

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет лісового господарства  
та екології  
Кафедра біоресурсів, аквакультури  
та природничих наук

Кваліфікаційна робота  
на правах рукопису

Гнатюк Олена Валентинівна  
(прізвище, ім`я, по батькові здобувача вищої освіти)

УДК 553.3/9 (477.42)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**Особливості збагачення ільменітових руд Межирічного родовища**  
(тема роботи)

103 «Науки про землю»  
(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

Науково-професійна робота містить результати власних досліджень.  
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на  
відповідне джерело)

---

підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти

Науковий керівник

Яременко Ольга Віталіївна  
(прізвище, ім`я, по батькові)

Кандидат геологічних наук  
(науковий ступінь)

## АНОТАЦІЯ

Гнатюк Олена Валентинівна – Особливості збагачення ільменітових руд Межирічного родовища. Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра за спеціальністю 103 – Науки про Землю – Поліський національний університет, Житомир, 2023 рік.

В роботі розглянуто перспективи покращення відсоткового складу ільменіту в готовій продукції гравітаційним та електромагнітним методом збагачення. Надано рекомендації по встановленню роторного сепаратору «Магніс» та концентраційного стола «Holman» в будівлю фабрики кар'єру № 7.

**Наукова новизна одержаних результатів:** вивчення технології збагачення титанових руд межирічного родовища за допомогою відкритого способу розробки Юрської ділянки.

**Практичне значення одержаних результатів:** Надано рекомендації методів доочищення чорнової концентрації ільменіту до концентрації готового продукту (з вмістом 95 – 98%).

**Обсяг роботи** - кваліфікаційна робота написана на 29 сторінках машинописного тексту. Дипломна робота складається з 3 розділів, 5 загальних висновків, списку використаних літературних джерел із 41 найменувань.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** кольорова металургія, філія «Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат», збагачення, ільменіт.

## ABSTRACT

Hnatyuk Olena Valentynivna - Peculiarities of beneficiation of ilmenite ores of the Mezhyrich deposit. Qualification work on manuscript rights.

Qualification work for obtaining a bachelor's degree in specialty 103 - Earth Sciences - Polish National University, Zhytomyr, 2023.

The paper considers the prospects of improving the percentage composition of ilmenite in finished products by gravity and electromagnetic enrichment methods. Recommendations were given for the installation of the rotary separator "Magnis" and the concentration table "Holman" in the building of the quarry factory No. 7.

The scientific novelty of the obtained results: the study of the technology of beneficiation of titanium ores of the Mezhyrica deposit using the open method of development of the Yura site.

Practical significance of the obtained results: Recommendations for methods of refining the rough concentration of ilmenite to the concentration of the finished product (with a content of 95-98%) are provided.

Scope of work - qualification work written on 29 pages of typewritten text. The thesis consists of 3 chapters, 5 general conclusions, a list of used literary sources from 30 items.

**KEY WORDS:** non-ferrous metallurgy, "Irshan Mining and Processing Plant" branch, beneficiation, ilmenite.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП.....</b>	<b>5</b>
<b>РОЗДІЛ 1 РОЗВИТОК КОЛЬОРОВОЇ МЕТЕЛУРГІЇ.....</b>	<b>7</b>
<b>1.1 Цілі, галузева структура та міжгалузеві зв'язки.....</b>	<b>7</b>
<b>1.2 Гірничо-добувна промисловість Житомирської області.....</b>	<b>8</b>
<b>РОЗДІЛ 2 ЕКСПЛУАТАЦІЯ ФІЛІЄЮ «ІРШАНСЬКИЙ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИЙ КОМБІНАТ».....</b>	<b>12</b>
<b>2.1. Розробка Юрської ділянки кар'єром № 7.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2. План відробки родовищ корисних копалин філією.....</b>	<b>18</b>
<b>РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЯ ЗБАГАЧЕННЯ ТИТАНОВИХ РУД МЕЖИРІЧНОГО РОДОВИЩА.....</b>	<b>22</b>
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>26</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>28</b>

## ВСТУП

Процеси переробки корисних копалин відомі людині декілька тисяч років. Ефективність використання корисної копалини залежить головним чином від вмісту в ній корисного компонента і наявності шкідливих домішок. Тому в більшості випадків корисні копалини піддаються спеціальній переробці з метою їхнього збагачення. Збагачення корисних копалин – це сукупність процесів первинної переробки мінеральної сировини з метою підвищення концентрації корисних компонентів шляхом їх відокремлення від порожньої породи і шкідливих домішок. Переробка корисних копалин здійснюється на збагачувальних фабриках, що сьогодні являють собою могутні високо механізовані підприємства зі складними технологічними процесами.

**Мета роботи** - вивчення методів збагачення ільменітового концентрату.

**Об'єкт дослідження** - методи покращення гранулометричного складу корисних копалин.

**Предмет дослідження** - вивчення методу збагачення за допомогою електромагнітного поля.

**Методи дослідження** - грохочення, знешламлення, зневоднення та гравітаційний методи використані при вивченні технологічного процесу збагачення ільменітового концентрату.

**Наукова новизна одержаних результатів** - вивчення відбору продуктів збагачення та проведення аналізу ефективності роботи технологічної схеми.

**Практичне значення одержаних результатів:** надано рекомендації щодо покращення ефективності гравітаційного методу збагачення.

