

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
Гірничо-металургійний факультет
Кафедра гірничої справи

АВТОРЕФЕРАТ
кваліфікаційної роботи

на здобуття освітнього ступеня магістра

за підсумками виконання
освітньо-професійної програми
«Новітні технології розробки родовищ корисних копалин»
за спеціальністю 184 Гірництво

**на тему «Підвищення якісних показників вихідної сировини в
умовах ПрАТ "Інгулецький ГЗК»**

Здобувач



Олександр СМІРНОВ

Кривий Ріг 2024

Кваліфікаційною магістерською роботою є рукопис.
Робота виконана у Технічному університеті «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» на кафедрі гірничої справи

Керівник:



ШВЕЦЬ ЄГОР МИКОЛАЙОВИЧ, кандидат технічних наук, доцент кафедри гірничої справи ТОВ Технічний університет «Метінвест Політехніка»

Захист відбудеться 23 січня 2024 р. о 09:00 год на засіданні екзаменаційної комісії (посилання на Тімс).

Електронна версія автореферату розміщена в Інституційному репозитарії ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» 26 січня 2024 р.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Актуальність дослідження. Основною проблемою всіх залізорудних родовищ Кривбасу є складна геологічна будова рудних покладів, варіативність їх якісних характеристик та технологічних властивостей, особливості гірничотехнічних умов видобутку, транспортування, шихтування. Всі ці фактори впливають на якісні параметри вихідної сировини, що поступає до рудозбагачувальних фабрик.

Інгулецьке родовище магнетитових кварцитів характеризується широким різноманіттям мінеральних та стратиграфічних особливостей будови рудних покладів. Для виробництва залізорудного концентрату використовують сім різних сортів руд, які відрізняються за хімічним і мінеральним складом, а також мають різні технічні та технологічні властивості. Через особливості геологічної будови родовища, відбувається поступове затухання кар'єру. З просування гірничих робіт у північному напрямку зменшується потужності рудних покладів, та збільшуються об'єми скельних та пухких розкритих порід, а саме: окислених залізистих кварцитів (гематитових руд), сланців, мігматитів, гранітів, амфіболітів, глин, вапняків, суглинків та ін.

Вище зазначені фактори змушують розробляти та використовувати різні технологічні схеми геологічної розвідки, підготовки, видобутку, транспортування, шихтування та переробки задля забезпечення мінімальної економічно обґрунтованої собівартості, а також підтримки стабільно високий рівень якості товарної продукції, що зможе в реаліях світового рівня розвитку залізорудної галузі утримувати підприємство в лідерах.

В кваліфікаційній роботі на основі проведеного аналізу виявлено, що на сьогоднішній день єдиним методом стабілізації якісних показників руди в кар'єрі ПРАТ «ІНГЗК» є застосування процесу шихтування рудного потоку з різних технологічних сортів залізистих кварцитів.

Також відбувається часткове перемішування руди на накопичувальних рудних складах, які створені для підтримки продуктивності гірничотранспортного комплексу при аварійних зупинках технологічного обладнання кар'єру, дробарної, та збагачувальних фабрик.

Варіативність вмісту корисного компоненту (магнетиту) в рудах Інгулецького родовища потребує новітніх організаційних та технічних рішень від кар'єру в проблемі підвищення та стабілізації якості, та зменшення кількості збіднюючих домішок в рудних потоках.

При збагаченні залізистих кварцитів в умовах рудозбагачувальних фабрик (РЗФ) зміна середнього вмісту заліза в руді на 1-2% призводить до збільшення витрат на виробництво концентрату на 5-10%.

Сьогодні гірничодобувним підприємствам не завжди вдається забезпечувати стабільний рівень якісних показників вихідної сировини. Руда, що транспортується на РЗФ видобувається з різних забоїв, гіпсометричних горизонтів, частин родовищ, характеризується різним мінеральним складом, технологічними властивостями, що спричиняє нестабільність роботи

обладнання, коливання показників вилучення цінних компонентів при збагаченні і якості товарних концентратів.

