

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

Навчально-науковий механічний інститут

Кафедра розробки родовищ та видобування корисних копалин

**Кваліфікаційна робота
бакалавра**

на тему:

«Проект розробки піщано-гравійного родовища»

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ГР-41,
освітньої програми Гірництво,
спеціальності 184 Гірництво

Оліщук Юрій Валерійович

Керівник: Заєць Віталій Вадимович

Рецензент: Васильчук Олександр Юрійович

Рівне – 2026

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Навчально-науковий інститут механічний

Кафедра розробки родовищ та видобування корисних копалин

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 184 Гірництво

(код і назва)

З А В Д А Н Н Я
ДЛЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧА

Оліщука Юрія Валерійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект розробки піщано-гравійного родовища

керівник роботи Заєць Віталій Вадимович, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом університету від «04» травня 2026 року С № 500

2. Строк подання студентом роботи 15 червня 2026 року

3. Вихідні дані до роботи: Геолого-економічна оцінка запасів родовища, геологічна будова району

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Загальна характеристика родовища. 2. Технологія ведення гірничих робіт. 3. Технічне забезпечення та рекультивація. 4. Охорона праці

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

Мультимедійна презентація із висвітленням основних положень роботи

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА БОРИСІВСЬКОЇ ДІЛЯНКИ ПІЩАНО-ГРАВІЙНОГО РОДОВИЩА.....	6
1.1. Загальні відомості про родовище та географічне розташування об'єкта ..	6
1.2. Геологічна будова та гідрогеологічна характеристика району робіт.....	11
1.3. Характеристика продуктивної товщі, якісні показники та запаси піщано-гравійної сировини	14
1.4. Висновки до Розділу 1	18
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЯ ВЕДЕННЯ ГІРНИЧИХ РОБІТ ТА СИСТЕМА РОЗРОБКИ.....	19
2.1. Вибір та обґрунтування комбінованої системи розробки Борисівської ділянки.....	19
2.2. Організація гірничо-підготовчих та розкривних робіт	23
2.3. Технологія виїмки сухої частини покладу та гідромеханізована розробка обводнених пісків	28
2.4. Висновки до Розділу 2	32
РОЗДІЛ 3. ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ТА РЕКУЛЬТИВАЦІЯ.....	34
3.1. Технологічний цикл видобутку та напрямки використання піщано- гравійного матеріалу.....	34
3.2. Система водопостачання, водовідведення та цикл наміву корисної копалини.....	38
3.3. Характеристика та обсяги використання основної гірничої і транспортної техніки (комплекс САТ та земснаряд МЗ-17Е).....	42
3.4. Оцінка впливу на довкілля та заходи з рекультивації порушених земель під водоюму	46
3.5. Основні техніко-економічні показники проєкту розробки.....	49
3.6. Висновки до Розділу 3	51

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИДОБУТКУ ПІЩАНО-ГРАВІЙНОЇ СИРОВИНИ	53
4.1. Організація безпечних умов праці та засоби індивідуального захисту працівників кар'єру	53
4.2. Вимоги безпеки при експлуатації екскаваторної техніки та засобів гідромеханізації	57
4.3. Заходи із запобігання надзвичайним ситуаціям та ліквідації аварій при веденні відкритих гірничих робіт	60
4.4. Висновки до Розділу 4	62
ВИСНОВКИ	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	66

ВСТУП

Актуальність теми. Піщано-гравійна сировина є базовим ресурсом для будівельної галузі та розвитку дорожньої інфраструктури, що має стратегічне значення для економіки Хмельницької області. Борисівська ділянка, розташована у Шепетівському районі, володіє значними балансовими запасами (понад 3,8 млн м³), проте її розробка вимагає врахування складних гідрогеологічних умов, зокрема високого рівня ґрунтових вод. Важливість проектування промислового видобутку на даній ділянці зумовлена необхідністю впровадження високоефективних комбінованих технологій, які поєднують класичну екскаваторну виїмку та засоби гідромеханізації. Це дозволить забезпечити раціональне використання надр, мінімізувати екологічні ризики та створити умови для подальшої рекультивації територій у рекреаційні зони.

Мета роботи – розробка та обґрунтування проекту промислової розробки Борисівської ділянки піщано-гравійного родовища з використанням комбінованої системи видобутку та забезпеченням подальшої гірничотехнічної рекультивації порушених земель під водоюму.

Завдання роботи:

1. Охарактеризувати геологічну будову, гідрогеологічні умови та якісні показники сировини Борисівської ділянки.
2. Проаналізувати стан запасів та обґрунтувати річну продуктивність кар'єру.
3. Обрати та обґрунтувати комбіновану систему розробки (транспортну для сухої частини та спеціальну із застосуванням земснаряду для обводненої товщі).
4. Визначити оптимальний комплекс гірничої та транспортної техніки для забезпечення технологічного циклу.
5. Провести оцінку впливу планованої діяльності на довкілля та розробити заходи з рекультивації.
6. Оцінити заходи з охорони праці та промислової безпеки в умовах кар'єру.

Об’єкт дослідження – Борисівська ділянка піщано-гравійного родовища загальною площею 58,4 га.

Предмет дослідження – технологічні процеси відкритої розробки піщано-гравійної суміші, включаючи селективне зняття розкривних порід, екскаваторну виїмку та гідромеханізований намів корисної копалини.

Методи дослідження. У роботі використано комплексний підхід, що включає аналіз результатів детальної геолого-економічної оцінки родовища (2024 р.), інженерні розрахунки параметрів системи розробки, методи прогнозування впливу на компоненти довкілля та порівняльний аналіз технічних альтернатив видобутку.

Практичне значення отриманих результатів полягає у формуванні готового технологічного регламенту для видобутку будівельних пісків із річною потужністю до 700 тис. м³, що передбачає повний цикл виробництва: від підготовчих робіт і наміву сировини до відновлення ландшафту.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, чотирьох основних розділів, висновків та списку використаних джерел. Текст ілюстрований таблицями та графічними матеріалами.

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА БОРИСІВСЬКОЇ ДІЛЯНКИ ПІЩАНО-ГРАВІЙНОГО РОДОВИЩА

1.1. Загальні відомості про родовище та географічне розташування об'єкта

Борисівська ділянка піщано-гравійного родовища є об'єктом промислового освоєння, що наданий у користування ТОВ «Борисівський кар'єр» на підставі Спеціального дозволу на користування надрами № 5560 від 03.11.2023 р. Метою діяльності є геологічне вивчення та промислова розробка покладів піску, гравію та піщано-галькового матеріалу згідно з протоколом ДКЗ України № 5829 від 13.02.2025 р.

В адміністративному відношенні ділянка розташована на території Плужненської територіальної громади Шепетівського району Хмельницької області. Географічно об'єкт знаходиться на відстані 0,2 км на північний захід від околиці села Борисів та безпосередньо межує із землями лісогосподарського призначення.

Просторові межі родовища визначені 10-ма кутовими точками. Точні географічні координати меж Борисівської ділянки у системі WGS-84 наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Географічні координати кутових точок меж Борисівської ділянки (WGS-84)

№ точки	Північна широта (ПнШ)	Східна довгота (СхД)
1	50°11'41,23"	26°36'38,33"
2	50°11'40,19"	26°37'26,65"
3	50°11'42,18"	26°37'35,27"
4	50°11'38,33"	26°37'36,47"
5	50°11'34,92"	26°37'35,79"
6	50°11'15,87"	26°37'27,62"
7	50°11'16,51"	26°37'19,57"

8	50°11'19,62"	26°37'16,92"
9	50°11'22,34"	26°37'18,07"
10	50°11'30,26"	26°36'36,84"

Загальна площа території, що охоплена проектом розробки, становить 58,4 га. Відповідно до технологічного регламенту, використання земель розподіляється наступним чином: 57,1 га відведено безпосередньо під кар'єрне поле, а 1,3 га — під промисловий майданчик та споруди системи наміву сировини. Земельний фонд об'єкта включає ділянки з різним цільовим призначенням, що закріплені за підприємством на правах оренди та сервітуту (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Характеристика основних земельних ділянок об'єкта проектування

Кадастровий номер	Площа, га	Категорія та цільове призначення
6822181300:03:006:0032	3,8158	Землі промисловості (споруди надрокористування)
6822181300:03:006:0001	29,9761	Землі загального користування (під'їзні шляхи)
6822181300:03:006:0031	2,0	Ведення особистого селянського господарства

Для візуалізації просторового розміщення об'єкта необхідно враховувати його положення щодо гідрографічної мережі та заповідних зон. Найближча водна артерія — річка Сошень — протікає на відстані 2,5 км на південь, а найближчий ставок без назви знаходиться у 0,9 км від межі кар'єру.



Рисунок 1.1 Оглядова карта розташування родовища Борисівська ділянка

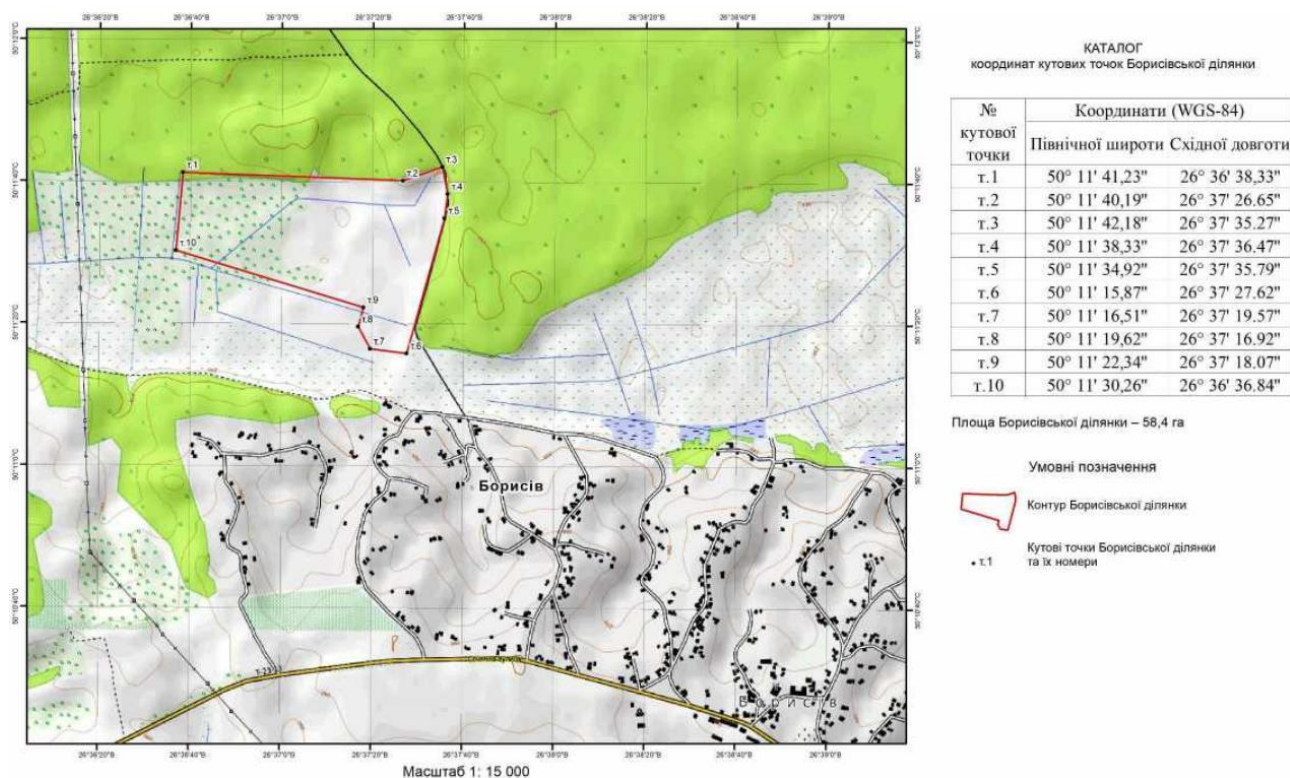


Рисунок 1.2. Ситуаційний план меж гірничого відводу

З екологічної точки зору розташування об'єкта є специфічним, оскільки його північна межа безпосередньо межує з об'єктом Смарагдової мережі «Iziaslavsko-Slavutytskyi» (UA0000123). Водночас найближчі об'єкти ПЗФ — парк-пам'ятка «Плужнянський» (2,4 км) та НПП «Мале Полісся» (2,8 км) — знаходяться на безпечній відстані, що виключає прямий негативний вплив під час проведення гірничих робіт.

1.2. Геологічна будова та гідрогеологічна характеристика району робіт

Геологічна будова Борисівської ділянки зумовлена її розташуванням у межах західного схилу Українського кристалічного масиву та Волино-Подільської плити. Осадовий чохол у районі проведення робіт представлений потужними товщами палеозойського, мезозойського та кайнозойського віку, що залягають на докембрійському фундаменті. Безпосередньо у розрізі ділянки видобутку беруть участь флювіогляціальні відклади Дніпровського кліматоліту четвертинної системи та відклади неогену.

Стратиграфічний розріз родовища представлений ґрунтово-рослинним шаром, породами зовнішнього та внутрішнього розкриву, а також продуктивною товщею піщано-гравійної сировини. Характерною особливістю є поділ розрізу на «суху» та «заводнену» частини, що обумовлено високим рівнем залягання ґрунтових вод.

Узагальнена характеристика літологічних шарів на основі даних розвідувального буріння наведена в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3

Зведений геологічний розріз та потужність відкладів Борисівської ділянки

№ п/п	Назва та характеристика шару	Потужність від, м	Потужність до, м	Середня потужність, м
1	Ґрунтово-рослинний шар (гумусований супісок)	0,1	1,1	0,25
2	Зовнішній розкрив (супіски, суглинки, піски глинисті)	0,3	1,9	1,32
3	Корисна копалина: піски сухі (дрібно- та середньозернисті)	0,5	1,7	1,11

4	Корисна копалина: піски заводнені (гравелисті, різнозернисті)	0,0	4,0	1,97
5	Корисна копалина: гравійно-піщані породи (з гранітною галькою)	2,7	10,0	4,73
6	Підстилаючі породи (глини алевритисті сіро-зелені)	0,1	0,8	0,40

Продуктивна товща представлена переважно кварцовими пісками різної зернистості з включеннями гравію кристалічних порід (гранітів), пісковика та вапняку. Внутрішній розкриття зустрічається локально у вигляді лінз сіро-зелених пластичних глин середньою потужністю близько 0,35 м. За складністю геологічної будови об'єкт віднесено до 2-ї групи (родовища складної будови).