**Апробація результатів досліджень:** за темою бакалаврських досліджень було опубліковано 2 тези на науково-практичних конференціях:

1. Гнатюк О.В. Характеристика вихідної сировини та чорнового концентрату Іршанського гірничо-збагачувального комбінату. О.В. Яременко,

М.В. Криницька, О.В. Гнатюк, В.О. Тітарев, В.В. Власюк IV Всеукр. наук.-практ. конф. «Водні і наземні екосистеми та збереження їх різноманіття»: зб. наук праць. –Житомир– 2023 С. 46-47 [2, 46-47].

2. Гнатюк О.В. Технологія збагачення пісків рідкісних металів О.В. Гнатюк IV Всеукр. наук.- практ. конф. «Водні і наземні екосистеми та збереження їх різноманіття»: зб. наук праць. –Житомир – 2022 С. 139-142 [1, 139-142].

**Основні положення що виносяться на захист:** Особливості збагачення ільменітового концентрата на Юрській ділянці Межирічного родовища.

**Ключові слова:** ільменіт, збагачення, корисні копалини.

## РОЗДІЛ 1

### РОЗВИТОК КОЛЬОРОВОЇ МЕТАЛУРГІЇ

#### 1.1 Цілі, галузева структура та міжгалузеві зв'язки.

Під розвитком металургії розуміється планомірний процес освоєння родовищ корисних копалин та освоєння на їхній основі нових підприємств, а також реконструкції та розширення промисловості на діючих підприємствах, у супроводі із підвищенням організаційно-технічного рівня галузі в цілому [26].

Метою цього розвитку є задоволення постійно зростаючих потреб народного господарства в кольорових, рідких та коштовних металах і виробках з них, поліпшення якості продукції, забезпечення найбільш повного комплексного використання мінерально-сировинних ресурсів, поліпшення всіх технічно-економічних показників, як в окремих підприємствах, так і у всій галузі в цілому, постійне підвищення ефективності виробництва з одночасним забезпеченням охорони навколишнього середовища від шкідливих викидів та відходів виробництва [11, 24].

Під галузевою структурою промислового виробництва розуміється науково обґрунтоване співвідношення у випуску різноманітних видів продукції кольорової металургії для задоволення потреб народного господарства й експорту на основі комплексного використання мінерально-сировинних ресурсів [20].

Кольорова металургія, яка є комплексною галуззю важкої промисловості, здійснює:

- Геологічну розвідку корисних копалин;
- Освоєння родовищ корисних копалин;
- Горні роботи по добутку корисних копалин;
- Збагачення корисних копалин;
- Металургійну переробку руд та концентратів;

- Виробництво сірчаної кислоти та іншої сірковмісної продукції на базі комплексного використання неметалевих компонентів сировини і подальше одержання з попутних продуктів мінеральних добрив, цементу тощо;
  - Переробку кольорових, рідких та коштовних металів і їхніх сплавів у вироби й полу фабрикатів;
  - Збір та переробку лома і відходів кольорових, рідких та коштовних металів;
  - Виробництво вуглеводної продукції на основі переробки нафтових і вугільних коксів;
  - Виробництво електроенергії для підприємств галузі, які знаходяться в окремих районах;
  - Виробництво машинобудівельної продукції;
  - Ремонтне виробництво по специфічному для галузі обладнанню;
- Побутове та житлово-комунальне обслуговування працівників кольорової металургії.

## **1.2 Гірничо-добувна промисловість Житомирської області**

У надрах Житомирської області залягають корисні копалини, переважна більшість яких приурочена до Українського щита. Кольорова металургія представлена видобутком і збагаченням титану, що міститься в ільменітовій руді [7,8,9].

Географія видобутку ільменіту подана такими країнами, як Австралія, Канада, Китай, Індія, Нова Зеландія, Норвегія, Південно-Африканська Республіка, Україна та США [31].

В Україні діє два підприємства, що виготовляють ільменітовий концентрат, це – філія ”Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат” та філія «Вільногірський гірничо-металургійний комбінат. Філія «Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат» і філія «Вільногірський гірничо-



металургійний комбінат» є монополістами по виробництву ільменітового концентрату. Філія „Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат” входить у десятку найкращих підприємств України [3, 9, 14].

Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат був створений з метою видобутку ільменітовий пісків та їх збагачення [27].

9 березня 1954 року Рада міністрів прийняла Постанову про організацію Іршанського розвідувально-експлуатаційного підприємства. 11 березня 1954 року виданий Наказ Міністерства кольорової металургії про будівництво Іршанського гірничо-збагачувального комбінату, в тому числі майбутнього Іршанська як робітничого селища [29].

8 серпня 1955 року був збудований дослідний кар’єр. У цьому ж 1955 році розпочато будівництво Іршанського гірничо-збагачувального комбінату. У лютому 1956 року була введена в експлуатацію дослідна 50-літрова драга, яка видала перші кілограми ільменітового концентрату, у 1960 році – драга №2 та доводочна фабрика №1.

Розпорядженням Київського №134 від 12 квітня 1961 року Іршанське розвідувально-експлуатаційне підприємство з 27 лютого 1961 року ліквідовано у зв’язку із закінченням будівництва комбінату. З цього дня наслідування Іршанського розвідувально-експлуатаційного підприємства передане Іршанському гірничо-збагачувальному комбінату.

У 1964 році почав будуватися, а в 1966 році став до дії кар’єр №1 для розробки родовища терасового розсипу, у 1970 році – Лемненський рудник із закінченим процесом видобутку і збагачення, у 1971 році – кар’єр №2, куди перенесені шляхом демонтажу драги і крокуюча екскаватори.

У 1991 році комбінат перейменований на Іршанський державний гірничо-збагачувальний комбінат.

За якість продукції власного виробництва комбінат отримав дві міжнародні нагороди: у травні 1998 року в Парижі та у жовтні 1999 року у Мадриді [36].