Використання сучасних типів технологічного обладнання та технологій, спрямованих на підвищення продуктивності видобутку і раціоналізації освоєння надр, відкриває додаткові можливості для підвищення якості рудної маси, що видобувається.

Ще одною умовою підвищення операційної ефективності експлуатації гірничо-переробного комплексу є впровадження на всіх стадіях технічних рішень, що направлені на обґрунтування раціональних способів управління якістю.

Значний внесок у розвиток менеджменту якості гірничо-видобувних підприємств внесли академіки В.Л. Яковлев, В.В. Ржевський; професори А.А. Азарян, А.І. Арсентьев, В.Ф. Бизов, В.А. Галкін, В.Д. Євтехов, М.Г. Новожилов, В.Н. Попов, Г.А. Холодняк, В.А. Щелканов.

Аналіз літературних джерел, геологічної інформації, особливостей технологічних процесів, гірничих робіт в частині управління якістю рудопотоків а прикладі ПРАТ «ІНГЗК», та виконаних різноманітних досліджень свідчить про актуальність проблеми стабілізації та підвищення рівня якості вихідної сировини для виробництва високоякісного концентрату.

Об'єкт дослідження. Процес визначення, формування, планування якісних показників вихідної рудної сировини, що видобувається кар'єром ПРАТ "Інгулецький ГЗК". Геологічні, технічні та технологічні характеристики процесу підривання, видобутку, транспортування, шихтування.

Мета й завдання роботи. Дослідження технології отримання якісних показників вихідної сировини, процесу планування рудопотоків на основі діючої класифікації руд і напрямку ведення гірничих робіт в кар'єрі, технології переробки РЗФ ПРАТ «Інгулецького ГЗК». Виявлення шляхів для подальшого підвищення якості залізорудної сировини та кінцевої товарної продукції комбінату.

Відповідно до мети дослідження визначено основні завдання:

- 1) аналіз методів геологічної розвідки родовища, планування, формування якісних показниками вихідної сировини.
- 2) дослідження сучасного стану управління якістю руди в умовах ПРАТ «ІНГЗК»;
- 3) аналіз даних геологічного випробування родовища та якісних характеристик рудопотоків РЗФ.
- 4) вдосконалення процесів шихтування (усереднення) вихідної сировини.
- 5) оптимізація буровибухових робіт в межах геологічних контактів руда-скеля.

Наукова новизна: вперше проаналізовані відхилення якісних характеристик руди за даними геологічної служби та ВТК. Встановлена залежність показника Fe магн. від співвідношення технологічних різновидів в шихті.

Виявлена закономірність зміни технологічних властивостей руди від глибини залягання покладів.

Практична новизна: було здійснено підривання блоку з розділенням приконтактної зони за рахунок схеми комутації вибухової мережі. Після виконання вибухових робіт, візуально чітко проглядалася "улоговина" - поглиблення на місці рудо-скельного контакту.

Проведене експериментальне шихтування 30000 тон руди з різними якісними характеристиками.

Галузь застосування: відкриті гірничі роботи, розробка Інгулецького родовища магнетитових кварцитів.

Значення роботи. Робота має суттєве виробниче значення. Завдяки проаналізованим даним вдалося виділити чіткі закономірності зміни якісних показників за рахунок різного співвідношення технологічних різновидів у вихідній сировині. Також встановлена чітка залежність між глибиною залягання та технологічними властивостями руд.

Ключові слова: експлуатаційна розвідка, випробування, збагачуваність руд, якісні показники, планування, роздільне підривання, усереднення, шихтування, гірничі роботи, видобуток

Структура і об'єм роботи. Кваліфікаційна робота складається з реферату, вступу, 3 розділів, які включають 39 рисунків і 10 таблиць, висновків, списку використаних джерел з 27 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 72 сторінки.

ОСНОВНА ЧАСТИНА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

У першому розділі кваліфікаційної роботи детально розглянуто основні параметри кар'єра Інгулецького ГЗК, описано технологію розробки гірських порід і руд, детально розглянуто особливості геологічної будови родовища (рис.1).