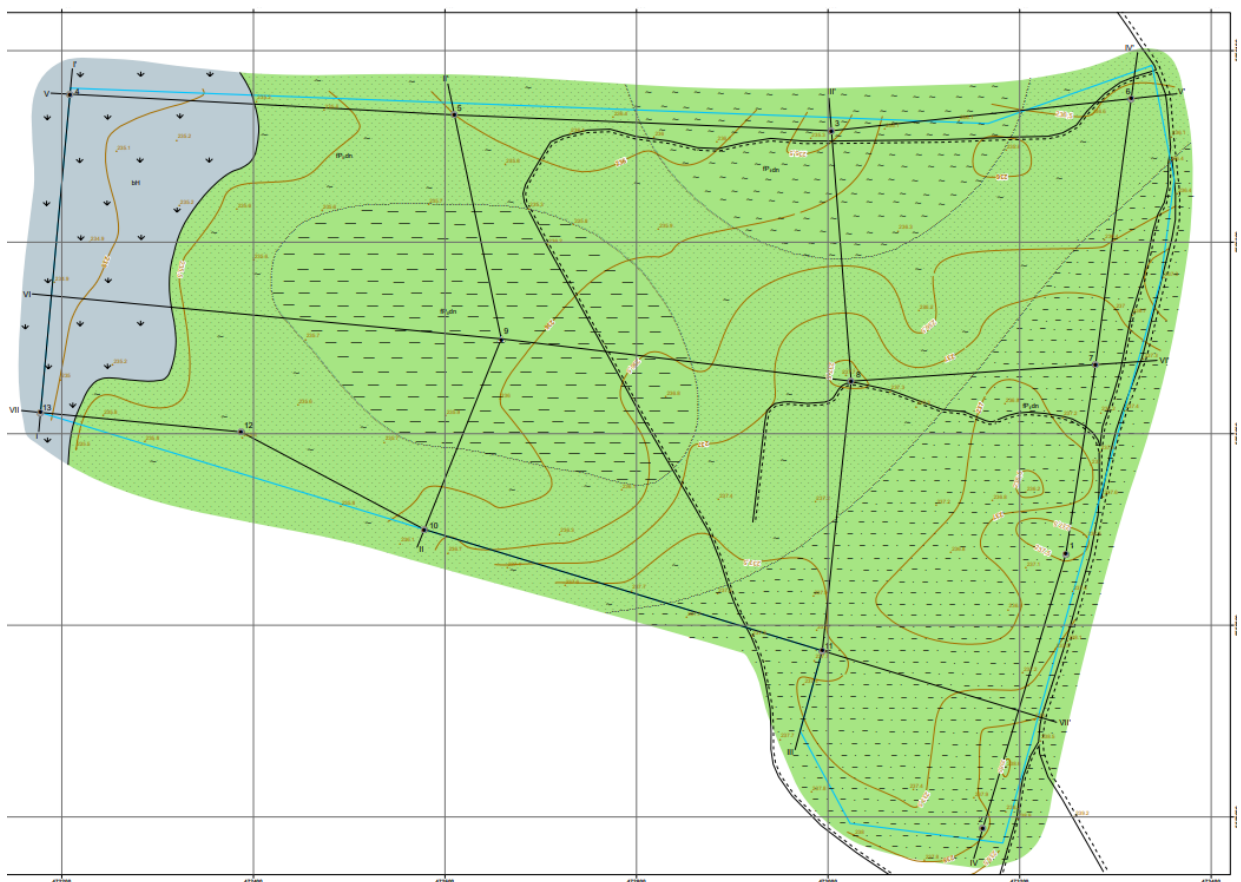


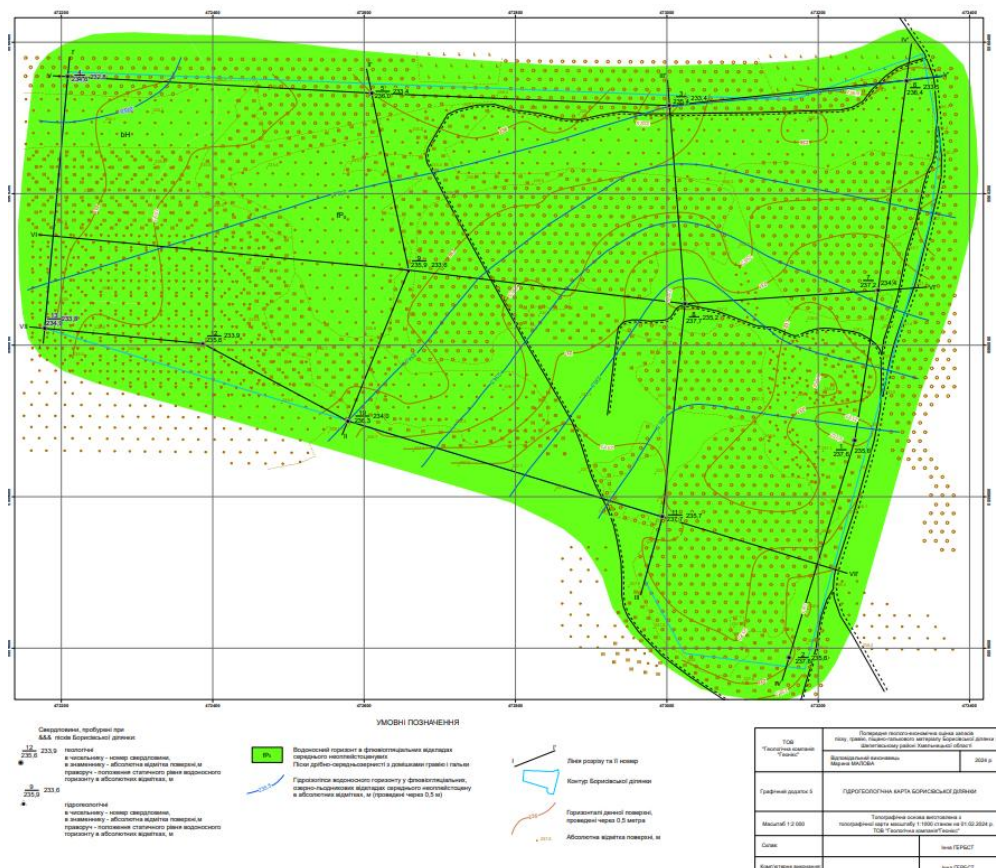
Рисунок 1.3 Геологічний розріз Борисівського родовища

Гідрогеологічні умови ділянки характеризуються розвитком єдиного безнапірного водоносного горизонту, приуроченого до флювіогляціальних відкладів. Водовмісні породи — піски з домішками гравію та гальки — мають високу водопровідність.

Основні параметри гідрогеологічного режиму:

- Глибина залягання дзеркала ґрунтових вод: від 1,1 до 2,9 м.
- Середня абсолютна відмітка рівня підземних вод: +233,4 м.
- Напрямок ґрунтового потоку: з півдня на північ.
- Середній гідрравлічний ухил: 0,0023.

Води горизонту за хімічним складом гідрокарбонатні кальцієві, з мінералізацією до 1,8 г/дм³. Живлення відбувається за рахунок інфільтрації атмосферних опадів та притоку з прилеглих лісових масивів. Висока обводненість покладу (середня потужність заводненої частини перевищує 6,5 м) є визначальним фактором при виборі технології видобутку, оскільки понад 80% промислових запасів знаходяться нижче рівня ґрунтових вод.



1.3. Характеристика продуктивної товщі, якісні показники та запаси піщано-гравійної сировини

Продуктивна товща Борисівської ділянки представлена флювіогляціальними відкладами дніпровського горизонту. Корисна копалина залягає у формі пластовидітного покладу, який за гідрогеологічними умовами чітко поділяється на два технологічні типи: піски сухі (надводні) та піски заводнені (підводні), що переходять у гравійно-піщану породу.

Суха частина покладу зосереджена переважно у східній та південно-східній частинах ділянки. Вона представлена середньозернистими кварцовими пісками світло-сірого кольору з мінімальним вмістом гравійної складової. Потужність цього шару варіюється від 0,5 до 1,7 м, складаючи в середньому 1,11 м.

Заводнена частина покладу є основною і розповсюджена по всій площі родовища. Вона представлена різнозернистими пісками та гравійно-піщаною сумішшю з включеннями гальки та валунів кристалічних порід (гранітів), пісковика та вапняку. Потужність заводнених пісків значно вища і досягає 13,6 м при середньому значенні 5,45 м.

Якісна характеристика сировини визначається її фізико-механічними властивостями та хімічним складом. Основні показники водно-фізичних властивостей заводнених пісків наведено в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4

Фізико-механічні та водно-фізичні властивості корисної копалини

Найменування параметру	Одиниці виміру	Значення (середнє)
Дійсна густина	г/см ³	2,62
Насипна густина	кг/м ³	1504,5
Об'ємна маса	г/см ³	1,64
Порожнистість	%	58,4
Коефіцієнт фільтрації	м/добу	16,74
Вміст пиловатих та глинистих часток	%	0,08

Модуль крупності (заводнені піски)	од.	2,40
------------------------------------	-----	------

Хімічний склад сировини є стабільним. Вміст діоксиду кремнію (SiO_2) коливається від 91,2% до 95,7%, що дозволяє використовувати пісок як якісну будівельну сировину. За радіаційно-гігієнічними показниками корисна копалина відноситься до I класу (питома активність до 38,4 Бк/кг), що згідно з нормами НРБУ-97 дозволяє її використання у будівництві без обмежень.

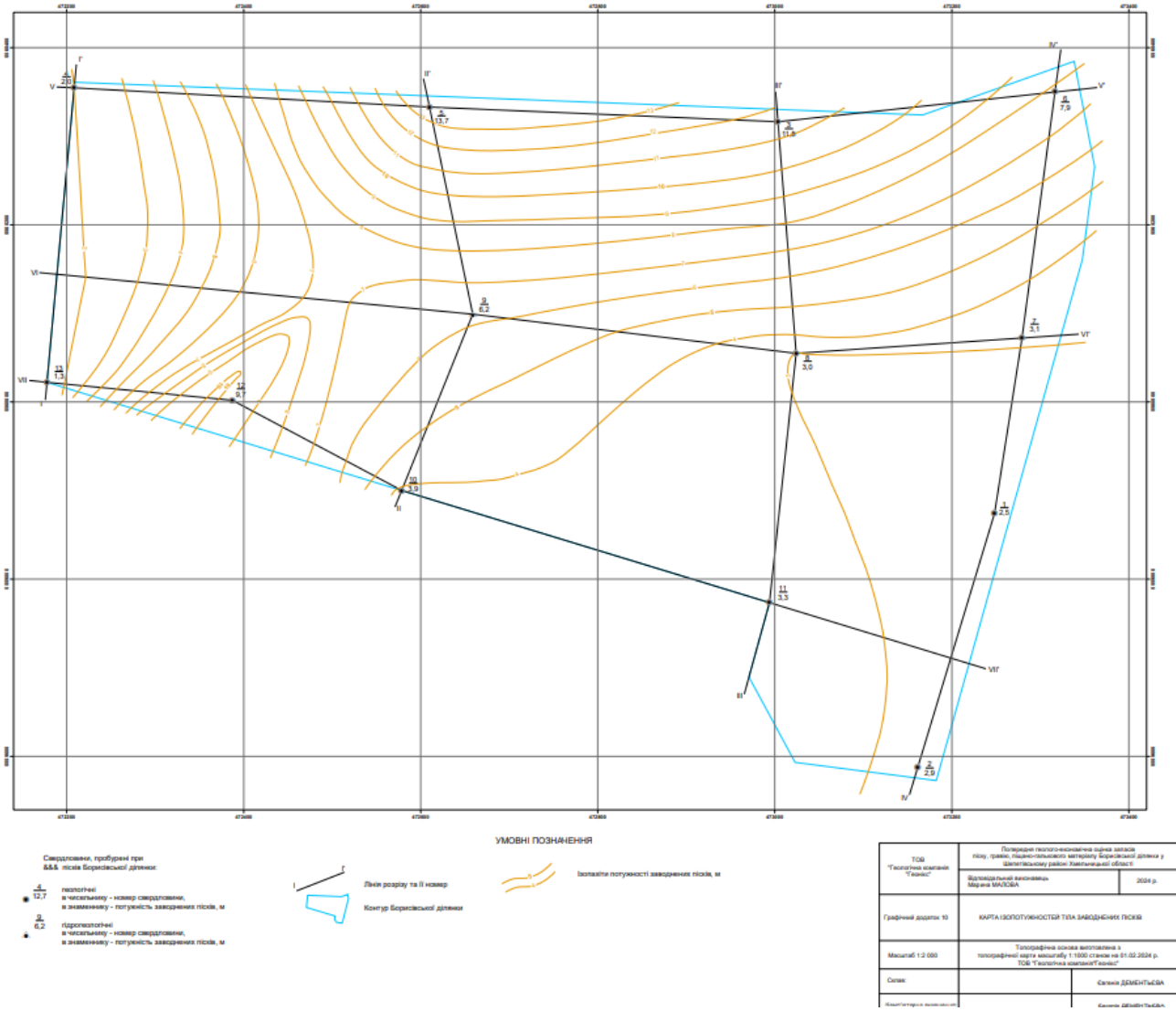


Рисунок 1.5 Карта ізопотужностей тіла заводнених пісків

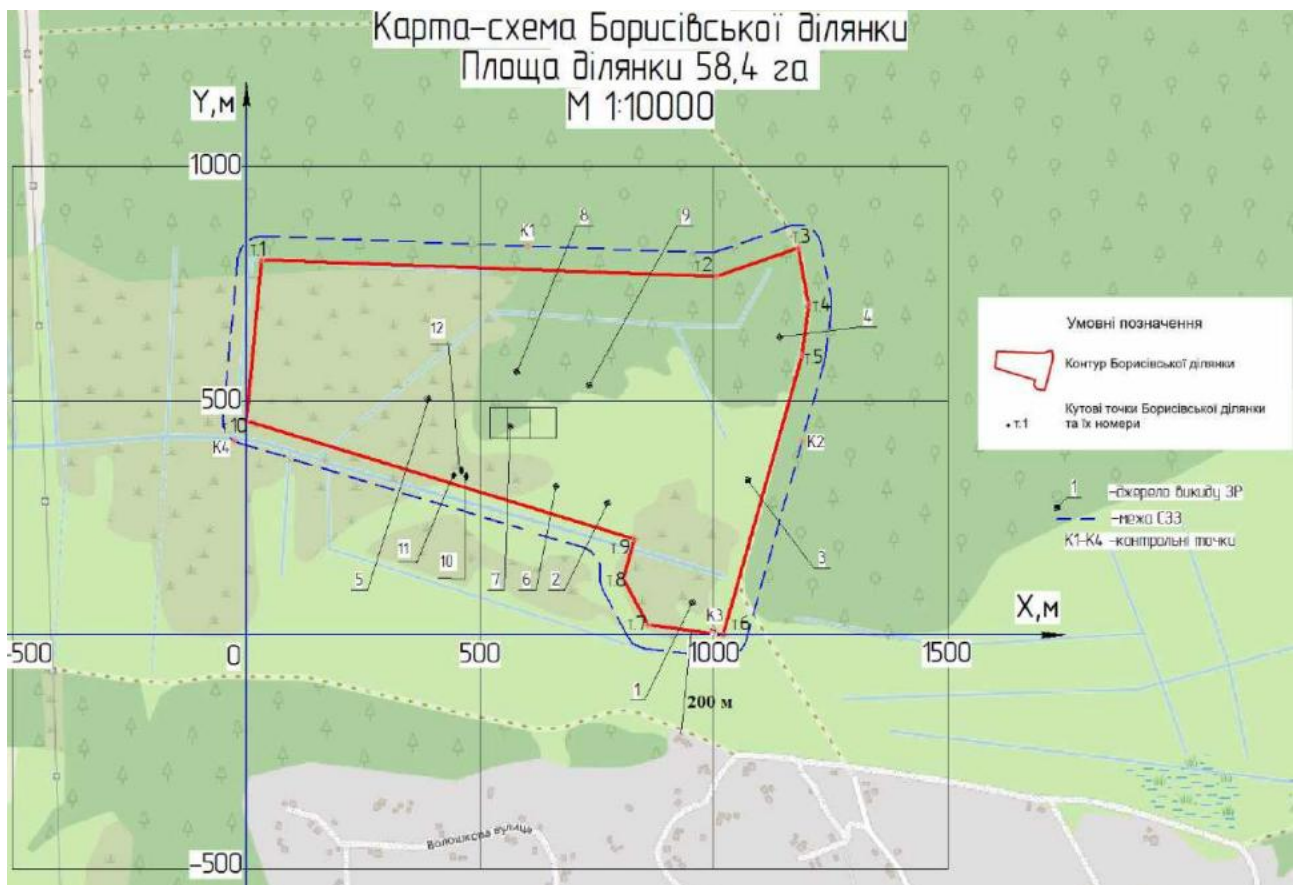


Рисунок 1.6. Карта-схема Борисівської ділянки

Підрахунок запасів виконано відповідно до Протоколу ДКЗ України № 5829 від 13.02.2025 р. Промислові (видобувні) запаси розраховані з урахуванням технологічних втрат, які при комбінованій системі розробки (екскавація + гідромеханізація) становлять близько 6,16%.