Постановою Кабінету Міністрів України від 28.03.1998 року №373 Іршанський державний гірничо-збагачувальний комбінат був реорганізований у Дочірнє підприємство «Іршанський державний гірничо-збагачувальний комбінат» Державної акціонерної компанії «Українські поліметали», як правонаступник Іршанського державного гірничо-збагачувального комбінату.

Згідно Указу Президента України від 07.07.2004 року № 765/2004, Державне підприємство «Іршанський державний гірничо-збагачувальний комбінат» було припинене шляхом передачі цілісного майнового комплексу у оренду Закритому акціонерному товариству «Кримський ТИТАН», яким на базі орендованого майна створено філію «Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат».

У вересні 2014 році закінчується оренда Іршанського гірничо-збагачувального комбінату і створюється нове підприємство – філія «Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат» Державного підприємства «Об'єднана гірничо-хімічна компанія».

Комбінатом ведуться роботи з освоєння нових родовищ ільменіту. Ведеться будівництво збагачувальної фабрики і кар'єру на Межирічному родовищі, що в перспективі дозволить компенсувати потужності по видобутку концентрату, що вибувають. У подальшій перспективі розглядається питання освоєння Стремигородського комплексного родовища апатитово-ільменітових руд [16].

Філія «Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат» завдяки цілеспрямованій роботі впевнено розвивається та збільшує обсяги виробництва. Спираючись на багаторічний досвід, з огляду на неухильно зростаючі вимоги до якості продукції, керівництво та інженерно-технічний склад працівників комбінату проводять модернізацію виробництва й удосконалюють технологічні процеси, що дозволяє підвищити обсяги видобутку та реалізації продукції. Комбінат є одним із найбільш енергомістких підприємств області. На виробництво щороку витрачаються десятки мільйонів кіловат-годин. Скорочення витрат на електроенергію є

досить актуальним питанням тому, що ринкова ціна коливається та вимагає нових підходів та рішень з метою економії енергоресурсів. Кілька років тому працівники відділу головного енергетика розрахували економічну доцільність запровадження нового обліку та разом з начальником виробничо-технічного відділу розробили і обчислили конкретні потреби електроенергії для кожного цеху. З грудня 2000 року комбінат перейшов на нову схему виробництва з метою скорочення витрат на енергоресурси. Вранці, коли ціна за кіловат-годину найвища, цехи зупиняються на профілактичний ремонт. Вночі, коли електроенергія найдешевша, виробництво працює з максимальною потужністю. Це нововведення вимагає більшої відповідальності, злагожденості та чіткості від робітників [10].

**Висновки до РОЗДІЛУ 1.** Кольорова металургія та інші сировинні галузі складають основу індустріальної міцності нашої країни, а її продукція сприяє науково-технічному прогресу практично у всіх галузях народного господарства. Це галузь важкої промисловості, підприємства якої видобувають, збагачують, виробляють та обробляють рідкісні й дорогоцінні метали та іншу мінеральну сировину.

## **РОЗДІЛ 2. ЕКСПЛУАТАЦІЯ МЕЖИРІЧНОГО РОДОВИЩА ФІЛІЄЮ «ІРШАНСЬКИЙ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИЙ КОМБІНАТ»**

### **2.1. Розробка Юрської ділянки кар'єром № 7.**

Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат – основний постачальник титанової сировини для хіміко-металургійного комплексу України. Це повністю сформоване для продуктивної роботи й подальшого розвитку підприємство, що виконує весь необхідний комплекс гірничо-збагачувальних робіт, починаючи з проектування, самого освоєння родовищ титанових руд та рекультивації порушених земель [12, 38].

Продукція – ільменітовий концентрат із вмістом 94,5 – 96,0 % ільменіту. Крім того, підприємство випускає кварцову посипку для будівельних робіт.

Основна діяльність – гірничо-експлуатаційні роботи та збагачення ільменітовмісних пісків з випуском ільменітового концентрату.

Іршанський ГЗК розташований у смт. Іршанськ Хорошівського району Житомирської області. Видобуток ільменітового концентрату почався в 1954 році Іршанською розвідувально-експлуатаційною партією, яка у 1961 році реорганізована в Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат [39].

Проектна виробнича потужність філії «Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат» по випуску товарного 42% ільменітового концентрату складає 460 тис. т. (300 тис. т. - фабрика №3 + 160 тис. т. – фабрика №1), а проектна виробнича потужність по переробці чорнових концентратів складає 520 тис. т. (324 тис. т. – фабрика №3 + 196 тис. т. – фабрика №1).

Межирічне родовище ільменіту експлуатується з 2000 р. філією «Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат» в межах ділянки надр, на яку у підприємства є пакет дозвільних документів – спеціальний дозвіл на користування надрами № 6027 від 11.02.2015 р., Угоди № 6027 від 17.07.2019 р. про умови користування надрами, акт про надання гірничого відводу.

За результатами виконаних геологорозвідувальних робіт встановлені якісні показники корисних копалин, геологічна будова та розроблена схема збагачення.

До Межирічного родовища входять п'ять ділянок: Осінова, Юрська, Середня, Ємлівська та Букінська.

Запаси Букінської ділянки, яка у 1959 році вважалась окремим родовищем, вперше були затверджені протоколом № 2757. За результатами детальних геологорозвідувальних робіт 1976-77 рр. запаси руд ділянки переоцінені та затверджені протоколом № 1246 від 23.03.1977 р.