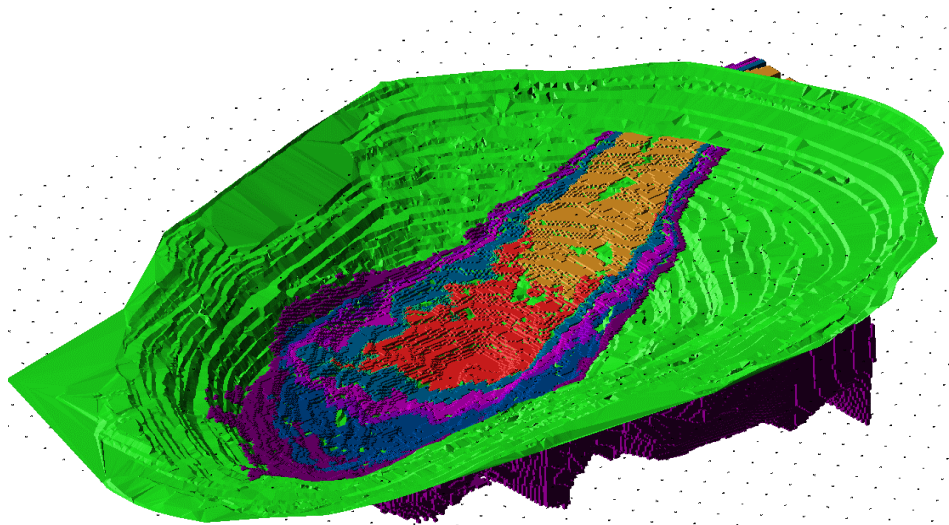


Рис. 1. Геологічна модель Інгулецького ровища ПРАТ «ІНГЗК»

У розділі представлено основні якісні характеристики видобувної залізородної сировини, детально розглянуто основні види геологічного випробування, представлено рекомендовані параметри мережі випробування, описано технологічні особливості цього процесу. У розділі дано характеристику якісним показникам руд, що видобуваються, а також описано прийняті на родовищі 7 технологічних різновидів руди. Також описано методику планування та обліку якісних показників, розглянуто основні особливості цього процесу та алгоритм прийняття рішень відповідними службами комбінату. Висвітлено особливості процесу шихтування руди перед подачею на рудозбагачувальні фабрики. Висвітлено вимоги до рудної шихти, представлено алгоритм закриття звітного періоду.

У другому розділі кваліфікаційної роботи виконано аналіз якісних характеристик вихідної сировини. Проаналізовано піврічний період видобутку руди в напрямку РЗФ. Особливу увагу приділено мінливості вміст Fe магн. у рудній шихті (рис.2), а також зіставлення планових і фактичних показників.