Розрахунок видобувних запасів та обсягів супутніх порід наведено в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5

**Розрахунок видобувних запасів та обсягів розкриття в контурах
кар'єру**

№ п/п	Найменування показника	Одиниця виміру	Величина
1	Балансові запаси (категорія С2), всього	тис. м ³	3891,0
2	- у т.ч. піски місцевого значення	тис. м ³	1591,0
3	- у т.ч. гравійно-піщані породи	тис. м ³	2300,0
4	Технологічні втрати при видобутку	тис. м ³	239,7
5	Видобувні (промислові) запаси	тис. м³	3651,3
6	Об'єм розкривних порід (разом з ГРШ)	тис. м ³	754,0

Важливим техніко-економічним показником є експлуатаційний коефіцієнт розкриття ($K_{\text{екс}}$), який визначає об'єм порожньої породи, що припадає на одиницю видобутої сировини:

$$K_{\text{екс}} = \frac{V_{\text{розк}}}{V_{\text{пром}}}, \quad (1.1)$$

Де $V_{\text{розк}}$ — промисловий об'єм розкривних порід, тис. м³; $V_{\text{пром}}$ — промислові запаси корисної копалини, тис. м³.

$$K_{\text{екс}} = \frac{754,0}{3651,3} = 0,206 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Отримане значення (0,206 м³/м³) свідчить про високу ефективність розробки Борисівської ділянки, оскільки витрати на розкривні роботи є мінімальними порівняно з обсягами видобутку.

1.4. Висновки до Розділу 1

На основі проведеного аналізу загальної характеристики, геологічної будови та оцінки запасів сировини Борисівської ділянки піщано-гравійного родовища, можна зробити такі висновки:

1. Об'єкт проєктування має вигідне географічне розташування у Шепетівському районі Хмельницької області та належне правове забезпечення для промислового освоєння — Спеціальний дозвіл на користування надрами № 5560 від 03.11.2023 р. Загальна площа ділянки становить 58,4 га, що дозволяє організувати повноцінний видобувний комплекс із промисловим майданчиком та кар'єрним полем.

2. Геологічна будова родовища представлена флювіогляціальними відкладами четвертинного віку. Продуктивна товща потужністю до 13,6 м (середня — понад 6,5 м) залягає у складних гідрогеологічних умовах. Високий рівень ґрунтових вод (1,1–2,9 м від поверхні) призводить до заводнення основної маси запасів, що робить технологічно необхідним застосування засобів гідромеханізації паралельно з традиційною екскаваторною виїмкою.

3. Сировина ділянки (піски кварцові різнозернисті та гравійно-піщані породи) характеризується високою якістю: низьким вмістом пиловатих часток та стабільним хімічним складом (вміст SiO_2 до 95,7%). За радіаційно-гігієнічними показниками корисна копалина належить до I класу, що дозволяє її використання у цивільному та дорожньому будівництві без обмежень.

4. Промислові видобувні запаси в обсязі 3651,3 тис. м³ забезпечують стабільну роботу підприємства протягом терміну від 5 до 20 років при проєктній потужності до 700 тис. м³ на рік. Сприятливий експлуатаційний коефіцієнт розкриву (0,206 м³/м³) свідчить про низьку собівартість підготовчих робіт та високу техніко-економічну ефективність розробки Борисівської ділянки.

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЯ ВЕДЕННЯ ГІРНИЧИХ РОБІТ ТА СИСТЕМА РОЗРОБКИ

2.1. Вибір та обґрунтування комбінованої системи розробки Борисівської ділянки

Прийняття проектних рішень щодо способу розробки Борисівської ділянки базується на комплексному аналізі гірничо-геологічних умов залягання корисної копалини та запланованій річній продуктивності підприємства, що становить 700 тис. м³ піщано-гравійної суміші. Основними чинниками, які зумовили вибір системи розробки, є значна площа кар'єрного поля (57,1 га), велика потужність продуктивної товщі (до 13,6 м) та високий рівень обводнення покладу.

Згідно з класифікацією БНіП, піски родовища відносяться до I групи ґрунтів, а за класифікацією СНВ-79 для відкритих гірничих робіт — до II групи порід, що допускають екскавацію безпосередньо з цілика без попереднього розпушення. Враховуючи, що понад 80% промислових запасів знаходяться нижче рівня ґрунтових вод (середня відмітка +233,4 м), проектом прийнято **комбіновану систему розробки.**

Сутність обраної системи полягає у послідовному та паралельному застосуванні двох технологічних схем:

1. Транспортна схема відпрацювання надводного горизонту. Ця схема охоплює роботи з виїмки порід розкриву (ґрунтово-рослинного шару, суглинків, супісків) та «сухої» частини піщаного покладу. Технологія передбачає використання гідравлічних екскаваторів типу «зворотна лопата» (Caterpillar 330 DG) із навантаженням гірничої маси в автосамоскиди (Iveco Trakker AD410). Гірничо-підготовчі роботи та зняття розкриву виконуються одним уступом, що дозволяє оперативно готувати фронт робіт для основного видобутку.

2. Спеціальна гідромеханізована схема для підводної виїмки. Розробка основної товщі обводнених гравелистих пісків здійснюється за допомогою плавучого земснаряду МЗ-17Е. Даний метод є найбільш раціональним для умов Борисівської ділянки, оскільки дозволяє вести видобуток на глибинах до 12,0 м (фрезерним розпушувачем) або до 18,0 м (вільним

всмоктуванням). Транспортування сировини здійснюється у вигляді гідросуміші через пульпопровід безпосередньо на карти наміву, де відбувається її зневоднення та складування.

При проектуванні розглядалася **технічна альтернатива №2**, яка передбачала відмову від земснаряду на користь екскаваторної виїмки «з-під води» шляхом спорудження поздовжніх технологічних дамб (шпор) шириною 6,0 м. Однак, детальний порівняльний аналіз показав її недоцільність через:

- необхідність проведення великого обсягу додаткових земляних робіт для будівництва шпор;
- високі витрати палива на транспортування обводненого піску автотранспортом;
- ризики забруднення підземних вод мастильними матеріалами при роботі техніки безпосередньо над водною поверхнею;
- необхідність складних систем водовідведення та будівництва дамб-відстійників.

Таким чином, комбінована система із застосуванням земснаряду визначена як найбільш екологічно безпечна та економічно ефективна. Основні геометричні та технологічні параметри системи розробки наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Геометричні параметри та елементи системи розробки

№ з/п	Найменування параметру	Одиниця виміру	Значення (Розкрит)	Значення (Сухі піски)	Значення (Обводнені піски)
1	Висота уступу (середня)	м	1,3	2,4	5,5
2	Висота уступу (максимальна)	м	1,9	4,6	13,6
3	Кут робочого укосу уступу	град.	45	45	38

4	Кут фіксованого (стійкого) борта	град.	35	35	28
5	Мінімальна ширина робочої площадки	м	16,0	16,0	-
6	Мінімальна допустима глибина розробки під водою	м	-	-	1,5
7	Ширина прорізу земснаряду	м	-	-	26,0

Для організації технологічного зв'язку між екскаваторним та гідромеханізованим вибоями проектом передбачено створення піонерного котловану. Це дозволяє земснаряду розпочати роботу в обводненій зоні, в той час як екскаватор Caterpillar 330 DG продовжує зачистку покрівлі покладу та виїмку сухих пісків.

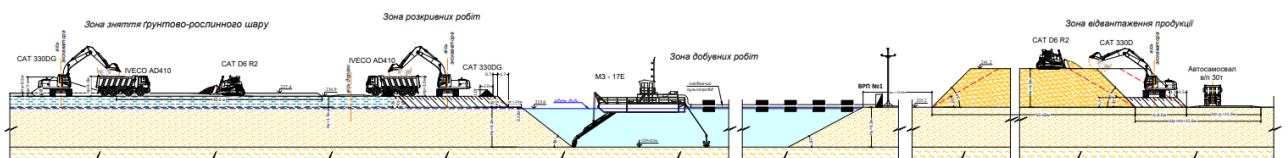


Рисунок 2.1 Схема комбінованої розробки Борисівської ділянки з джерела

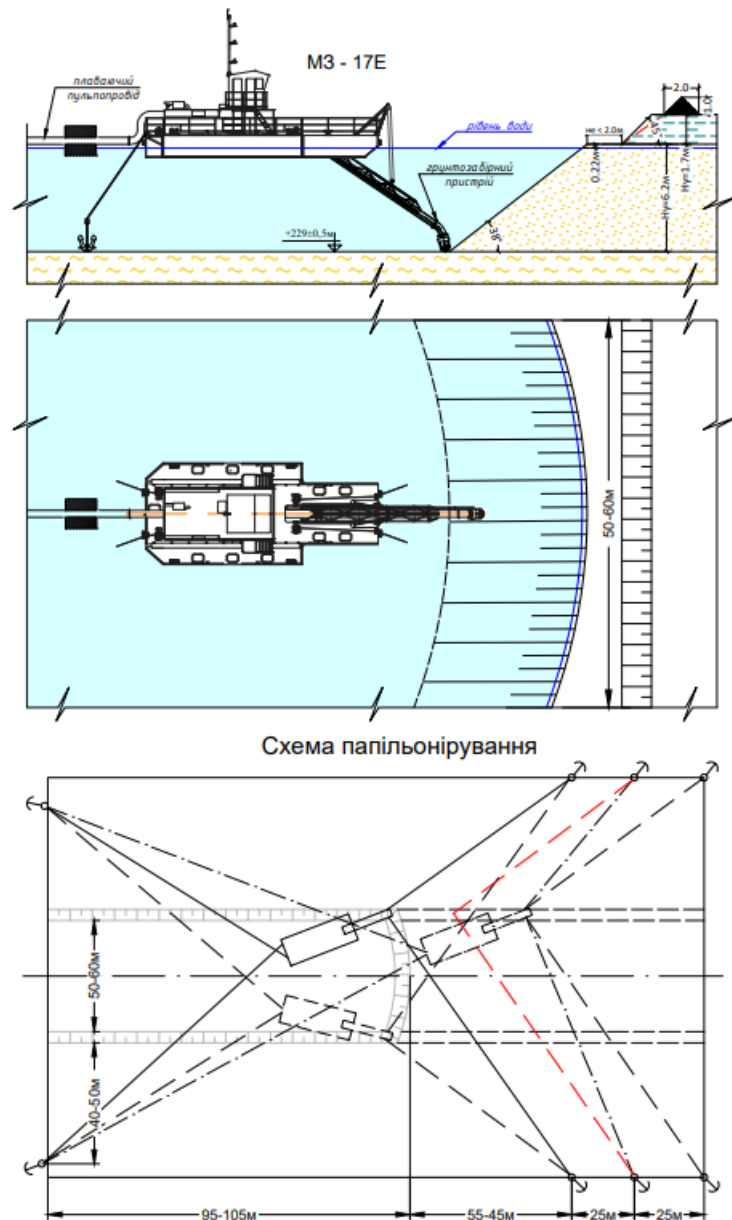


Рисунок 2.2. Технологічна схема роботи земснаряду МЗ-17Е

Обрана технологія забезпечує не лише високу продуктивність видобутку, а й створює фундамент для подальшої рекультивації: вироблений простір поступово заповнюється ґрунтовими водами, формуючи майбутню водойму, що відповідає плану екологічного відновлення території

2.2. Організація гірничо-підготовчих та розкривних робіт

Гірничо-підготовчі роботи на Борисівській ділянці є початковим етапом освоєння родовища, що забезпечує створення необхідної інфраструктури для безперебійної роботи видобувного та навантажувального обладнання. Оскільки територія спеціального дозволу на момент проектування не порушена гірничими роботами, організація підготовчого періоду передбачає повний цикл інженерного облаштування денної поверхні.

До складу гірничо-підготовчих робіт віднесено:

- 1. Облаштування адміністративно-побутового комплексу (АПК):** Передбачається встановлення мобільних вагончиків у південно-східній частині ділянки. Комплекс включає локальну очисну споруду (септик) та автозаправний блок-пункт із ємностями для дизельного палива об'ємом до 25 м³.
- 2. Підготовка дорожньої мережі:** Для забезпечення під'їзду техніки до кар'єрного поля планується використання існуючих шляхів та влаштування тимчасових з'їздів шляхом планування поверхні бульдозером Caterpillar D6 R2. Ширина проїжджої частини прийнята рівною 4,5 м, що відповідає габаритам самоскидів Iveco Trakker. Кар'єрні дороги регулярно очищатимуться від пилу та бруду, а в теплий період року поливатимуться водою для пилопригнічення.
- 3. Проходка в'їзної та розрізної траншей:** Для розкриття продуктивного покладу та створення піонерного котловану для земснаряду передбачено проходження в'їзної траншеї довжиною 26,0 м та шириною по підосві 16,5 м з повздовжнім похилом 0,05. Ширина основи розрізної траншеї становить 19,0 м.

Розкривні роботи на родовищі виконуються селективним способом і включають виїмку ґрунтово-рослинного шару (ГРШ), пухкого розкриву (супісків, суглинки) та внутрішнього розкриву (лінз глин). Загальний об'єм розкривних порід у контурах кар'єру становить 754,0 тис. м³.

Технологія розкриву передбачає використання транспортної схеми:

- **Зняття ГРШ:** виконується бульдозером Caterpillar D6 R2 шляхом зрізання шару потужністю до 0,4 м та переміщенням його в бурти. Надалі ГРШ

вантажиться екскаватором в автосамоскиди та транспортується у тимчасові відвали по периметру кар'єру для збереження та подальшої рекультивації.

- **Розробка пухкого розкриву:** здійснюється екскаватором Caterpillar 330 DG (зворотна лопата) одним уступом висотою до 1,9 м. Виїмка ведеться паралельними заходками з навантаженням породи в самоскиди Iveco Trakker AD410 вантажопідйомністю 30 т.