З часу затвердження запасів Межирічного родовища минуло понад 50 років. За цей період внаслідок експлуатаційної розвідки окремих ділянок родовища з'явилися нові геологічні дані, які дозволили уточнити морфологію покладів, особливості розподілу корисної копалини і підвищити достовірність підрахунку запасів. Накопичення на сьогодні значних об'ємів нової геологічної інформації в результаті експлуатаційної розвідки періоду 1995-2017 рр. та видобувних робіт – все це стало підставою для виконання геолого-економічної переоцінки запасів Межирічного родовища.

Нині «Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат» видобуває титанові руди Межирічного родовища запаси яких затверджені Протоколом № 4419-ДСК від 14-25 червня 2018 р. Межирічне родовище ільменіту в адміністративному відношенні розташоване на території Хорошівського, Коростенського та Малинського районів Житомирської області України.

Межирічне родовище ільменіту знаходиться у межиріччі р. Ірша та її правої притоки – р. Тростяниця, в районі смт Іршанськ. Розробка ведеться відкритим способом на Юрській ділянці кар'єром №7. Технологічна схема збагачення фабрики розроблена службою головного збагачувача Іршанського гірничо-збагачувального комбінату. Фабрика введена в експлуатацію у січні 2000 році. Проектна продуктивність фабрики дозволяє переробляти вихідні піски у кількості 850 тис. м<sup>3</sup>/рік. Погодинна продуктивність фабрики дорівнює 200,0 т/год. Кількість робочих днів на рік складає 345 при безперервному

режимі роботи. Кількість годин роботи на рік складає 6 900. Проектна схема збагачення отримання чорнового концентрату з вмістом ільменіту не менше 70,0%, оксиду титану (IV) – від 55,0 до 64,0%. Загальне вилучення ільменіту в чорновий концентрат на рівні 80,0%. Проектом передбачається відпрацювання кар'єром №7 запасів Юрської ділянки Межирічного родовища.

В геологічній будові Межирічного родовища приймають участь різні за віком континентальні та морські відклади, залягаючі на каоліновій корі вивітрювання основних порід Вол.–Волинського масиву Коростенського інтрузивного комплексу. Рудні (титаноносні) поклади пов'язані із ільменітовими розсипами – продуктами вивітрювання анортозитів, габро-анортозитів, габро-перидотитів та перевідкладення ільменіту в результаті діяльності водних та водно-льодовикових потоків.

Геологічний розріз представлений зверху вниз:

- розкривні породи спільнозалягаючої корисної копалини представлені торф'яно-піщанистим шаром (0,5 м);
- спільнозалягаючою корисною копалиною ділянки є алювіальні піски (1,0 – 9,5 м);
- породи розкриву представлені дрібнозернистими пісками, рідше – супісками та різнозернистими пісками (1,0 – 21,0 м);
- дорозкривні породи, які іноді входять і в промисловий пласт: піщано-кременистий горизонт, доволі витриманої потужності (1,0–3,0 м);
- продуктивний пласт представлений, головним чином, вторинними каолінами (іноді записоченими) та різнозернистими пісками (каоліністими), іноді зустрічаються піски глауконітові (1,0–21,0 м);
- кора вивітрювання габро-лабрадориту та габро-анортозиту, яка представлена каоліном первинним, слугує плотіком розсипу і на окремих локальних ділянках має підвищений вміст ільменіту (0,5 – 7,0 м);
- нижче по розрізу залягають вивітрені породи габро та лабрадориту Володарсько-Волинського комплексу.

Середня потужність промислового пласту, на даній ділянці родовища складає 7,3 м.

Вміст ільменіту в продуктивних відкладах змінюється від 16,8 до 797,4 кг/м<sup>3</sup> і в середньому становить 116,2 кг/м<sup>3</sup>.

При збагаченні промислових пісків вихід зернистої маси (за даними розвідувального опробування) складає 10,8 – 79,0 % і має середнє значення 45,3 %.

Породоутворюючими мінералами слугують кварц, каолініт та польовий шпат. Основним рудним мінералом є ільменіт, а супутніми – рутил, циркон, апатит, магнетит, сидерит, марказит та інші, що містяться в незначних кількостях.

Відпрацювання пісків проводиться екскаваторно-гідравлічним способом. Розкривні та видобувні роботи, подача пісків проводиться крокуючими екскаваторами ЕК-10/60, ЕК-10/70 та ЕК-11/70.

Використання великої кількості води при веденні технологічного процесу та експлуатація електрообладнання на фабриці кар'єру №7, вимагають особливих правил дотримання техніки безпеки. До них відноситься:

1. Попереднє навчання та інструктажі з техніки безпеки.
2. Огорожа всіх рухомих частин машин, які становлять небезпеку.
3. Застосування різних пристроїв і захисних засобів, що запобігають розбризкуванню води, пульпи і потрапляння їх на електрообладнання.
4. Своєчасний ремонт пульповодів, течі, жолобів.
5. Спостереження за справністю допоміжних вмикаючих, вимикаючих та заземлюючих пристроїв.
6. Підтримка робочих місць в чистоті.
7. Опалення та вентиляція.
8. Нормальна освітленість робочих місць.
9. Виконання правил експлуатації виробничого обладнання та електроустановок.

10. Уміння надавати першу допомогу при нещасних випадках на виробництві.

11. Виконання заходів щодо забезпечення пожежної безпеки.

В процесі збагачення на фабриці кар`єру №7 отримують чорновий концентрат, який далі відвантажується на збагачувальну фабрику №3 для отримання товарного ільменітового концентрату.