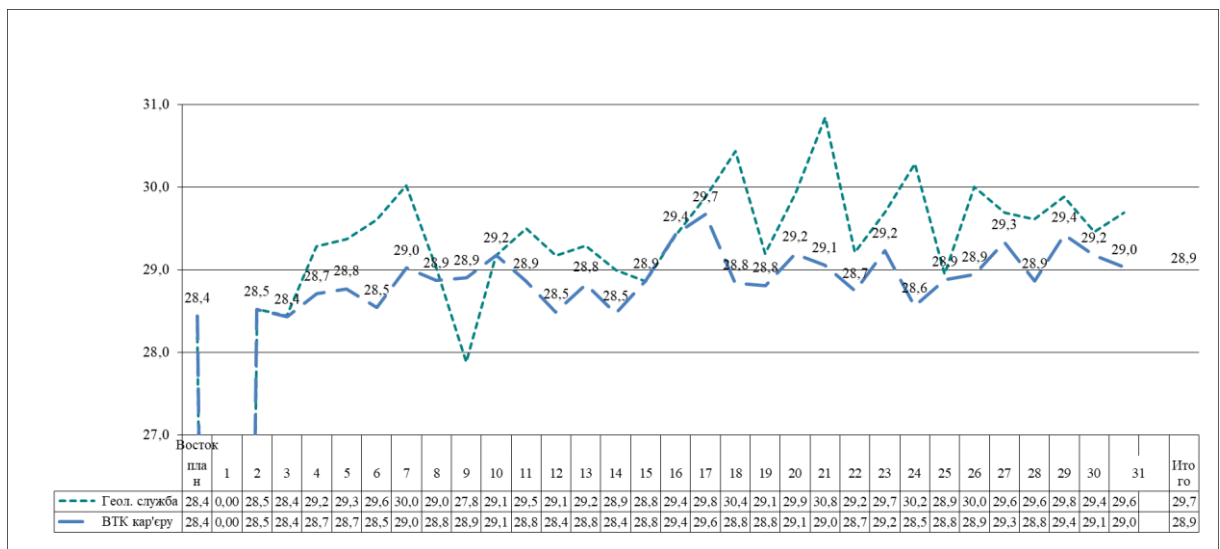


Рис. 2. Варіативність вмісту заліза магнетитового в рудній шихті

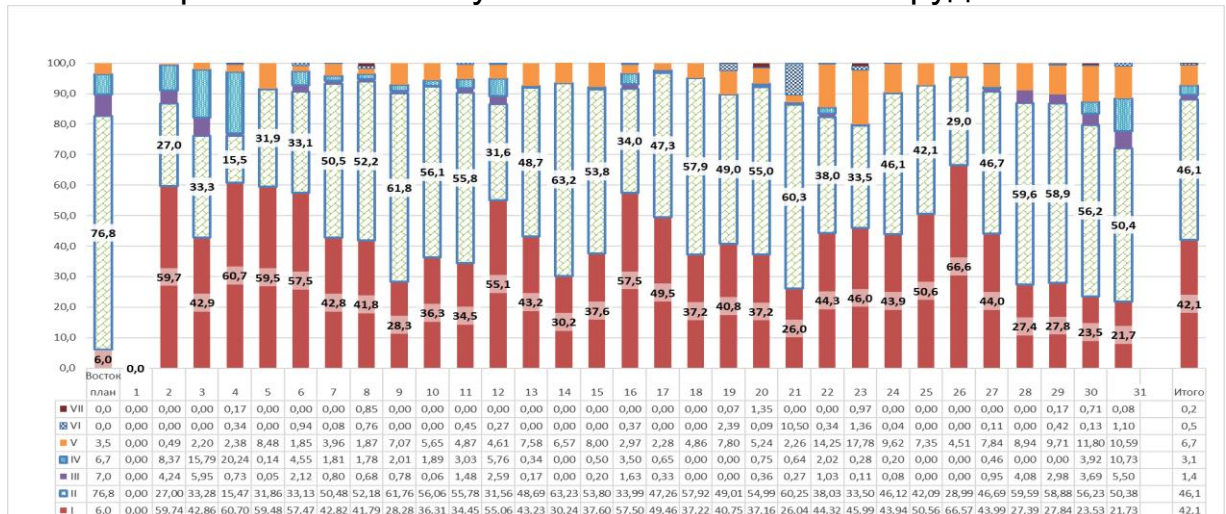


Рис. 3. Співвідношення технологічних сортів руд в напрямку РЗФ

У розділі проаналізовано співвідношення технологічних сортів у шихті (рис.3), поданих для виробництва товарної продукції, виявлені закономірності між об'ємом поданих різновидів і коливаннями Fe магн.

Також було проаналізовано та узагальнено дані хімічних аналізів геологічних проб за періоди 2020-2023 років (рис.4).