Основні характеристики комплексу техніки для розкривних робіт наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Склад основного обладнання для підготовчих та розкривних робіт

Найменування устаткування	Кількість, од.	Технічна характеристика	Функціональне призначення
Бульдозер Caterpillar D6 R2	1	Потужність 141 кВт, ніж 3,7 м	Зняття ГРШ, планування доріг
Екскаватор Caterpillar 330 DG	1	Ківш 2,0 м³, радіус черпання 9,8 м	Виїмка розкриву та навантаження
Автосамоскид Iveco Trakker	2	Вантажопідйомність 30 т	Транспортування у відвали
Поливомийна машина	1	Об'єм цистерни 8-10 м³	Пилопригнічення на дорогах

Розрахункова годинна продуктивність екскаватора Caterpillar 330 DG на розкривних роботах ($P_{\text{екс}}$) визначається за формулою:

$$P_{\text{екс}} = \frac{3600 \cdot E \cdot K_{\text{н}} \cdot K_{\text{в}}}{t_{\text{ц}} \cdot K_{\text{р}}}, \quad (2.1)$$

де E — місткість ковша, 2,0 м³; $K_{\text{н}}$ — коефіцієнт наповнення ковша (для пісків — 0,9); $K_{\text{в}}$ — коефіцієнт використання робочого часу (0,8); $t_{\text{ц}}$ — тривалість циклу екскавації, 25 с; $K_{\text{р}}$ — коефіцієнт розпушення породи в ковші (1,2).

$$P_{\text{екс}} = \frac{3600 \cdot 2,0 \cdot 0,9 \cdot 0,8}{25 \cdot 1,2} = 172,8 \approx 173 \text{ м}^3/\text{год}$$

Відвальне господарство. Проєктом передбачено комбіновану схему відвалоутворення:

- **Зовнішні відвали:** формуються на початковому етапі будівництва першої та другої секцій кар'єру поза контурами підрахунку запасів.
- **Внутрішні відвали:** після створення необхідного виробленого простору породи розкриву та відходи збагачення переміщуються безпосередньо в кар'єр, що дозволяє суміщати видобуток із технічною рекультивацією.

Для захисту бортів від розмиву та забезпечення безпеки робіт обов'язковим є облаштування нагірних каналів трапецеїдального перетину для перехоплення зливових вод.

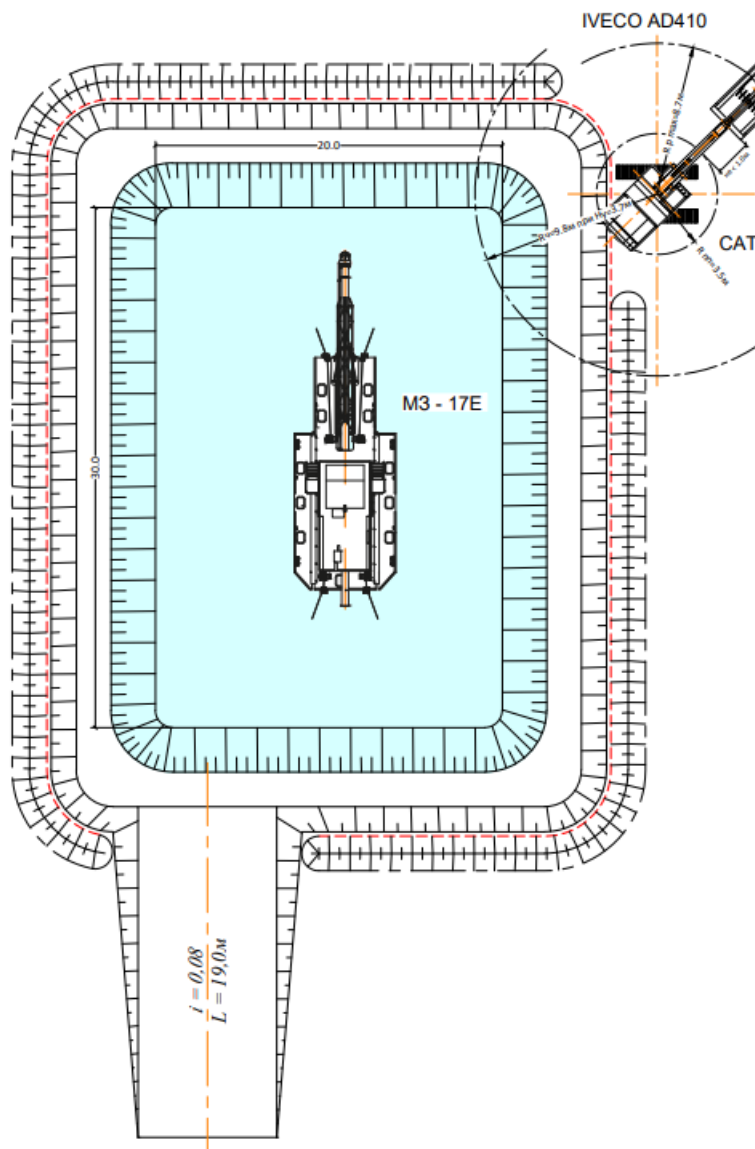


Рисунок 2.3 Технологічна схема піонерного котловану

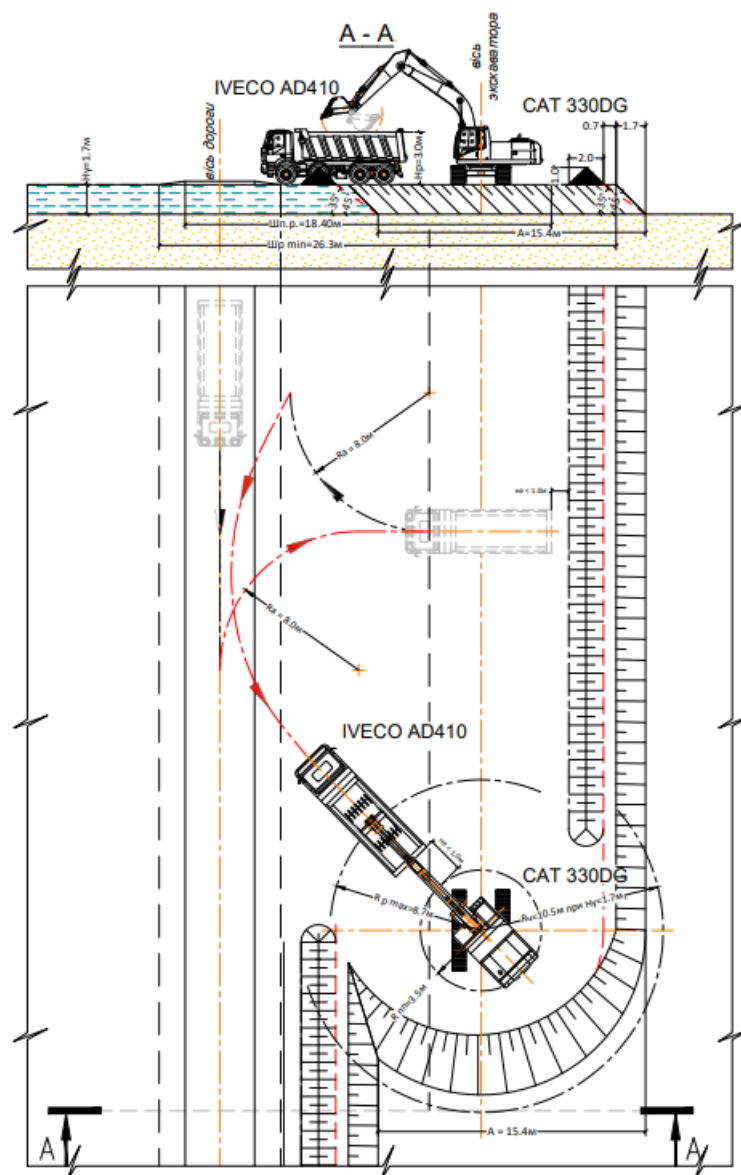


Рисунок 2.4. Паспорт экскаваторного розкривного вибою

2.3. Технологія виїмки сухої частини покладу та гідромеханізована розробка обводнених пісків

Технологія видобувних робіт на Борисівській ділянці базується на принципі поетапного відпрацювання продуктивної товщі. Враховуючи гідрогеологічні особливості та високий рівень залягання підземних вод, процес видобутку розділений на два паралельні потоки: розробку надводного (сухого) горизонту та підводну виїмку за допомогою засобів гідромеханізації.

Виїмка сухої частини покладу здійснюється за транспортною схемою у межах відміток від денної поверхні до рівня дзеркала ґрунтових вод (+233,4 м). Потужність сухої частини коливається від 0,5 до 1,7 м (середня — 1,1 м). Основним виймальним обладнанням є гідравлічний екскаватор Caterpillar 330 DG із обладнанням «зворотна лопата».

Технологічний цикл сухої виїмки включає наступні операції:

- **Черпання піску з масиву:** Екскаватор веде розробку одним уступом висотою до 4,6 м. Виїмка проводиться як нижнім черпанням з верхньої точки стояння, так і верхнім черпанням. Для забезпечення стійкості бортів кут робочого укосу на сухому піску підтримується на рівні 45°.
- **Навантаження та транспортування:** Сировина завантажується безпосередньо в автосамоскиди Ivesco Trakker AD410 вантажопідйомністю 30 т. Продуктивність екскаватора на сухому піску становить 174 м³/год.
- **Формування технологічного шару:** Для забезпечення стабільної роботи земснаряду та обслуговування берегових комунікацій в зоні контакту сухої та обводненої товщі залишається запобіжний шар сухих пісків потужністю не менше 0,5 м. Це слугує майданчиком для переміщення допоміжної техніки та монтажу пульпопроводів.

Гідромеханізована розробка обводнених пісків є основним процесом, що забезпечує виїмку понад 80% промислових запасів (3,35 млн м³). Для цього використовується електричний плавучий земснаряд МЗ-17Е, оснащений ґрунтовим насосом ГрАУ-1600/25.

Процес гідромеханізованого видобутку організований за наступною схемою:

1. **Руйнування масиву під водою:** Земснаряд здійснює виїмку піщано-гравійної суміші на глибину до 13,6 м. Оскільки піски відносяться до I категорії, розробка ведеться вільним всмоктуванням із використанням природної призми обвалення.

2. **Гідротранспортування пульпи:** Видобута гідросуміш (із вмістом твердого від 10% до 30%) подається під тиском у магістральний пульпопровід діаметром 300 мм. Пульпопровід складається з плавучої частини (на понтонах із пінопластовими поплавками) та берегової лінії, покладеної на лежневі опори.

3. **Первинна класифікація та збагачення:** Перед подачею на карти наміву пульпа проходить крізь стаціонарну металеву решітку (грохот) з отворами 5×5 мм, встановлену під кутом 45°. Це дозволяє відокремити гравійну складову (+5 мм), яка скочується у навали, що в подальшому формуються бульдозером в окремі склади.

4. **Намив та зневоднення на картах:** Очищена гідросуміш надходить на одну з трьох проєктованих карт наміву розміром 50×90 м та висотою до 6 м. Намив здійснюється безстакадним способом із зосередженим випуском пульпи. Осушення піску відбувається шляхом природної фільтрації через основу та відведення освітленої води через дерев'яні шандорні колодязі (розміром 1,25×1,25 м) назад у кар'єр.

Техніко-технологічні параметри видобувного комплексу наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Технічні характеристики видобувного обладнання та споруд

Параметр	Одиниця виміру	Екскаватор CAT 330 DG	Земснаряд МЗ-17Е	Карта наміву (1 од.)
----------	----------------	-----------------------	------------------	----------------------

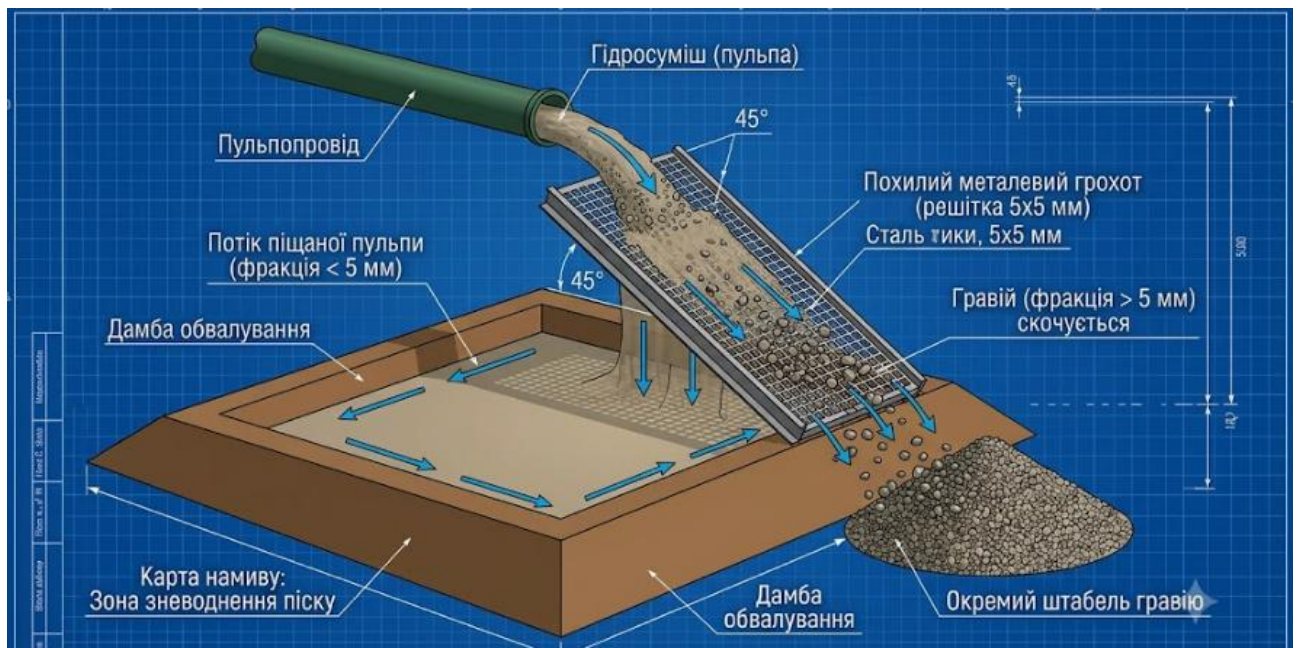


Рисунок 2.6. Технологічний вузол розділення гравію та піску

Прийнята технологія забезпечує безперервність циклу: поки на першій карті ведеться активний налив, на другій триває природне зневоднення, а з третьої екскаватор здійснює відвантаження сухої продукції споживачам. Такий підхід мінімізує простой техніки та дозволяє підприємству стабільно виходити на проектну потужність 700 тис. м³ на рік.

2.4. Висновки до Розділу 2

На основі проведеного обґрунтування технології ведення гірничих робіт та проектування системи розробки Борисівської ділянки піщано-гравійного родовища, можна зробити такі висновки:

1. **Обґрунтовано вибір комбінованої системи розробки**, яка є найбільш раціональною для складних гідрогеологічних умов об'єкта. Поєднання транспортної схеми (для розкриву та сухих пісків) і спеціальної гідромеханізованої схеми (для обводненої товщі) дозволяє відпрацьовувати запаси на повну потужність (до 13,6 м) без застосування дороговартісного примусового водовідливу, зберігаючи природний баланс підземних вод.

2. **Організація гірничо-підготовчих робіт** передбачає повний цикл інженерного облаштування території «з нуля», включаючи створення адміністративно-побутового комплексу, мережі внутрішніх доріг та проходку в'їзної траншеї шириною 16,5 м. Розкривні роботи організовані за селективним принципом із використанням комплексу техніки Caterpillar, що забезпечує збереження родючого шару ґрунту для майбутньої рекультивації та мінімізацію витрат на переміщення порожньої породи у внутрішні відвали.

3. **Технологія видобутку адаптована до фізико-механічних властивостей сировини**. Виймка сухої частини здійснюється екскаватором Caterpillar 330 DG одним уступом висотою до 4,6 м. Основний видобуток (понад 80% обсягу) забезпечується електричним земснарядом МЗ-17Е методом вільного всмоктування. Застосування віялової схеми папільонування гарантує рівномірне відпрацювання обводнених блоків та високу годинну продуктивність на рівні 120 м³ по ґрунту.