Якість чорнового концентрату повинна відповідати наступним вимогам:

- вміст ільменіту – не нижче планового вмісту 70,0%;
- вміст сидериту – не більше 4,0%;
- вміст оксиду титану (IV) в ільменіті – визначається щомісячними та річними планами цеху, затвердженими в встановленому порядку;
- вміст вологи у відвантаженому чорновому концентраті – не більше 10%;
- наявність сторонніх предметів не допускається.

Контроль технологічного процесу виконується з метою визначення вмісту ільменіту та оксиду титану (IV) в продуктах збагачення; визначення речового складу продуктів збагачення; контролю якості та кількості відвантаженого чорнового концентрату і залишків незавершеного виробництва.

Відбір проб виконується за допомогою автоматичних пробовідбірників АП-1 з періодичністю 15 хвилин, методом поперечного перетину потоку, і вручну, при неможливості організувати механізований відбір продуктів.

Відповідальність за правильність відбору проб, оброблення та зберігання проб несуть пробовідбірники відділу технічного контролю, які здійснювали відбір проб. Всі проби після розробки, скорочуються і відправляються на аналіз в центральну лабораторію філії. Дублікати змінних проб зберігаються на протязі місяця. Дублікати місячних проб зберігаються до кінця поточного року і використовуються для складання річної проби.

Для отримання даних, що використовуються при розрахунку балансу, змінні проби виконуються на вміст ільменіту (та інше за необхідністю). З



дублікатів змінних проб складаються проби за місяць, які виконуються на вміст ільменіту, оксиду титану (IV) в очищеному ільменіті, ситовий аналіз, повний мінералогічний аналіз та насипну вагу.

Для визначення вмісту оксиду титану (IV) в очищеному ільменіті, оксиду титану (IV) і оксиду фосфору (V) в електромагнітній фракції, складається накопичувальна проба чорнового концентрату за п'ять днів.

Чорновий концентрат складається в котлован, який розміщений поблизу будови фабрики і відвантажується на збагачувальну фабрику за вказівкою начальника служби головного збагачувача філії.

Облік залишків незавершеного виробництва на кар'єрі подекадно виконується маркшейдерським заміром, а в кінці місяця комісією в складі: начальника кар'єру, головного інженера та маркшейдера.

Електроенергія в кар'єр надходить по повітряній лінії з системи Житомиробленерго на підстанцію «Юрська» 35/6 кВ, звідти по фідерам №10 та №13 подається на фабрику.

Загальна споживана потужність фабрики, з урахуванням подачі пісків гідротранспортом, складає 876 тис. кВт на місяць.

Загальна витрата електроенергії на збагачення 1 тонну пісків, що переробляються, складає 8,2 кВт/год, а на 1 тонну переробки по цеху – 14,0 кВт/год. Загальна витрата електроенергії в місяць на збагачення пісків, що переробляються, по фабриці складає 2181 тис. кВт/год. Освітлення фабрики виконано напругою 220 В. Промисловий майданчик фабрики освітлюється світильниками з енергозберігаючими лампами LED потужністю 100 Вт.

Блискавкозахист фабрики виконано за проектом зі стрижневими громовідводами, встановленими на даху фабрики. Для цілей заземлення виконаний зовнішній контур, який об'єднує всі об'єкти промислового майданчика.

Планом відробки родовищ корисних копалин Іршанським гірничо-збагачувальним комбінатом передбачаються заходи охорони навколишнього середовища, а саме: замкнене оборотне водопостачання існуючих кар'єрів та

збагачувальних фабрик із запобіганням скидів води у існуючі джерела водопостачання, що виключає злив стічних вод у природні водойми і не погіршує екологію.

У період підготовки та експлуатації родовища передбачається комплекс природоохоронних заходів.

Передбачені заходи дозволяють скоротити безповоротні втрати води, зберегти її якість і виконують головну роль у забезпеченні стійкості дамб хвостосховища. Охорона від забруднення підземних вод є складовою частиною проблеми охорони навколишнього середовища і повинна розглядатися в комплексі як одне ціле. У зв'язку з цим повинний здійснюватися належний контроль за роботою хвостосховища та водовідвідної системи.

Для вивчення режиму підземних вод при осушенні кар'єра передбачається організація стаціонарної мережі спостережливих свердловин.

З метою вивчення ефективності роботи дренажної системи з початку осушувальних робіт проводяться систематичні спостереження за зміною рівня води спостережливих свердловинах не рідше 1 рази на квартал. Режимна мережа запроектована з таким чином, щоб була можливість одержати повну картину розвитку депресійної воронки в процесі осушення.

## **Розділ 2.2. План відробки родовищ корисних копалин філією.**

Цим планом передбачаються заходи охорони навколишнього середовища, а саме: замкнене оборотне водопостачання існуючих кар'єрів та збагачувальних фабрик із запобіганням скидів води у існуючі джерела водопостачання, що виключає злив стічних вод у природні водойми і не погіршує екологію [4].

У період підготовки та експлуатації родовища передбачається комплекс природоохоронних заходів:

- попереднє зняття і складування родючого прошарку і

непродуктивних порід у відвали для подальшого використання після розробки кар'єру;

- будівництво систем очистки стічних вод;
- модернізація та заміна існуючого пилогазоочисного обладнання;
- моніторинг та контроль промислових викидів;
- моніторинг і контроль якості зворотних стічних та кар'єрних вод, вод

що скидаються;

- контроль якості водних об'єктів в зоні можливого впливу діяльності підприємства;

- перевірка знань та навчання персоналу з питань охорони довкілля та поводження з відходами і т. д.