Кількість контрольних геологічних проб за 2020-2023

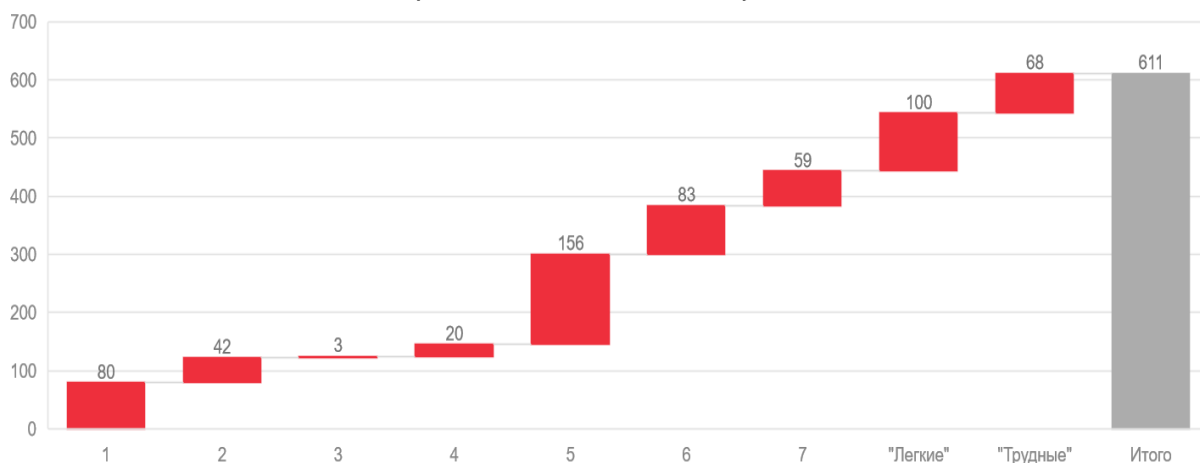


Рис. 1. Кількісне співвідношення проб за різновидами.

Аналізувався показник збагачуваності за кожним із семи технологічних сортів. Результат цього аналізу показав чітку залежність між глибиною залягання рідких покладів і технологічними властивостями - здатністю до збагачення. Складено зведену таблицю якісних показників якісних технологічних різновидів руд ПРАТ "ІНГЗК"

Третій розділ кваліфікаційної роботи стосувався практичних рішень, які сприятимуть збільшенню якості вихідної сировини. У розділі висвітлено результати експерименту з роздільного підривання в кар'єрі, в зонах контакту руди та порожньої породи, описано особливості проведення даного технічного заходу. Наведено фактичні результати (табл.1) відпрацювання експериментального блоку.

Таблиця 1. Фактичні результати відпрацювання експериментальних блоків.

Контрольна ділянка без роздільного підривання			Експериментальна ділянка з роздільним підриванням		Різниця +/-	
Відстань до контакту зі скелею , м	Проби Fe магн. %	Замір ВТК Fe магн. %	Проби Fe магн. %	Замір ВТК Fe магн. %	Проби Fe магн. %	Замір ВТК Fe магн. %
20	21	19	23	20	2	1
15	19	18	20	19	1	1
10	16	14	18	16	2	2

Зафіксовано збільшення якісних характеристик руди у цій ділянці рахунок зниження втрат корисних копалин на контакті порожньою породою під час підривання.

Ще одним з перспективних рішень у розділі описаний варіант оптимізації шихтування руд перед подачею їх на РЗФ. Розглянуто пропозицію про створення усереднювального складу для попереднього шихтування руд з різними технологічними властивостями.

ВИСНОВКИ

Систематизація раніше виконаних досліджень та сучасний стан виробничих процесів в умовах ПрАТ «Інгулецький ГЗК», а також особливості геологічною будови родовища, гірничо-технічні умови розробки, технологія виробництва товарної продукції дозволили зробити наступні висновки:

1. До складу продуктивної товщі Інгулецьке родовища входять другий, третій, четвертий, п'ятий та шостий залізисті горизонти. У зв'язку з малою потужністю, безпосереднім приляганням до продуктивних залізистих горизонтів у рудну масу залучаються так само малорудні залізисті кварцити та сланці третього, четвертого, п'ятого та шостого сланцевих горизонтів.

2. В межах родовища виділено сім технологічних різновидів корисної копалини, які відрізняються за особливостями залягання, мінеральним складом, фізичними, технічними та технологічними властивостями.

3. Товарна продукція – залізорудний концентрат виробляється на двох рудозбагачувальних фабриках (РЗФ-1, РЗФ-1), які суттєво відрізняються за технологіями збагачення.

РЗФ-1 побудована на технології шарового подрібненні руди та подальшої магнітної сепарації. Продукція, що виробляється в межах РЗФ-1 – залізорудний концентрат марки А-2 з якістю Fe заг.= 64,5-65%. Сировиною для даного концентрату є руди V, VI, VII технологічних різновидів,

РЗФ-2 побудована на технології само подрібнення руди та подальшою флотацією. Концентрат, що виробляється на РЗФ-2 – концентрат марки А-1, А-1+ з якістю Fe заг.= 67-70 %. Сировиною для виробництва є руди родовища I, II, III, IV технологічних різновидів.

