДІБПГ. Торфогідроксидний реагент має хороші зв’язувальні та гігроскопічні властивості. Дослідження показали, що одразу після обробки поверхні ефективність зв’язування пилу сягнула 85%. До переваг даного методу зрошення пилуючих поверхонь відносяться наступні переваги:

- утворений захисний шар не здувається вітром і має високу стійкість до зовнішніх впливів;

- даний реагент безпечний для довкілля та життя і здоров’я людини;

- можливість закріпити поверхню хвостосховища на певний час.

Результати експерименту показники, що запиленість навколо ІНГЗК становили 0,3 мг/м3 (ГДК становить 0,5 мг/м3).

Крім того, з 2018 року активно застосовано метод закріплення поверхні за допомогою насіння рослин. Даний метод закріплення поверхні передбачає висівання насіння жита і гірчиці, оброблених дозволеними в межах України реагентами (для застосування у аграрному комплексі) для швидкого проростання у суміші із поживними компонентами. Розвиваючись, коренева система висіяних рослин утримує верхній шар пилячих поверхонь і запобігає здуванню пилу з поверхні, навіть, при сильних поривах вітру.

В період з 10.09.2018 р. по 14.09.2018 р. силами ТОВ "ІМВЕНД КЕМИКАЛ" була виконана обробка поверхні шарів сухих хвостів в намитій карті хвостосховища №10 на площі 3 га трирівневою системою фіксації сухої поверхні, що складається з реагенту PG 100, насіння жита і гірчиці та мульчуючого компоненту. Обробка поверхні виконувалася установкою, яка називається Гідромульчер, з мотопомпою для перемішування і розбризкування. Суть методу полягає в тому, що поверхню обробляють реагентом, а поверх нього засівається насіння рослин, яке вже поміщене в оболонку з мульчуючою речовиною. Вони засіваються поверх реагенту, щоб була можливість для росту. Таким чином, застосування мульчуючої речовини і засівання дають багаторівневе закріплення поверхні.

Від дати закінчення робіт до 24.09.2018 р. спостерігалась прохолодна погода з температурою повітря від 12 до 27 ºС, тричі були дощі середньої інтенсивності. 24.09.2018 відбувся проміжний огляд обробленої ділянки – в момент огляду на дамбі хвостосховища інструментальним способом були зафіксовані пориви вітру до 12 м/с. На карті №10 проростання не виявлено, однак на оброблених ділянках утворилась міцна кірка із мульчуючого компоненту (при натисканні не деформується) – здування сухих хвостів не спостерігалося. На сусідніх картах №9 і №11 були зафіксовані осередки розповсюдження пилу.

Повторний огляд карти №10 з представниками компанії ТОВ "ІМВЕНД КЕМИКАЛ" відбувся 03.10.2018 р. В момент огляду спостерігалась прохолодна погода з температурою повітря вночі від 4 ºС, вдень до 20 ºС, швидкість повітря вдень 8 м/с. На окремих ділянках карти №10 хвостосховища з'явилися паростки гірчиці та жита. Пиління на карті №10 не зафіксовано – дрібні частинки хвостів утримувалися кіркою мульчуючого компоненту. На карті №11 спостерігалися рідкі осередки здування пилу.



Рис. 3.4 – Міцна кірка із мульчуючого компоненту

Як показав експеримент 2018 року, цей спосіб відрізняється від простого застосування реагентів, тим що розвинута коренева система рослин утримує поверхню від пиління і при негативних температурах навколишнього середовища, навіть після завершення вегетаційного періоду рослин ще протягом 3-4 місяців.

Отже, я пропоную використовувати даний метод для боротьби з пилом в умовах хвостосховища. Спостереження за обробленою поверхнею підтвердили ефективність способу пилопригнічення. Це було підтверджено тим, що цей метод дозволив повністю закріпити суху поверхню обробленої ділянки і запобігти розповсюдженню пилу.

**Висновки**.

3.1. Проведені дослідження встановили, що технічні води хвостосховища мають високий рівень мінералізації (від 3,5 до 4,9 г/дм3), містять нафтопродукти і флотореагенти, що представляє велику небезпеку для поверхневих та підземних вод.

3.2. Встановлено, що дренажна система призначена для перехвату фільтраційних вод з хвостосховища. Фільтраційний «проскок» в р. Інгулець складає не більше 0,38% від сумарних фільтраційних витрат, що представляє незначний вплив на поверхневі води.

3.3. Встановлено, що забруднення земель в районах розташування хвостосховищ відбувається внаслідок відкритого скидання очищених стічних вод із хвостосховища, а також фільтраційними водами, які поступають в ґрунтовий води навколишньої території. Для запобігання забруднення навколишнього середовища агресивними водами хвостосховищ рекомендовано створення протифільтраційного захисту в основі намивної споруди, в природних ґрунтах або шарі покладених хвостів.

3.4. Пропонований метод закріплення поверхні за допомогою висівання насіння гірчиці і жита, оброблених реагентами у суміші із поживними компонентами має високу ефективність. Даний метод дозволяє повністю закріпити суху поверхню обробленої ділянки на певний час і запобігти розповсюдженню пилу.

**ВИСНОВОК**

В результаті виконання магістерської роботи було встановлено, що хвостосховище має негативний вплив на довкілля. Хвостосховище виділяє велику кількість пилу, яка забруднює повітряне середовище. Концентрація пилу може в десятки і сотні разів перевищувати ГДК. В повітря викидається приблизно 108,67 т/рік забруднюючих речовин в умовах хвостосховища. Фізико-механічні властивості відходів збагачення мають широкий спектр мінерального складу і містять такі хімічні компоненти, як натрій, алюміній, марганець, залізо, дорогоцінні і рідкісні метали та ін. Хвости збагачення по вмісту являються ерозійно небезпечним матеріалом.