- організація робіт зі збирання, складування та передачу на утилізацію відходів виробництва,

Для охорони підземних і поверхневих вод від забруднення стоками передбачено:

- ефективний відвід поверхневих вод із території промислового майданчика і прилягаючих до кар'єрів площ із локалізацією їх у хвостосховищі;

- раціональна організація складування відвалів розкривних порід у вироблений простір кар'єру з метою мінімальної притоки кар'єрних вод;

- устрій нагірних і водовідвідних каналів із метою локалізації поверхневих вод у ставках-відстійниках і наступному перекачуванні в хвостосховище;

- відсутність скиду кар'єрних вод у поверхневі водотоки;

- проведення скидів зворотних вод Збагачувальних фабрик №1, №3 за допомогою станцій нейтралізації стоків;

- будівництво станцій очистки зворотних вод фабрик;

З метою охорони поверхневих і підземних вод від забруднення в зоні хвостосховищ передбачаються такі заходи:

- збір дренажних вод у спеціальні дренажні канали по периметру і

повернення їх в чашу хвостосховища;

- устрій аварійної ємності для спорожнення пульповодів в аварійних випадках;
- скидання атмосферних вод по нагірній канаві в сусідні болота, що дозволяє регулювати баланс води в останніх;
- застосування в технологічній схемі збагачувальних фабрик гравітаційного способу збагачення, що виключає застосування в процесі хімічних реагентів і тим самим не погіршує їх якість.

Передбачені заходи дозволяють скоротити безповоротні втрати води, зберегти її якість і виконують головну роль у забезпеченні стійкості дамб хвостосховища. Охорона від забруднення підземних вод є складовою частиною проблеми охорони навколишнього середовища і повинна розглядатися в комплексі як одне ціле. У зв'язку з цим повинний здійснюватися належний контроль за роботою хвостосховища та водовідвідної системи.

Для вивчення режиму підземних вод при осушенні кар'єра передбачається організація стаціонарної мережі спостережливих свердловин.

З метою вивчення ефективності роботи дренажної системи з початку осушувальних робіт проводяться систематичні спостереження за зміною рівня води спостережливих свердловинах не рідше 1 рази на квартал. Режимна мережа запроектована з таким чином, щоб була можливість одержати повну картину розвитку депресійної воронки в процесі осушення.

Проектами передбачається рекультивація кар'єрів, хвостосховищ, а саме проведення комплексу спеціальних робіт і заходів, спрямованих на приведення у природний стан порушених земель, придатних для використання в сільськогосподарському, лісовому і водному господарствах, що є важливою ланкою для вирішення питань охорони природи [4,22].

Рекультивація під лісонасадження обумовлена відсутністю ґрунтів, придатних для біологічної рекультивації.

Рекультивована поверхня після закінчення вертикального планування

повинна бути з ухилом до поверхневих водотоків, що забезпечить заходи боротьби з ерозією ґрунтів [17, 30].

Створення водойм в місцях розташування траншей дозволить відновити порушену при експлуатації родовища рівновагу водного балансу. Випаровування з водної поверхні значно поліпшить режим атмосферної вологи на прилягаючій території. Заповнення водойм буде здійснюватися за рахунок притоки поверхневих і ґрунтових вод. Надалі водойми можна буде використовувати для рекреаційних і господарських цілей.

За період 2021 р. підприємством проведено ряд заходів з рекультивації порушених земель на загальну суму 769,0 тис грн.

З моменту початку діяльності з видобування титанових руд і по сьогоднішній час підприємством проведено роботи з технічної рекультивації порушених земель Середньої ділянки Межирічного родовища на загальній площі 61,97 га.

**Висновки до РОЗДІЛУ 2.** В геологічній будові Межирічного родовища приймають участь різні за віком континентальні та морські відклади, залягаючі на каоліновій корі вивітрювання основних порід Вол.–Волинського масиву Коростенського інтрузивного комплексу. Рудні (титаноносні) поклади пов'язані із ільменітовими розсипами – продуктами вивітрювання анортозитів, габро-анортозитів, габро-перидотитів та перевідкладення ільменіту в результаті діяльності водних та водно-льодовикових потоків.

### **РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ ЗБАГАЧЕННЯ ТИТАНОВИХ РУД МЕЖИРІЧНОГО РОДОВИЩА**

Основною продукцією Іршанського гірничо-збагачувального комбінату є ільменітовий концентрат із вмістом ільменіту не менше 94,5%. Для випуску даного концентрату застосовується технологія збагачення титанової руди у декілька стадій: первинне збагачення у два етапи та доведення чорнових ільменітових концентратів [37].

Первинне збагачення здійснюється на фабриках первинного збагачення гравітаційним методом. Фабрики первинного збагачення включають II етапи збагачення, а саме I етап – збагачення титанової руди, II етап – довилучення ільменіту із промпродукту після I етапу. Діюча технологія передбачає на цій стадії отримання чорнового концентрату із вмістом ільменіту до 70,0% та промпродукту із вмістом ільменіту до 2,0% [14]. Технологія, яка проектується, передбачає отримання чорнового концентрату із вмістом ільменіту на рівні 85,0%. Чорновий концентрат транспортується на фабрику доведення чорнових концентратів для подальшого збагачення, а промпродукт гідротранспортом складається в проміжну ємність для подальшого довилучення ільменіту (Шетап).

Діюча технологія доведення чорнових ільменітових концентратів передбачає застосування електромагнітного методу збагачення у сухому середовищі. Технологія, що проектується для збагачення рудних пісків з підвищеним вмістом сидериту Букінської ділянки Межирічного родовища, передбачає застосування електростатичного методу збагачення. Технологія збагачення на первинних фабриках включає підготовку рудних пісків до збагачення та гравітаційне збагачення. На різних фабриках первинного збагачення кількість операцій підготовки руди та гравітаційного збагачення може відрізнитись в залежності від особливостей характеристики рудних пісків, але принципово технологія збагачення є однаковою для всіх фабрик первинного збагачення ПЗК.