4. **Впроваджено ефективний цикл первинної класифікації та намиву**. Використання стаціонарних грохотів перед картами намиву дозволяє відокремлювати гравійну складову (фракція +5 мм) безпосередньо в процесі видобутку. Проектована система з трьох карт намиву загальним об'ємом 60 тис. м³ та використання шандорних колодязів забезпечують безперервність

технологічного циклу: паралельне виконання наміву, природного зневоднення та відвантаження готової продукції споживачам.

5. **Прийняті технічні рішення** дозволяють підприємству стабільно працювати з проектною потужністю 700 тис. м³ на рік, забезпечуючи високу промислову безпеку та створюючи умови для подальшого відновлення ландшафту у вигляді водойми.

РОЗДІЛ 3. ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ТА РЕКУЛЬТИВАЦІЯ

3.1. Технологічний цикл видобутку та напрямки використання піщано-гравійного матеріалу

Видобуток корисних копалин на Борисівській ділянці організований як потоковий гірничо-технічний комплекс, що поєднує процеси вилучення сировини з масиву, її гідротранспортування, первинну класифікацію та природне зневоднення. Ключовою особливістю циклу є інтеграція збагачувальних операцій (відокремлення гравійної складової) безпосередньо у процес складування на картах наміву, що дозволяє отримувати готову продукцію без будівництва стаціонарних сортувальних фабрик.

Повний технологічний цикл видобутку на родовищі складається з наступних послідовних стадій:

1. **Підготовчо-виїмкова стадія:** передбачає екскаваторну розробку надводного горизонту (сухі піски) та підготовку робочого горизонту для плавучого земснаряду МЗ-17Е. Виїмка сухої частини виконується екскаватором Caterpillar 330 DG із формуванням тимчасових складів.

2. **Гідромеханізоване вилучення:** земснаряд здійснює розмив та всмоктування обводненої піщано-гравійної суміші з глибини до 13,6 м. Завдяки високій потужності насоса ГрАУ-1600/25 забезпечується подача пульпи під тиском у магістральний трубопровід.

3. **Первинне збагачення та класифікація:** гідросуміш подається на вузол розділення, де за допомогою стаціонарного похилого грохота (решітка 5×5 мм) відбувається відсікання гравію та гальки. Фракція понад 5 мм складається бульдозером Caterpillar D6 R2 у окремі штабелі, а піщана пульпа спрямовується в карту наміву.

4. **Акумуляція та осушення:** піщана маса осаджується на картах наміву, формуючи штабель висотою до 6 м. Освітлена вода через систему шандорних колодязів та водовідвідних каналів повертається у кар'єрну виїмку для підтримки водного балансу.

Розрахункові параметри технологічного циклу, що забезпечують проєктну потужність 700 тис. м³/рік, наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Основні показники технологічного циклу видобутку та намиву

Параметр	Одиниця виміру	Значення (проєктне)
Річний обсяг видобутку (разом)	тис. м³	700,0
Частка обводнених пісків у циклі	%	86,0
Вміст гравійної складової (фракція +5 мм)	%	17,46
Консистенція пульпи (Т:Р)	за об'ємом	від 1:10 до 1:3
Висота підйому пульпи (геометрична)	м	до 10,0
Річний вихід товарного гравію	тис. м³	122,2
Тривалість зневоднення піску на карті	год	8,0

Напрямки використання сировини Борисівської ділянки визначені на основі її фізико-механічних властивостей та відповідності державним стандартам. Згідно з результатами лабораторних досліджень, продукція родовища має широку сферу застосування:

- **Пісок намивний (збагачений):** після видалення гравію та природної промивки водою на картах намиву, сировина відповідає вимогам ДСТУ Б В.2.7-32-95. Вона є оптимальною для виробництва високоміцних бетонів, будівельних розчинів та як компонент при виготовленні ніздрюватих бетонів.

- **Гравійно-піщана суміш та гравій:** відокремлена фракція понад 5 мм використовується як баластний шар при будівництві та ремонті автомобільних доріг місцевого значення, а також як крупний заповнювач для бетонів згідно з ДСТУ Б В.2.7-29-96.

- **Пісок сухий (некондиційний):** через підвищений вміст глинистих часток (у верхніх шарах) використовується переважно для інженерного планування територій, зворотного засипання та рекультиваційних робіт.

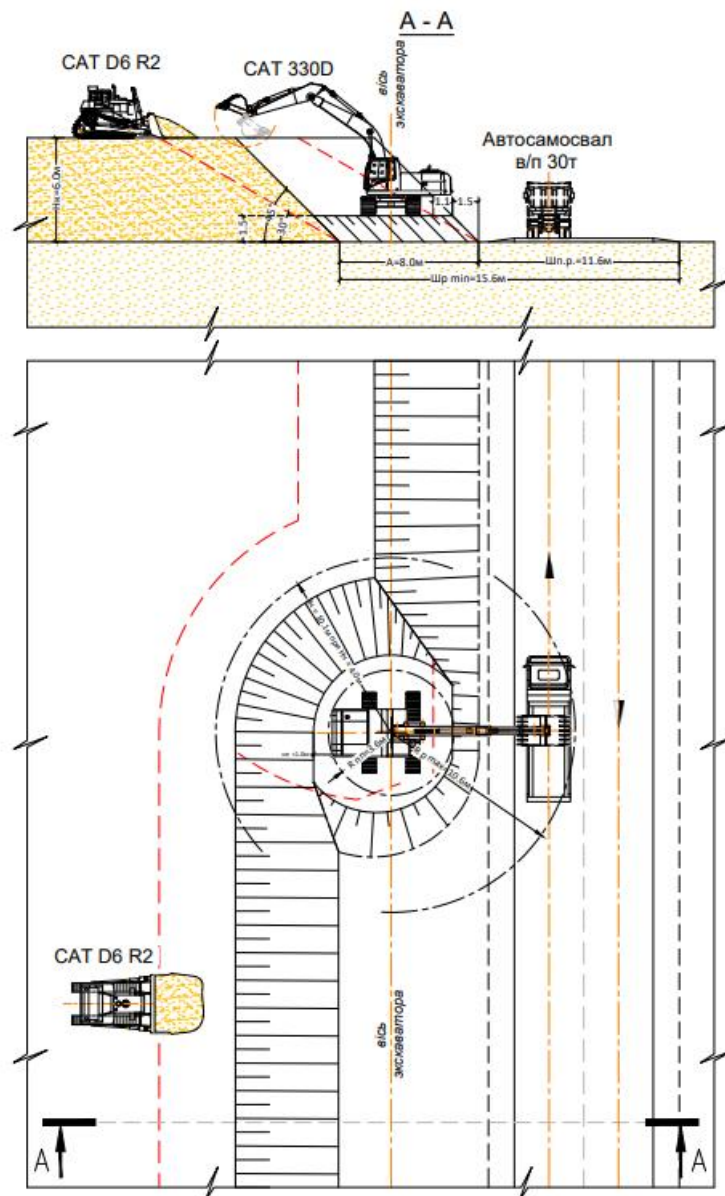


Рисунок 3.1 Схема технологічних потоків готової продукції

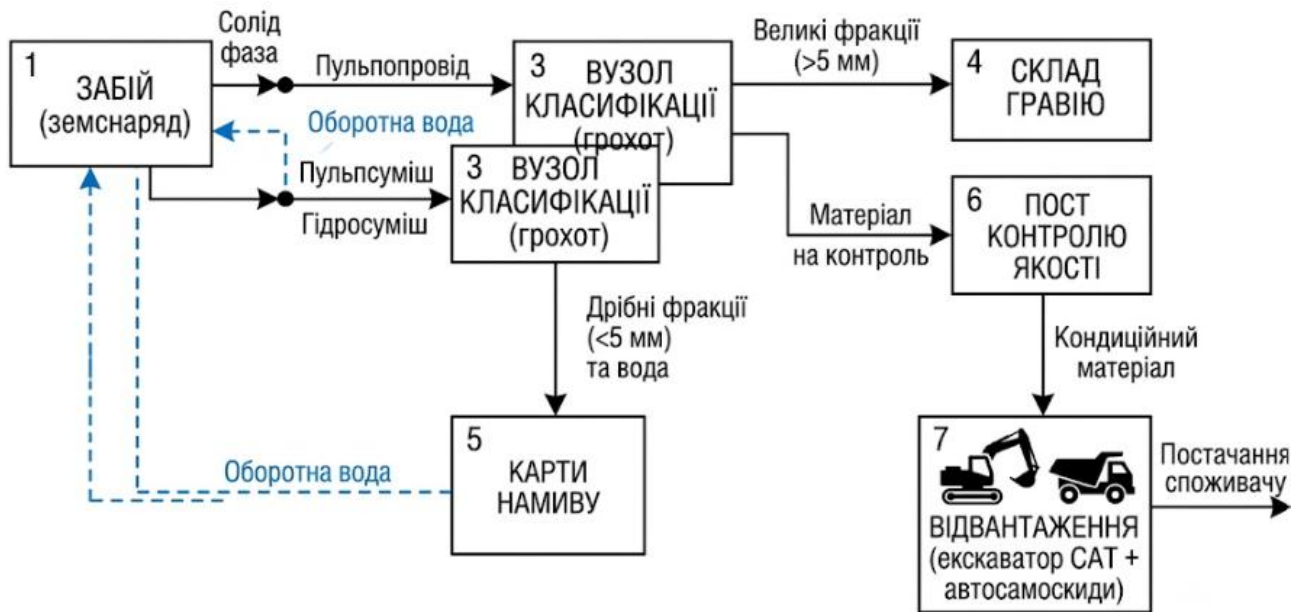


Рисунок 3.2. Блок-схема гірничо-збагачувального циклу

Завдяки першому класу радіаційної безпеки (питома активність до 38,4 Бк/кг), вся продукція кар'єру може використовуватися у цивільному будівництві без обмежень. Прийнятий технологічний цикл забезпечує мінімальні втрати корисної копалини на рівні 6,16% та високу якість очищення піску від пиловатих домішок у процесі гідронамиву.

3.2. Система водопостачання, водовідведення та цикл намиву корисної копалини

Організація стабільної роботи гідромеханізованого комплексу на Борисівській ділянці вимагає створення надійної системи водопостачання та водовідведення, що забезпечує безперервність циклу «видобуток – транспортування – намив – освітлення». Враховуючи гідрогеологічні умови родовища (високий рівень ґрунтових вод), проектом прийнято систему **оборотного водопостачання** з використанням кар'єрної виїмки як акумулюючої ємності.

Джерела водопостачання. Основним джерелом води для технологічних потреб є природний приплив підземних вод у чашу кар'єру. Оскільки продуктивна товща пісків є водовмісною, обсяг притоку повністю покриває потреби земснаряду МЗ-17Е для формування пульпи. Додаткове підживлення системи відбувається за рахунок інфільтрації атмосферних опадів. Використання води з поверхневих джерел (річка Сошень) або артезіанських свердловин для виробничих цілей не передбачається, що значно знижує екологічне навантаження на район.

Цикл намиву та зневоднення. Процес складування корисної копалини організовано на трьох технологічних картах намиву загальним об'ємом 60 тис. м³. Технологічна схема руху води та твердої фази включає такі етапи:

1. **Подача пульпи:** Гідросуміш із концентрацією твердого матеріалу 10–30% подається пульпопроводом на карту. Завдяки нахилу поверхні карти створюється спрямований потік у бік водоскидної споруди.

2. **Осадження та фільтрація:** У міру руху пульпи картою намиву відбувається випадання твердих частинок піску. Дрібні мулисті фракції осаджуються безпосередньо у ставку-відстійнику, що формується всередині карти дамбами обвалування. Частина вологи відводиться шляхом природної фільтрації крізь піщану основу.

3. **Освітлення води:** Для регулювання рівня води на кожній карті передбачено спорудження двосекційного шандорного колодязя. Це дозволяє здійснювати селективний забір найбільш прозорого верхнього шару води.

Технічні параметри водоскидної системи наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Характеристика споруд системи водовідведення та намиву

Найменування елемента	Параметри та характеристики	Матеріал / Тип
Карта намиву (робоча)	Площа 4500 м ² , місткість 20 тис. м ³	Земляне обвалування
Шандорний колодязь	Висота стоку 7,0 м, перетин 1,25x1,25 м	Дерев'яний брус / залізобетон
Водоскидна труба	Діаметр 600 мм, похил 0,021	Сталь / ПЕ
Водоскидна канава	Глибина до 1,5 м, довжина до 120 м	Трапецієподібний профіль
Дамба обвалування	Висота до 2,0 м, ширина гребня 3,0 м	Місцевий ґрунт (ущільнений)

Система водовідведення. Освітлена вода з шандорного колодязя через водоскидну трубу потрапляє у відкриту канаву, якою самотією повертається у відпрацьований простір кар'єру. Такий замкнений цикл дозволяє:

- мінімізувати безповоротні втрати води (лише на випаровування та залишкову вологість піску);
- підтримувати стабільний рівень води у вибої земснаряду;
- запобігати підтопленню прилеглих лісових територій.

Розрахунковий баланс води в циклі намиву ($Q_{\text{вод}}$) визначається співвідношенням об'єму видобутого піску ($V_{\text{піс}}$) та прийнятої консистенції пульпи:

$$Q_{\text{вод}} = V_{\text{піс}} \cdot (R - 1) , \quad (3.1)$$

де R — об'ємне співвідношення рідкого до твердого (прийнято 1:6 для середніх умов). При річному видобутку 700 тис. м³, обсяг води, що циркулює в системі, становить близько 3,5 млн м³ на рік.