Доведено, що найбільш екологічно чистим методом знепилювання на діючих хвостосховищах являється біологічний метод – утворення захисного шару з допомогою рослин. Найбільш поширеним є фізико-механічна стабілізація поверхонь.

Погодно-кліматичні умови в районі розміщення хвостосховища характеризуються помірно-континентальним кліматом, середня річна температура повітря – плюс 8,8°С. Середньорічна швидкість вітру – 5 м/с. В теплий період часто спостерігаються суховії, які сприяють висиханню поверхні розташування хвостосховища та виділенню і видуванню пилових фракцій вітровими потоками.

В районі розташування хвостосховища зі збільшенням швидкості повітря збільшується запилення повітря. Інверсії температури мають безпосередній вплив на розсіювання забруднюючих речовин, при цьому якщо інверсійний шар розташовується на невеликій висоті від джерела викиду, концентрація забруднюючих речовин в приземному шарі в цих умовах можуть збільшуватись в 1,5-1,7 разів. Швидкість вітру безпосередньо впливає на інтенсивність пиловиділення, характер переміщення пилового потоку і дальність перенесення пилу. В основному хвости є тонкозернистим матеріалом з вмістом частинок ≤0,05 мм до 75% , що вказує на їх небезпечність, спричиненої вітровою ерозією.

Дренажна система призначена для перехвату фільтраційних вод з хвостосховища, які мають високий рівень мінералізації (від 3,5 до 4,9 г/дм3), містять нафтопродукти і флотореагенти, що представляє велику небезпеку для поверхневих та підземних вод. Так, фільтраційний «проскок» в р. Інгулець складає не більше 0,38% від сумарних фільтраційних витрат і має незначний вплив на поверхневі води.

Встановлено, що забруднення земель в районах розташування хвостосховищ відбувається внаслідок відкритого скидання очищених стічних вод із хвостосховища, а також фільтраційними водами, які поступають в ґрунтові води навколишньої території. Для запобігання забруднення навколишнього середовища агресивними водами хвостосховищ рекомендовано створення протифільтраційного захисту в основі намивної споруди, в природних ґрунтах або шарі покладених хвостів.

В магістерській роботі запропоновано метод закріплення поверхні за допомогою висівання насіння гірчиці і жита, оброблених реагентами у суміші із поживними компонентами, який має високу ефективність. Проведені дослідження з даним методом дозволяють зробити наступні висновки:

1) При нанесенні на пилоутворюючу поверхню суміш утворює кірку, яка запобігає розповсюдженню пилу.

2) Реагент – стійкий до води і здатний витримати до десятка злив і не втратити властивості.

3) Метод безпечний для навколишнього середовища і людей.

4) Екологічний ефект від впровадження даного способу боротьби з пилоутворенням забезпечує практично повне знепилювання на посіяній ділянці протягом більш ніж півтора року.

**ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

1. Звіт з оцінки впливу на довкілля - Реконструкція об'єктів хвостового господарства ПРАТ "ІНГЗК" з метою створення об'єднаного хвостосховища, розташованого на землях Карпівської та Андріївської сільських рад в Широківському районі Дніпропетровської області. – Київ. – 2020.

2. Антонік В.І. Вплив відвалів та хвостосховищ збагачувальних комбінатів Криворіжжя на стан екології прилеглих територій. – 2017.

3. https://gmk.center/ua/news/ingzk-vikoristovuie-organiku-dlya-borotbi-z-pilom-na-hvostoshovishhi/

4.http://eia.menr.gov.ua/uploads/documents/1406/reports/9d90ce111c9884c0af18f1ba58bbe8f1.pdf

5. Бересневич П.В., Кузьменко П.К., Нєженцева Н.Г. Охрана окружающей среды при эксплуатации хвостохранилищ. – Москва, "Недра". – 1993.

6. Свиридова І.К., Одноралов Г.А., Киташов А.І. Об особенностях формирования молодых почв на различных отвально-техногенных субстратах / Воронежский лесотехнический институт. – Воронеж. – 1985. – 22 с.

7. Дядічкін М.І. Проблема охорони навколишнього середовища у Криворізькому залізорудному басейні / Тези колоквіуму «Надзвичайні екологічні ситуації : аналіз та перспективи подолання» / Кривий Ріг. – 1993. – 22 с.

8. Разработка рекомендаций по пылеподавлению на опытно-промышленном участке складирования сухих хвостов ЮГОК-НКГОКа: Отчет по НИР (заключительный)/ВНТИ центр; Кер. В.Г. Борисов; Інв. № Б 633 739. – Кривий Ріг. – 1977. – 71 с.

9. http://studentam.net.ua/content/view/5797/129/

10. Мозжкхин А.В. Определение оптимального режима увлажнения пылящих поверхностей хвостоханилищ / Экологические проблемы горного производства. – М.: 1985. – 77-85 с.

11. Рекомендации по биологическому закреплению пылящих поверхностей действующих хвостохранилищ горно-обогатительных комбинатов Кривбасса / Криворожский филиал Донецкого ботсада. – Кривой Рог. – 1988. – 13 с.

12. https://vuzlit.ru/1538304/priroda\_klimatichna\_harakteristika\_krivorizhzhya

13. Олейніков А.Г., Свирякин В.І., Стороженко Н.Д. Физико-химические приемы снижения водопроницаемости и предотвращения пыления грунтов хвостохранилищ на разных стадиях их возведения // Обзор информ. Сер. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов на предприятиях цветной металлургии. – 1990. – Вып. 1. – 49 с.