Підготовка рудних пісків до збагачення здійснюється з метою видалення крупних кусків руди (більше 4,0 мм) та відмивання шламів (крупністю менше 0,05 мм). До їх складу входить кварц, галька, польовий шпат, каолін та інші мінерали пустої породи. Для цього застосовуються такі процеси підготовки, як грохочення та знешламлення [33]. Процес грохочення здійснюється у декілька стадій. Для цього застосовуються грохоти різних типорозмірів з однією або двома поверхнями просіювання. Спочатку відсіюються крупні куски руди, більше 20,0 мм, потім відсіюються куски, крупністю більше 4,0 мм. Після грохочення отримуємо піски крупністю менше 4,0 мм, та гальку крупністю більше 4,0 мм, яка направляється у хвостосховище [23].

Пульпа з пісками крупністю менше 4,0 мм направляється на процес знешламлення у гідроциклонах різного типорозміру. Тут відбувається процес відмивання пісків від шламів. Шлами складуються у шламосховище, а відмиті піски – на контрольне грохочення перед гравітаційним збагаченням.

Продуктом підготовки пісків є зерниста маса крупністю 0,05 – 4,0 мм, з вмістом ільменіту 8,0 – 15,0 %.

Гравітаційне збагачення здійснюється в декілька операцій на гвинтових сепараторах різного типорозміру. Метою гравітаційного збагачення є видалення пустої породи, тобто кварцу, зерна якого майже в два рази легші за зерна ільменіту. Продуктами гравітаційного збагачення є чорновий ільменітовий концентрат, що містить біля 70,0 % ільменіту, та промпродукт з вмістом ільменіту до 2,0 %, який складується в проміжну ємність для подальшого довилучення ільменіту [32,].

Чорновий ільменітовий концентрат з вмістом ільменіту біля 70,0% автосамоскидами транспортується на фабрику доведення чорнового концентрату. Продукцією даної фабрики є ільменітовий концентрат з вмістом ільменіту не менше 94,5% [19]. Діюча технологія доведення чорнових концентратів включає їх підготовку та остаточне збагачення.

Для підготовки чорнового концентрату до остаточного збагачення застосовуються такі процеси, як грохочення, зневоднення та сушіння. Для

очищення чорного концентрату від домішок оксидів заліза застосовується електромагнітна сепарація у слабкому полі.

Грохочення передбачається для очищення чорного ільменітового концентрату від крупних часточок (більше 4,0 мм), які потрапляють у чорновий концентрат при зберіганні та транспортуванні. Для цього застосовуються інерційні грохоти.

Після грохочення чорновий концентрат крупністю менше 4 мм направляється на барабанний електромагнітний сепаратор. Немагнітна фракція направляється на зневоднення.

Процес зневоднення застосовується для зменшення вмісту води у чорновому концентраті перед процесом сушіння. Здійснюється у зневоднюючих конусах та вакуум-фільтрах. Продуктом операцій зневоднення є чорновий концентрат з вмістом води на рівні 8,0%, який направляється на сушіння [5,34].

Процес сушіння здійснюється у барабанних сушарках різних типорозмірів. Після сушіння отримуємо чорновий концентрат з вмістом води не більше 1,5% [21].

Висушений чорновий концентрат направляється на суше електромагнітне збагачення у валкових електромагнітних сепараторах. Збагачення здійснюється у декілька операцій. В результаті отримуємо ільменітовий концентрат з вмістом ільменіту не менше 94,5%, який являється товарною продукцією Іршанського гірничо-збагачувального комбінату [25,35].

Технологія, що проектується для збагачення рудних пісків з підвищеним вмістом сидериту та важкорозмивистих каолінів Букінської ділянки Межирічного родовища, принципово схожа з діючою, але дещо відрізняється. Оскільки дана ділянка родовища представлена титановою рудою з підвищеним вмістом важкорозмивистих каолінів, технологія передбачає застосування скрубера для розмиву зростків каоліну з ільменітом. Це зменшить втрати ільменіту з глинистими окатишами. В такому випадку надрешітний продукт крупністю більше 4 мм основного грохочення не



направляється у хвостосховище, а поступає на розмивання у скруббер, після чого проходить процес контрольного грохочення, з отриманням пісків крупністю менше 4,0 мм, та гальки крупністю більше 4,0 мм, яка направляється у хвостосховище. Також для зменшення витрат на перевезення чорнового концентрату прийнято рішення щодо застосування на фабриках первинного збагачення мокрою електромагнітного збагачення на роторних сепараторах. Це дозволить випускати чорновий ільменітовий концентрат з вмістом ільменіту біля 85,0%. Через підвищений вміст сидериту технологія доведення чорнового концентрату Букінської ділянки Межирічного родовища передбачає застосування електростатичного методу збагачення, замість електромагнітного. Для цього будуть застосовуватись коронні електростатичні сепаратори. Також застосування даного методу збагачення передбачає в якості підготовки тонке грохочення чорнового концентрату за класом крупності 1,0 мм [18,21,31].

Таким чином, в процесі збагачення титанових руд Межирічного родовища отримуємо товарну продукцію – ільменітовий концентрат з вмістом ільменіту не менше 94,5%, шлами з вмістом ільменіту до 0,5%, промпродукт первинного збагачення з вмістом ільменіту до 2,5%, промпродукт остаточного збагачення з вмістом ільменіту до 5,5%. Промпродукти складуються у проміжні ємності для подальшого довилучення ільменіту. Загальне вилучення ільменіту з титанових руд Межирічного родовища становить біля 76% [15,28].