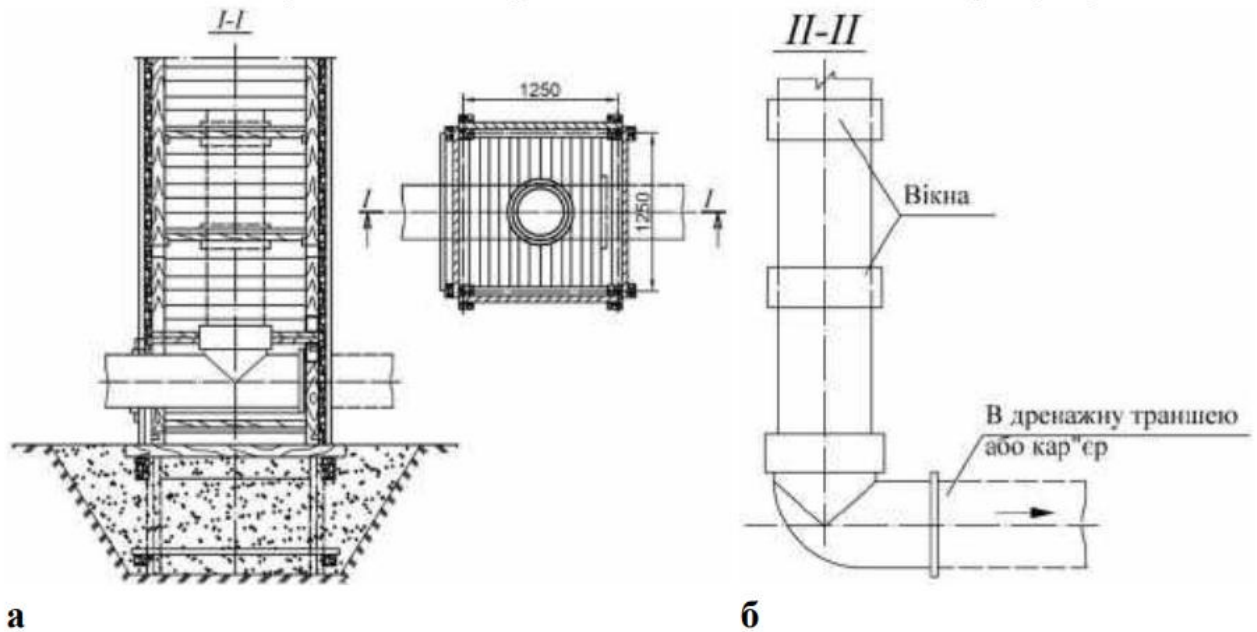


Рисунок 3.3 Конструктивна схема шандорного колодязя

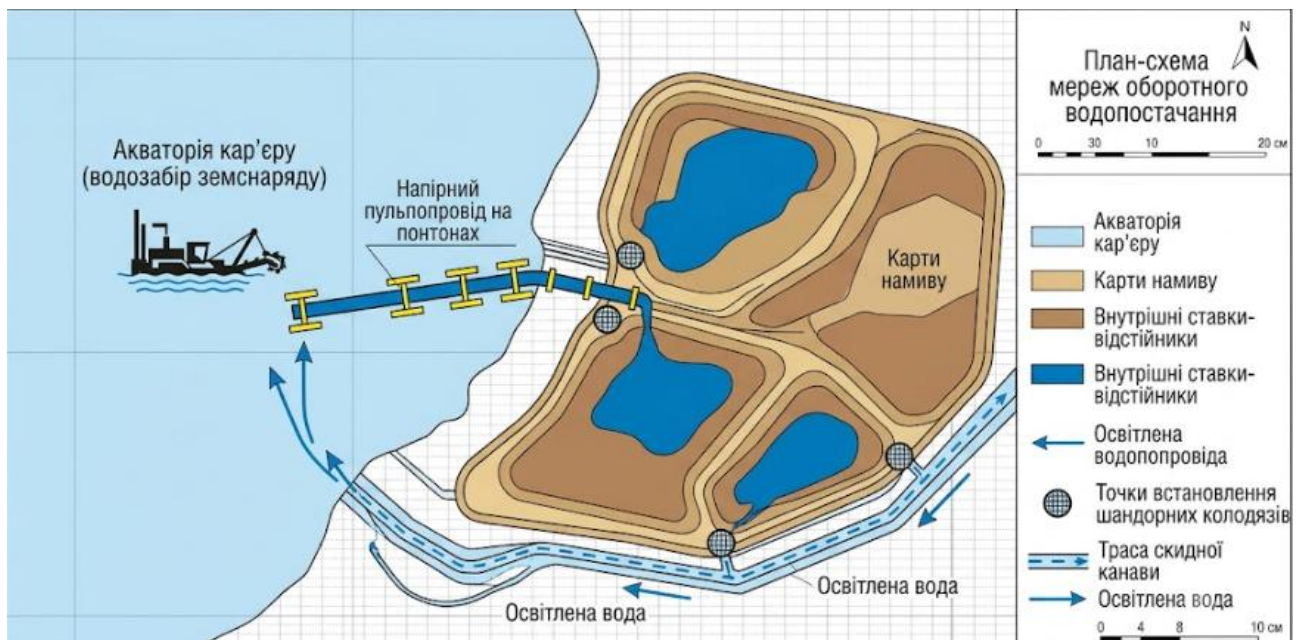


Рисунок 3.4. План-схема мереж оборотного водопостачання

Важливим аспектом є контроль цілісності дамб обвалування. Відповідно до регламенту, при виявленні фільтрації крізь тіло дамби або руйнування укосів,

випуск пульпи на карту негайно припиняється до повного відновлення споруди. Для пилопригнічення на внутрішніх дорогах у літній період передбачено використання поливомийної машини, забір води для якої також здійснюється з кар'єрної виїмки.

3.3. Характеристика та обсяги використання основної гірничої і транспортної техніки (комплекс САТ та земснаряд МЗ-17Е)

Ефективність розробки Борисівської ділянки безпосередньо залежить від правильного підбору виймально-навантажувального та транспортного обладнання, що має працювати в умовах підвищеної вологості та абразивності піщано-гравійного матеріалу. Проєктом передбачено використання високопродуктивного комплексу машин, який включає засоби гідромеханізації для підводної виїмки та мобільну техніку Caterpillar (САТ) для сухої виїмки, розкриття та відвантаження продукції споживачам.

Гідромеханізоване обладнання. Основним видобувним агрегатом на родовищі є плавучий несамохідний електричний земснаряд **МЗ-17Е**. Дана установка обрана через її здатність працювати на значних глибинах та високу надійність ґрунтового насосу при перекачуванні гравійної складової.

Технічні характеристики земснаряду МЗ-17Е наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Технічна характеристика земснаряду МЗ-17Е

Параметр	Одиниці виміру	Значення
Тип ґрунтового насосу	-	ГрАУ-1600/25
Продуктивність по пульпі	м³/год	1600
Продуктивність по ґрунту (середня)	м³/год	120
Напір насосу	м вод. ст.	25
Максимальна глибина розробки (всмоктування)	м	18,0
Встановлена потужність електродвигуна насосу	кВт	400
Діаметр всмоктувального / напірного патрубку	мм	400 / 300

Виймально-навантажувальний комплекс. Для робіт на сухих уступах, зняття розкриву та перевантаження намитого піску з карт у транспортні засоби використовується гідравлічний екскаватор **Caterpillar 330 DG** (тип «зворотна лопата»). Вибір даної моделі обумовлений високим зусиллям на кромці ковша та адаптованою гідравлічною системою для роботи з важкими ґрунтами.

Технічні характеристики екскаватора CAT 330 DG наведено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Технічна характеристика екскаватора Caterpillar 330 DG

Параметр	Одиниці виміру	Значення
Місткість основного ковша	м ³	2,0
Максимальний радіус черпання	м	10,6
Максимальна глибина копання	м	7,2
Експлуатаційна маса	т	30,0
Потужність двигуна	кВт	200
Тривалість робочого циклу (середня)	с	25

Транспортне та допоміжне обладнання. Внутрішньокар'єрне транспортування розкривних порід та доставка готової продукції на склади здійснюється самоскидами **Iveco Trakker AD410** вантажопідйомністю 30 т. Для планування доріг, формування дамб обвалування та штабелювання гравію задіяний бульдозер **Caterpillar D6 R2**.

Розрахунок обсягів використання техніки базується на балансі видобутку. При річній потужності 700 тис. м³ розподіл навантаження на техніку виглядає наступним чином:

- Земснаряд МЗ-17Е:** забезпечує видобуток 602 тис. м³ (86% від загального обсягу). При продуктивності 120 м³/год річний фонд робочого часу становить близько 5000 годин.

2. **Екскаватор CAT 330 DG:** виконує виїмку 98 тис. м³ сухих пісків, 160 тис. м³ розкривних порід, а також здійснює навантаження 700 тис. м³ готової продукції з карт намиву. Сумарний обсяг перевалки екскаватором перевищує 950 тис. м³ на рік.

3. **Бульдозер CAT D6 R2:** виконує щоденне обслуговування трьох карт намиву та переміщення близько 122 тис. м³ гравійної складової, що відокремлюється під час збагачення.

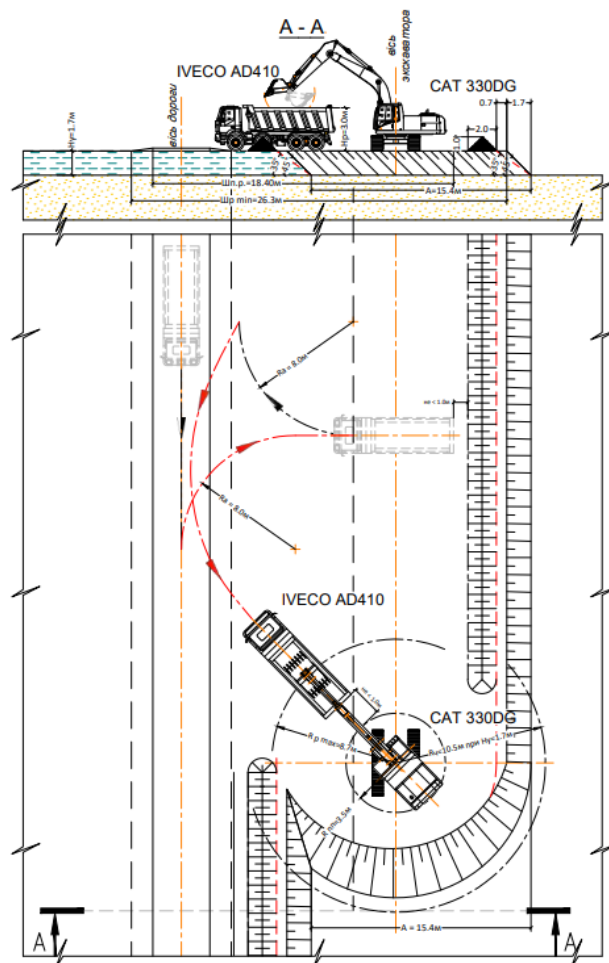


Рисунок 3.5 Загальний вид видобувного комплексу Caterpillar та Iveco

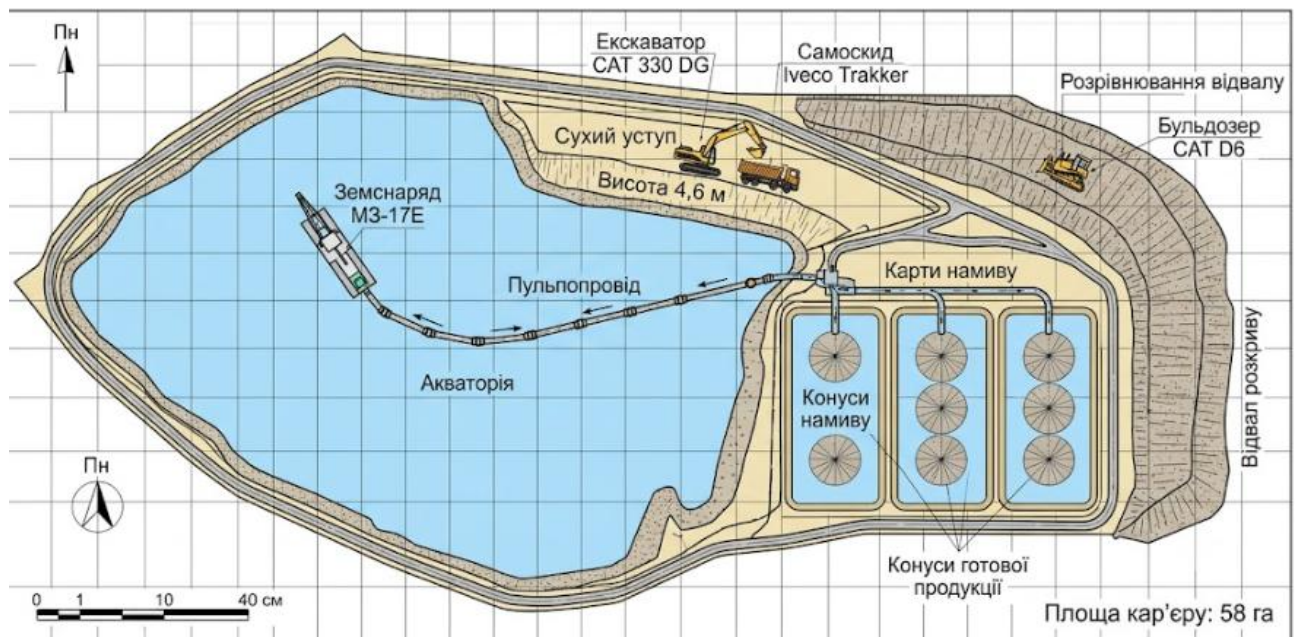


Рисунок 3.6. Схема розміщення гірничого обладнання в кар'єрі

Прийнятий комплекс техніки має 15% резерв продуктивності, що дозволяє компенсувати зупинки на технічне обслуговування та планово-попереджувальні ремонти. Використання сучасних машин CAT та Iveco забезпечує питомі витрати дизельного палива на рівні не більше 0,45 л/м³ переміщеної гірничої маси, що позитивно впливає на собівартість видобутку.

3.4. Оцінка впливу на довкілля та заходи з рекультивації порушених земель під водойму

Проведення планованої діяльності з видобутку піщано-гравійної сировини на Борисівській ділянці супроводжується техногенним впливом на основні компоненти навколишнього середовища. Оцінка цього впливу виконана згідно з вимогами Закону України «Про оцінку впливу на довкілля» та охоплює атмосферне повітря, водне середовище, ґрунти, біорізноманіття та соціальну сферу.

Вплив на атмосферне повітря. Основними джерелами забруднення є двигуни внутрішнього згоряння гірничої техніки (екскаватори, самоскиди, бульдозери) та процеси пилоутворення. При роботі комплексу САТ та Iveco в повітря виділяються азоту діоксид, вуглецю оксид, сажа та ангідрид сірчистий. Окрім цього, під час відсипання карт наживу та руху транспорту утворюється неорганізований викид пилу (зважені речовини). Розрахунки розсіювання показують, що на межі санітарно-захисної зони (50 м) концентрації забруднюючих речовин не перевищують 0,9 ГДК, що є допустимим показником. Для мінімізації впливу передбачено використання поливомийної машини на внутрішніх дорогах та суворе дотримання графіків ТО техніки.

Вплив на водне середовище та ґрунти. Оскільки видобуток ведеться земснарядом у замкненому циклі оборотного водопостачання, прямий скид стічних вод у поверхневі водойми (річка Сошень) відсутній. Ризики для підземних вод пов'язані виключно з можливим витокom паливно-мастильних матеріалів. Для їх нівелювання автозаправний блок-пункт розміщується на підготовленому майданчику з твердим покриттям та системою збору дощових стоків у септик. Вплив на ґрунти полягає у їх механічному видаленні, проте цей процес є зворотним завдяки селективному зняттю та збереженню родючого шару.

Рекультивація порушених земель. Після завершення відпрацювання запасів (або окремих черг кар'єру) передбачено проведення гірничотехнічної та біологічної рекультивації. Враховуючи високий рівень ґрунтових вод, найбільш

раціональним напрямком відновлення земель визначено **водогосподарський (створення водойми)**.

Процес рекультивації включає наступні етапи:

1. **Технічний етап:** передбачає планування берегової лінії кар'єрної виїмки бульдозером Caterpillar D6 R2. Укоси бортів надводної частини приводяться до безпечного кута стійкості (не більше 30°). Проводиться демонтаж споруд проммайданчика, пульпопроводів та ліквідація карт намиву.

2. **Біологічний етап:** на вирівняні берегові схили наноситься раніше знятий та збережений ґрунтово-рослинний шар (ГРШ). Передбачається посів багаторічних трав та висадка вологолюбних дерев (верба, вільха) для стабілізації берегів та створення природного ландшафту.

3. **Заповнення та зарибнення:** чаша кар'єру природним шляхом заповнюється підземними водами, формуючи озеро площею понад 50 га з глибинами до 13 м. Дана водойма в майбутньому може бути використана для рекреаційних цілей або риборозведення.