**Висновки до РОЗДІЛУ 3.** Основним корисним компонентом титанових руд Межирічного родовища є мінерал ільменіт. Пуста порода представлена в основному кварцом. В невеликих кількостях також присутні такі мінерали, як сидерит, циркон, апатит, магнетит, титаномагнетит, гідроксиди заліза, марказит, лейкоксен, кіаніт, ставроліт, хлорит, піроксен, гранат, рутил, глауконіт, польовий шпат.

## **ВИСНОВКИ**

1. Основними тенденціями розвитку галузі кольорової металургії нині є освоєння нових технологій отримання і рафінування кольорових металів. Україна володіє найпотужнішою базою титанових руд на території СНД, всього виявлено 40 родовищ, серед яких -2 унікальні, 12 великих і 10 середніх. Потенціал ресурсів титану і потужності з виробництва ільменітових концентратів України становлять близько 20% всього світового балансу. Ці родовища мають різні генетичні типи, отже їх ільменіт використовують для отримання пігменту діоксиду титану, апатитів, метал. титану тощо.

2. Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат - основний постачальник титанової сировини для хіміко-металургійного комплексу України. Це повністю сформоване для продуктивної роботи й подальшого розвитку підприємство, що виконує весь необхідний комплекс гірничо-збагачувальних робіт, починаючи з проектування, самого освоєння родовищ титанових руд та рекультивації порушених земель.

3. Первинне збагачення здійснюється на порівняно невеликих збагачувальних фабриках, що розташовані в безпосередній близькості від місця видобутку пісків. Продукцією фабрики первинного збагачення є «чорновий» концентрат з вмістом ільменіту на рівні 70%. Остаточне збагачення здійснюється на збагачувальній фабриці №3, на яку концентрат доставляється автотранспортом. Продукцією даної фабрики є ільменітовий концентрат з вмістом ільменіту не менше 94,5%.

4. Після видобутку основної рудоносної маси проводиться рекультивація кар'єру з відновленням родючого шару землі, що дає можливість використовувати землі для аграрного виробництва, а також для лісових насаджень.

5. На Букінській ділянці Межирічного родовища наявний значний вміст сидериту. Також характерним для Межирічного родовища є наявність значного вмісту каолінів, які ускладнюють процес підготовки рудних пісків до

збагачення. Отже для покращення процесу збагачення технологічна схема фабрик постійно удосконалюється.

Рекомендуємо для доочищення чорної концентрації ільменіту до концентрації готового продукту (з вмістом 95 – 98%) в будівлю фабрики кар'єру №7 установити роторний сепаратор «Магніс». Це забезпечить відповідність продукції сучасним стандартам. Для покращення вмісту ільменіту до 75% гравітаційним методом збагачення доцільним буде встановлення концентраційного стола «Holman».

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гнатюк О.В. Технологія збагачення пісків рідкісних металів. Водні і наземні екосистеми та збереження їх біорізноманіття: Збірник наукових праць – Житомир Поліський національний університет, 2022. С. 139-142.
2. Яременко О.В., Криницька М.В., Гнатюк О.В., Тітарев В.О., Власюк В.В. Характеристика вихідної сировини та чорнового концентрату Іршанського гірничо-збагачувального комбінату. Водні і наземні екосистеми та збереження їх біорізноманіття: Збірник наукових праць.– Житомир: Поліський національний університет. 2023 с.46-47.
3. <https://bgv.com.ua/bgv-titanium/>
4. <https://bratkozak.com.ua>
5. <https://coagulant.com.ua>
6. <https://core.ac.uk/download/pdf/168413101.pdf>
7. <http://elibrary.kdpu.edu.ua>
8. <http://eprints.zu.edu.ua/34873/1/7.pdf>
9. <https://esu.com.ua>
10. <https://geodictionary.com.ua>
11. <https://geografiamotozil2.jimdofree.com>
12. <https://geographyuaonline.blogspot.com>
13. <https://insgeo.com.ua>
14. <https://inventure.com.ua>
15. <https://iprop-ua.com>
16. <https://ir.nmu.org.ua>
17. <https://lib.chmnu.edu.ua>
18. <https://materials-lab.com.ua>
19. <https://mcet.com.ua>
20. <https://naurok.com.ua>
21. <https://pidru4niki.com>
22. <https://presa.com.ua>
23. <https://profilbaru.com>

24. <https://rating.zone/ekonomichnyj-ohliad-metalurhijnoi-haluzi-ukrainy>
25. <https://slovnyk.me>
26. <https://stud.com.ua>
27. <https://studfile.net>
28. <https://techtrend.com.ua>
29. <https://travels.in.ua>
30. <https://uapatents.com>
31. <https://vue.gov.ua>
32. [https://vuzlit.com/759178/harakteristika\\_mineraliv\\_kontsentrativ\\_titanu](https://vuzlit.com/759178/harakteristika_mineraliv_kontsentrativ_titanu)
33. <http://www.experts.in.ua>
34. <http://www.knu.edu.ua>
35. <https://www.researchgate.net>
36. [https://www.spfu.gov.ua/userfiles/pdf/sluh22\\_10336.pdf](https://www.spfu.gov.ua/userfiles/pdf/sluh22_10336.pdf)
37. <https://www.umcc-titanium.com>
38. <http://www.zhitomir-region.gov.ua>
39. <http://www.zhcci.org.ua>
40. <http://zzkk.nmu.org.ua>