Основні параметри об'єкта рекультивації наведено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Показники відновлення земель Борисівської ділянки

Найменування показника	Одиниця виміру	Значення
Загальна площа рекультивації	га	58,4
Площа дзеркала майбутньої водойми	га	57,1
Максимальна глибина озера	м	13,6
Середній кут уположених берегових схилів	град.	25-30
Об'єм ГРШ, що повертається на береги	тис. м ³	понад 140

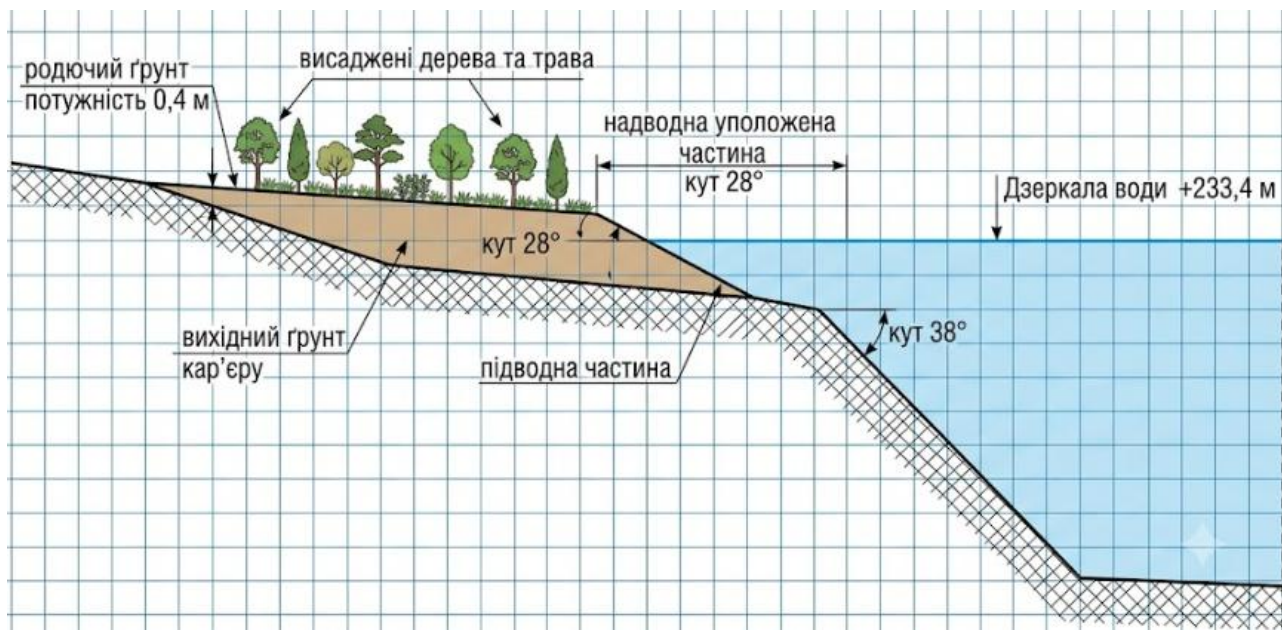


Рисунок 3.7 План рекультивації кар'єрного поля (післяексплуатаційний стан)



Рисунок 3.8. Схематичний профіль рекультивованого борту водойми

Реалізація заходів із рекультивації дозволяє не лише компенсувати втрати природних угідь, а й створити новий цінний елемент екосистеми району, що сприятиме підвищенню біорізноманіття та покращенню мікроклімату території.

3.5. Основні техніко-економічні показники проєкту розробки

Завершальним етапом проектування гірничо-технічного комплексу на Борисівській ділянці є узагальнення техніко-економічних показників (ТЕП), які визначають масштаб виробництва, тривалість експлуатації родовища та ефективність використання ресурсів. Розрахунок показників базується на прийнятій річній потужності 700 тис. м³ готової продукції та обґрунтованій комбінованій системі розробки.

Проєктна потужність та термін служби. При інтенсивності відпрацювання 700 тис. м³ на рік та наявності промислових запасів у обсязі 3651,3 тис. м³, термін активної експлуатації кар'єру становить понад 5 років. Враховуючи можливість поетапного розширення видобутку та дорозвідки глибоких горизонтів, загальний період функціонування підприємства може бути пролонгований. Режим роботи кар'єру прийнято переривчастим: 5 днів на тиждень у дві зміни по 8 годин, що забезпечує 250 робочих днів на рік.

Ефективність використання надр. Завдяки застосуванню земснаряду МЗ-17Е вдалося досягти високого коефіцієнта вилучення корисної копалини. Технологічні втрати мінімізовані до 6,16%, що є низьким показником для обводнених родовищ. Експлуатаційний коефіцієнт розкриву 0,206 м³/м³ свідчить про те, що на кожний видобутий кубометр піску припадає лише 0,2 м³ розкритих порід, що забезпечує низьку собівартість підготовчих робіт.

Зведені техніко-економічні показники проєкту наведено в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

Основні техніко-економічні показники розробки родовища

Найменування показника	Одиниця виміру	Значення
Промислові видобувні запаси	тис. м ³	3651,3
Проєктна річна потужність	тис. м ³	700,0
Термін експлуатації (мінімальний)	років	5,2
Режим роботи (днів на рік)	днів	250

Кількість робочих змін на добу	зміни	2
Чисельність промислово-виробничого персоналу	осіб	12
Питома витрата палива (комплекс CAT+Iveco)	л/м ³	0,45
Встановлена потужність електрообладнання	кВт	450
Площа земельного відводу	га	58,4
Коефіцієнт розкриву (експлуатаційний)	м ³ /м ³	0,206

Соціально-економічне значення. Реалізація проєкту забезпечує створення 12 нових робочих місць для мешканців Плужненської громади. Окрім прямого економічного ефекту у вигляді податкових надходжень до місцевого бюджету, підприємство створює сировинну базу для регіональних дорожньо-будівельних організацій, що знижує витрати на логістику при реалізації інфраструктурних проєктів у Хмельницькій області.

Економічна стабільність об'єкта також підкріплюється низькими витратами на збагачення: первинна класифікація (відокремлення гравію) відбувається безпосередньо в процесі гідронамиву, що виключає потребу у капітальних інвестиціях у будівництво сортувального заводу. Таким чином, обрана технологічна схема забезпечує максимальний прибуток при мінімальному техногенному навантаженні на довкілля.

3.6. Висновки до Розділу 3

На основі комплексного аналізу технічного забезпечення, екологічної безпеки та розрахунку техніко-економічних показників промислової розробки Борисівської ділянки, зроблено такі висновки:

1. **Технологічний цикл видобутку** організовано за принципом потокового виробництва, де виїмка сировини земснарядом інтегрована з процесом первинного збагачення (відокремлення гравійної складової) безпосередньо під час наміву. Це дозволяє отримувати два види товарної продукції — збагачений будівельний пісок та гравій — без капітальних витрат на будівництво стаціонарних сортувальних установок.

2. **Інженерна система водокористування** базується на замкненому оборотному циклі. Використання чаші кар'єру одночасно як джерела технологічної води для земснаряду та як акумулятора освітлених стоків із карт наміву забезпечує збереження гідрологічного режиму району та виключає скид забруднених вод у поверхневі водойми.

3. **Обраний комплекс гірничої техніки**, що включає електричний земснаряд МЗ-17Е та мобільне обладнання Caterpillar і Iveco, повністю відповідає проєктній потужності кар'єру 700 тис. м³/рік. Технічний парк має 15% резерв продуктивності, що гарантує стабільність видобутку за різних гірничо-геологічних умов та мінімізує питомі витрати паливно-енергетичних ресурсів.

4. **Екологічна стратегія проєкту** передбачає мінімальний техногенний вплив на довкілля, що підтверджено розрахунками розсіювання викидів (не перевищують 0,9 ГДК). Найбільш раціональним способом відновлення території визначено водогосподарську рекультивацію. Створення штучної водойми площею 57,1 га з уположеними берегами дозволить повернути порушені землі у господарський обіг як об'єкт рекреаційного та рибогосподарського призначення.

5. **Техніко-економічні показники** підтверджують високу ефективність проєкту. Низький експлуатаційний коефіцієнт розкриву ($0,206 \text{ м}^3/\text{м}^3$) у поєднанні з потоковою технологією забезпечують низьку собівартість сировини та швидку окупність інвестицій при мінімальному терміні експлуатації родовища понад 5 років.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИДОБУТКУ ПІЩАНО-ГРАВІЙНОЇ СИРОВИНИ

4.1. Організація безпечних умов праці та засоби індивідуального захисту працівників кар'єру

Забезпечення безпечних умов праці при розробці Борисівської ділянки є пріоритетним завданням ТОВ «Борисівський кар'єр». Система управління охороною праці (СУОП) на підприємстві розробляється відповідно до Закону України «Про охорону праці», Кодексу цивільного захисту та «Правил охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом».

Враховуючи специфіку комбінованої системи розробки (поєднання наземної екскавації та підводного видобутку земснарядом), організація безпеки базується на таких ключових принципах:

1. **Професійний добір та навчання:** До виконання гірничих робіт допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд, спеціальне навчання та інструктаж (вступний, первинний на робочому місці, повторний). Машиністи екскаваторів Caterpillar 330 DG та мотористи земснаряду МЗ-17Е повинні мати посвідчення на право керування відповідними установками та допуск до роботи з електроустановками напругою до 1000 В.

2. **Зонування території:** Територія гірничого відводу площею 58,4 га огорожується попереджувальними знаками («Стороннім вхід заборонено», «Небезпечна зона»). Межі призми обвалення бортів кар'єру та зони роботи земснаряду маркуються віхами. Особлива увага приділяється акваторії кар'єру, де встановлюються плавучі знаки, що обмежують підхід людей та плавзасобів до працюючого агрегату.

3. **Забезпечення засобами індивідуального захисту (ЗІЗ):** Весь персонал забезпечується спецодягом та засобами захисту відповідно до чинних норм. Перелік необхідних ЗІЗ для основних категорій працівників наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Перелік засобів індивідуального захисту для працівників кар'єру

Посада / Професія	Основний комплект ЗІЗ	Додаткові засоби захисту
Машиніст екскаватора	Костюм бавовняний, каска, рукавиці	Навушники протишумові, респіратор
Машиніст земснаряду	Спецкостюм, каска, спецвзуття	Рятувальний жилет (обов'язково), діелектричні рукавички
Водій самоскида Ivesco	Комбінезон, захисне взуття	Жилет сигнальний (світловідбиваючий)
Бульдозерист	Костюм захисний, каска	Захисні окуляри (при роботі в пилу)

Вимоги безпеки при роботі з технікою САТ та земснарядом:

- **Для наземної техніки:** Забороняється робота екскаватора та бульдозера Caterpillar під «козирками» бортів та у межах призми можливого зсуву. Відстань від бровки уступу до гусениць машини повинна бути не менше 1,5 м. Рух самоскидів Ivesco Trakker територією кар'єру дозволяється лише за встановленими маршрутами зі швидкістю не більше 10 км/год.
- **Для гідромеханізованих установок:** Оскільки земснаряд МЗ-17Е живиться від електромережі, особлива увага приділяється цілісності ізоляції кабелів, що прокладені на понтонах. Забороняється перебування людей на плавучому пульпопроводі під час роботи насоса. Кожна зміна починається з перевірки справності заземлення та систем аварійної зупинки.

Схема небезпечних зон та правила безпеки: Екскаватор CAT 330 DG та самоскид Iveco Trakker

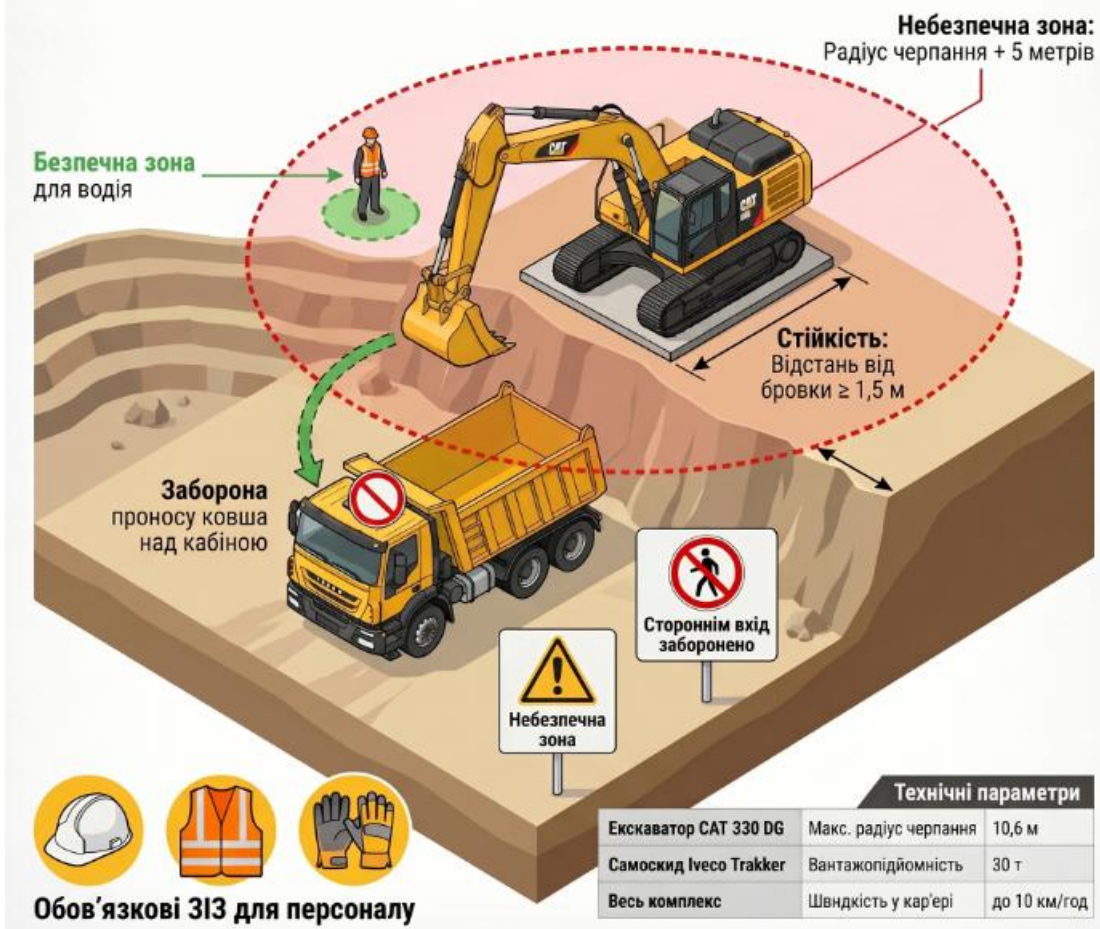


Рисунок 4.1 Схема небезпечних зон при роботі екскаватора та самоскида

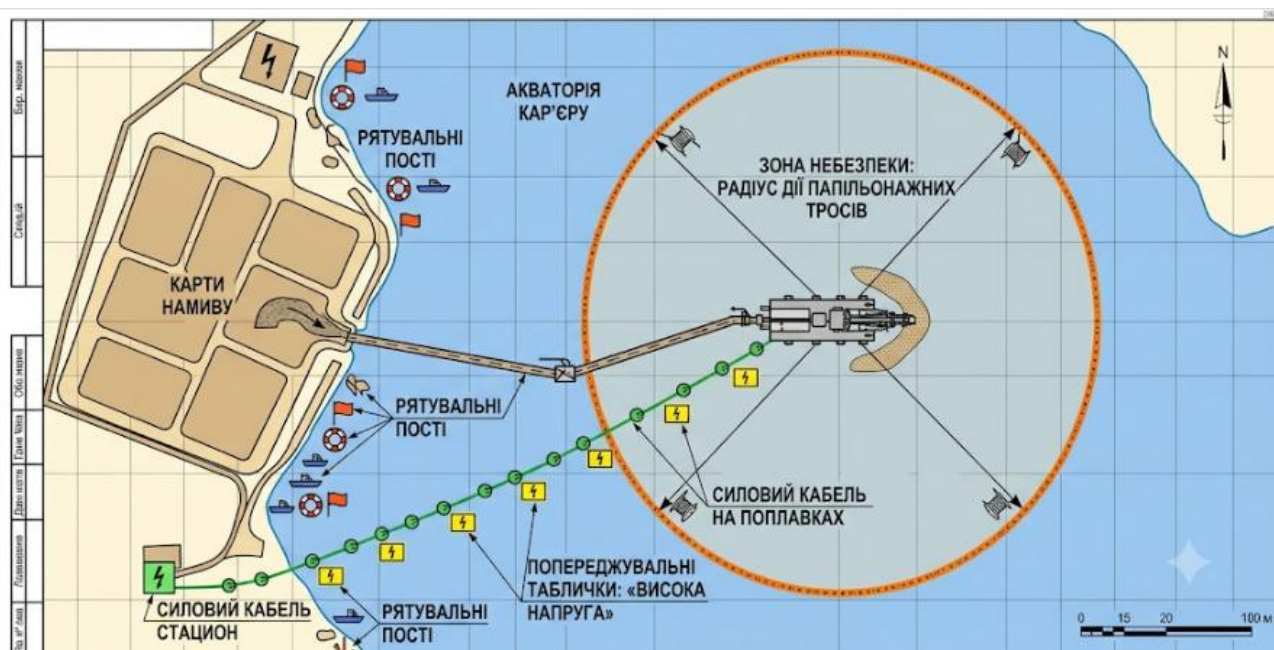


Рисунок 4.2. Схема безпечного розміщення засобів гідромеханізації

Організація безпеки на картах наміву передбачає щозмінний огляд дамб обвалування. У нічний час про робочі площадки, під'їзні шляхи та місця перевалки продукції забезпечуються штучним освітленням із рівнем освітленості не менше 10 лк для загальних територій та 30 лк у зоні вибоїв.

Для оперативного управління безпекою на об'єкті впроваджується система радіозв'язку між диспетчером, машиністами та водіями, що дозволяє миттєво зупинити роботи у разі виникнення загрози аварійної ситуації.

4.2. Вимоги безпеки при експлуатації екскаваторної техніки та засобів гідромеханізації

Експлуатація потужного гірничого комплексу на Борисівській ділянці, що включає мобільну техніку Caterpillar та електричний земснаряд, вимагає суворого дотримання технологічної дисципліни. Основним нормативним документом, що регламентує ці процеси, є НПАОП 0.00-1.24-10 «Правила охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом».

Безпека при роботі екскаваторної та допоміжної техніки. Виїмка розкривних порід та сухих пісків екскаватором Caterpillar 330 DG пов'язана з ризиками обвалення бортів та перекидання техніки. Для запобігання нещасним випадкам встановлюються такі вимоги:

1. **Геометричні параметри вибою:** Екскаватор повинен розміщуватися на твердій, спланованій основі. Відстань від бровки уступу до найближчої гусениці машини має становити не менше 1,5 м. Забороняється робота під «козирками» (нависаючими масивами) та поблизу тріщин розриву, що можуть свідчити про початок зсувних процесів.

2. **Навантажувальні операції:** Радіус небезпечної зони екскаватора визначається як максимальний радіус черпання плюс 5 метрів. Під час завантаження самоскидів Iveco Trakker AD410 ківш не повинен проходити над кабіною водія. Очікування навантаження водіями дозволяється лише за межами радіуса дії стріли.

3. **Експлуатація бульдозера:** Бульдозер Caterpillar D6 R2 при формуванні дамб обвалування та відвалів не повинен підходити до краю укосу ближче ніж на 1 метр (по краю ножа). Спуск та підйом по схилах дозволяється під кутом, що не перевищує паспортні дані установки (до 25-30°).

Безпека при експлуатації засобів гідромеханізації. Робота земснаряду МЗ-17Е характеризується специфічними ризиками: ураження електричним струмом, падіння у воду та розрив напірних трубопроводів.

- **Електробезпека:** Оскільки земснаряд живиться напругою 0,4 кВ (встановлена потужність 400 кВт), силова кабельна лінія повинна бути прокладена на надійних поплавках. Забороняється експлуатація кабелів із пошкодженою ізоляцією. Корпус земснаряду та все електрообладнання підлягають обов'язковому заземленню через нульову жилу кабелю та додатковий контур на березі.

- **Водна безпека:** Весь персонал, що знаходиться на борту земснаряду або обслуговує плавучий пульпопровід, зобов'язаний постійно носити застібнуті рятувальні жилети. На борту обов'язково наявні рятувальні круги та човен з веслами.

- **Гідравлічна безпека:** Робочий тиск у пульпопроводі (діаметром 300 мм) створює значне навантаження на з'єднання. Щозмінно проводиться огляд фланців та понтонів. При виявленні витoku пульпи насос ГрАУ-1600/25 негайно зупиняється.

Ключові параметри безпечної експлуатації обладнання зведені у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Регламент безпечних відстаней та режимів роботи техніки

Вид техніки / Споруда	Параметр безпеки	Значення
Екскаватор CAT 330 DG	Мінімальна відстань до бровки уступу	1,5 м
Самоскид Ivesco Trakker	Швидкість руху в межах кар'єрного поля	10 км/год
Земснаряд МЗ-17Е	Безпечна відстань до папільонажних тросів	10,0 м
Пульпопровід	Максимальний допустимий кут вигину секцій	15 град.
Дамба карти наживу	Мінімальна ширина берми безпеки	3,0 м

Для оперативного реагування на позаштатні ситуації на підприємстві розроблено План ліквідації аварій. Основні сценарії та дії персоналу наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3

Сценарії надзвичайних ситуацій та заходи реагування

Тип події	Першочергові дії	Відповідальна особа
Загроза зсуву борту кар'єру	Зупинка робіт, відвід техніки за межі призми обвалення	Машиніст, майстер
Пожежа в моторному відсіку	Локалізація вогню вогнегасником, вимкнення маси	Екіпаж машини
Розрив пульпопроводу	Негайне відключення ґрунтового насоса земснаряду	Машиніст (моторист)
Пошкодження силового кабелю	Повне знеструмлення ділянки з РП-0,4 кВ	Черговий електрик
Падіння працівника у воду	Подача рятувального круга, надання першої допомоги	Весь персонал

Усі робочі місця забезпечуються аптечками першої медичної допомоги та сертифікованими засобами пожежогасіння (вуглекислотними та порошковими вогнегасниками). Суворе дотримання вищезазначених вимог дозволяє звести до мінімуму ймовірність виробничого травматизму та аварій обладнання.

4.3. Заходи із запобігання надзвичайним ситуаціям та ліквідації аварій при веденні відкритих гірничих робіт

Діяльність з видобутку корисної копалини на Борисівській ділянці класифікується як об'єкт з помірним ступенем ризику. Організація заходів цивільного захисту (ЦЗ) та запобігання надзвичайним ситуаціям (НС) здійснюється відповідно до Кодексу цивільного захисту України та спрямована на захист персоналу, навколишнього середовища та матеріальних цінностей підприємства.

Класифікація потенційних загроз. Враховуючи гірничо-геологічні умови та технічне оснащення кар'єру, основними джерелами виникнення НС є:

1. **Техногенні загрози:** пожежі на транспортних засобах Caterpillar та Івесо, аварії на електромережах напругою 0,4 кВ, розливи паливно-мастильних матеріалів (ПММ) на промисловому майданчику, руйнування дамб карт наживу.
2. **Природні загрози:** екстремальні погодні явища (сильні зливи, буревії, весняне водопілля), що можуть призвести до неконтрольованого підвищення рівня води в кар'єрі та підтоплення техніки.

Профілактичні та організаційні заходи. Для мінімізації ризиків на об'єкті впроваджується комплексний підхід, що включає:

- **Моніторинг стану об'єктів:** щоденний огляд стійкості бортів кар'єру та цілісності обвалування карт наживу. Особлива увага приділяється місцям прокладання напірного пульпопроводу та силового кабелю земснаряду МЗ-17Е.
- **Протипожежний захист:** всі мобільні споруди (вагончики АПК) та гірничо-технічна забезпечуються первинними засобами пожежогасіння. Автозаправний блок-пункт оснащується пожежним щитом та запасом піску (не менше 0,5 м³).
- **Охорона навколишнього середовища:** запобігання розливам нафтопродуктів забезпечується встановленням піддонів у місцях можливого витоку та наявністю запасу абсорбентів (піску, тирси).

Оповіщення та цивільний захист. Для оперативного інформування персоналу про загрозу НС використовується система мобільного та радіозв'язку. У разі виникнення НС транскордонного масштабу або загрози для населення с. Борисів (0,2 км від об'єкта), підприємство негайно інформує чергові служби ДСНС та Плужненську територіальну громаду.

План дій у разі виникнення НС передбачає:

1. Негайну зупинку всіх видів робіт та відключення енергопостачання земснаряду.
2. Евакуацію персоналу в безпечну зону (південно-східна частина ділянки, район АПК).
3. Застосування первинних засобів ліквідації аварії (гасіння пожежі, локалізація розливу).
4. Зустріч та супровід підрозділів ДСНС до місця події.

Виконання вищезазначених заходів забезпечує високий рівень готовності підприємства до викликів техногенного та природного характеру, мінімізуючи можливі збитки та гарантуючи збереження життя і здоров'я працівників.

4.4. Висновки до Розділу 4

На основі проведеного аналізу заходів з охорони праці, промислової безпеки та цивільного захисту при розробці Борисівської ділянки піщано-гравійного родовища, можна зробити такі висновки:

1. **Створена система управління охороною праці (СУОП)** на об'єкті повністю відповідає вимогам Закону України «Про охорону праці» та профільним правилам безпеки для відкритих гірничих робіт. Вона передбачає комплексний підхід: від професійного навчання та щозмінних інструктажів персоналу до встановлення чітких меж небезпечних зон на території кар'єрного поля та промислового майданчика.

2. **Технологічна безпека адаптована до комбінованої схеми видобутку.** Для наземної техніки Caterpillar та Iveco встановлено регламенти безпечних відстаней від бровки уступу (не менше 1,5 м) та швидкості руху. Для гідромеханізованої ланки (земснаряд МЗ-17Е) пріоритет надано електробезпеці (заземлення установок 0,4 кВ) та водній безпеці (обов'язкове використання рятувальних засобів на борту та пульпопроводах).

3. **Забезпечення персоналу засобами індивідуального захисту (ЗІЗ)** виконано з урахуванням специфіки кожної професії. Машиністи та мотористи забезпечені сертифікованим спецодягом, взуттям, а за потреби — засобами захисту органів слуху та дихання, що мінімізує вплив шкідливих виробничих факторів (шум, пил, вібрація).

4. **Впроваджено дієву систему цивільного захисту та запобігання НС.** Розроблений План ліквідації аварій охоплює найбільш ймовірні сценарії: від загрози зсуву бортів кар'єру до розриву напірних пульпопроводів та пожеж на техніці. Наявність необхідного аварійного інвентарю та систем оповіщення забезпечує високу готовність до реагування, враховуючи близькість села Борисів (0,2 км).

5. **Комплекс прийнятих заходів** дозволяє характеризувати проєктовану діяльність як таку, що забезпечує допустимий рівень ризику для

життя і здоров'я працівників, гарантуючи при цьому збереження матеріальних цінностей підприємства та стабільність технологічного процесу.

ВИСНОВКИ

На основі проведеного дослідження та розробленого проєкту промислової розробки **Борисівської ділянки піщано-гравійного родовища**, відповідно до поставленої мети та завдань, зроблено такі загальні висновки:

1. **Обґрунтовано актуальність та правову базу проєкту.** Борисівська ділянка площею **58,4 га**, що розташована у Шепетівському районі Хмельницької області, є перспективним об'єктом для видобутку будівельних матеріалів. Підприємство забезпечене необхідною дозвільною документацією (Спеціальний дозвіл № 5560 від 03.11.2023 р.) для організації сучасного гірничо-видобувного комплексу.

2. **Визначено параметри сировинної бази.** Продуктивна товща представлена флювіогляціальними пісками та гравійно-піщаними породами потужністю до **13,6 м**. Промислові видобувні запаси в обсязі **3651,3 тис. м³** забезпечують стабільну роботу кар'єру протягом понад 5 років при проєктній річній продуктивності **700 тис. м³**. Сировина є радіаційно безпечною (І клас) і придатною для всіх видів будівництва без обмежень.

3. **Обґрунтовано вибір комбінованої системи розробки.** Враховуючи високий рівень залягання ґрунтових вод, прийнято найбільш технологічно ефективну схему: **транспортну** (виїмка розкриву та сухої частини пісків екскаватором Caterpillar 330 DG) та **спеціальну гідромеханізовану** (видобуток понад 80% запасів земснарядом МЗ-17Е). Це дозволяє відмовитися від примусового водовідливу та зберегти гідрологічний баланс території.

4. **Розроблено раціональний технологічний цикл.** Впровадження системи первинного збагачення (відокремлення гравію фракції +5 мм) безпосередньо у процесі гідронамиву дозволяє отримувати якісну продукцію з мінімальними витратами. Застосування **замкненого циклу оборотного водопостачання** із використанням кар'єрної виїмки як акумулятора виключає скид забруднених вод у відкриті водойми.

5. **Доведено екологічну та економічну ефективність.** Завдяки сприятливому експлуатаційному коефіцієнту розкриву (**0,206 м³/м³**) та високій

продуктивності техніки досягається низька собівартість видобутку. Екологічна стратегія проєкту передбачає повну рекультивацію порушених земель шляхом створення штучної водойми (озера) площею **57,1 га**, що відповідає принципам сталого природокористування.

6. Гарантовано промислову безпеку. Розроблена система управління охороною праці та заходи цивільного захисту забезпечують допустимий рівень ризику для персоналу. Технічні рішення враховують специфіку роботи як наземної техніки Caterpillar, так і електричних плавучих установок, що гарантує високу виробничу дисципліну та запобігання надзвичайним ситуаціям.

Реалізація проєкту дозволить створити нові робочі місця, забезпечити регіональний ринок високоякісною будівельною сировиною та перетворити відпрацьовані землі на цінний рекреаційний об'єкт.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

Законодавчі та нормативно-правові акти

1. Кодекс України про надра від 27.07.1994 № 132/94-ВР (зі змінами та доповненнями).
2. Земельний кодекс України від 25.10.2001 № 2768-ІІІ (зі змінами та доповненнями).
3. Водний кодекс України від 06.06.1995 № 213/95-ВР (зі змінами та доповненнями).
4. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25.06.1991 № 1264-ІІІ.
5. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 № 2694-ІІІ.
6. Закон України «Про охорону атмосферного повітря» від 16.10.1992 № 2707-ІІІ.
7. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-ІІІ.

Державні стандарти, санітарні та будівельні норми

8. НПАОП 0.00-1.24-10. Правила охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом.
9. ДБН В.1.1-31:2013. Захист територій, будинків і споруд від шуму.
10. ДСП 173-96. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів.
11. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.
12. НРБУ-97. Норми радіаційної безпеки України.
13. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія.
14. ДСТУ 3013-95. Гідросфера. Правила контролю за відведенням дощових і снігових стічних вод з територій міст і промислових підприємств.