4. В кар'єрі ПрАТ «ІНГЗК» виконується два традиційні методи випробування: геофізичний і геологічний. Геофізичний комплекс методів випробування вирізняється високою продуктивністю й експресністю. Геофізичний комплекс методів не дозволяє в повному обсязі вивчити всі якісні характеристики руди, тому є необхідність використання різних методів.

5. Проведений аналіз якісних показників за період з липня по грудень, дозволив зробити наступні висновки:

– найбільший вплив на зростання заліза магнетитового в шихті мають руди II і VI технологічного сорту. Цей факт підтверджується мінеральним складом – кварцити магнетитові, з мінімальним вмістом силікатів.

- зростання кількості руд II і VI технологічного різновиду в рудному потоці збільшує продуктивність роботи РЗФ, та об'єми виробництва товарної продукції.

– руди Інгулецького родовища мають високий ступінь неоднорідності за якісними показниками.

– при зростанні кількості руд II і VI технологічного різновиду в рудному потоці збільшується різниця між якісними показниками геологічної служби та ВТК. Це пов'язано з принципово різними методами визначення вмісту Fe магн, а саме: геологічна служба застосовує хімічні та геофізичні методи, ВТК–геофізичні (експрес аналіз у вибої)

6. Інгулецьке Родовище має неоднорідні руди за хімічним і мінеральним складом, що призводить до значних варіацій показника збагачуваності (Fe заг) від 58% до 69%. Використовувана в кар'єрі процедура маркшейдерських замірів не дозволяє ефективно контролювати в реальному часі стан рудної сировини в зонах роботи екскаваторів. Це спричиняє затримки в визначенні характеристик руд, які подаються на подрібнення й збагачення, і веде до несвоєчасного корегування технологічних режимів обладнання, що в свою чергу призводить до відхилень якісних показників виробленого концентрату від оптимальних значень. Встановлення систем моніторингу місцезнаходження екскаваторів у кар'єрі сприятиме оптимізації цього процесу, забезпечуючи актуалізацію даних щодо технологічних показників і якості руди в реальному часі

7. Після проведення масового вибуху блока № 84 за рахунок застосування схеми комутації отримано результат у вигляді візуального поділу підірваної гірської породи в місці геологічного рудо-скельного контакту на два масиви.

8 Згідно з опрацьованими результатами проб отримано результати, які підтверджують зменшення ступеня засмічення рудної частини блоку по мірі наближення до геологічно контакту руда-скеля.

9 Для створення роздільного підривання на рудо-скельних контактах, які з урахуванням гірничо-геологічних умов, розташовані посеред перспективних блоків, необхідний розгляд і застосування різних можливих схем комутацій і режимів підривання свердловинних зарядів

10. Шихтування руди перед відвантаження у підземний тракт має декілька позитивних аспектів: ефективність використання вихідної сировини– відсутність необхідності зайвого складування; зменшення вартості виробництва – раніше заскладовані об'єми не потрібно вибурувати, підривати, транспортувати; керована якість вихідної сировини – шихтування у різних співвідношеннях сортів руди в залежності від потреб РЗФ; підтримка продуктивності виробництва а плановому рівні.

ПЕРЕЛІК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. M. O. Shepelyuk, V. D. Evtekhov, O. Ya. Smirnov. The regularities of changes ore composition Ingulets' ore mining and processing works July 2018 Journal of Geology Geography and Geoecology 27(1):131-137 DOI:10.15421/111838
2. M. O. Shepelyuk, V. D. Evtekhov, O. Ya. Smirnov. Composition variability of magnetite quartzites of the Ingulets deposit (Kryvyi Rih basin). Геолого-мінералогічний вісник Криворізького національного університету, (38), 2017р.
DOI: 10.31721/2306-5443-2017-38-2-16-29
3. Смірнов О.Я., Євтехов В.Д., Смірнова Г.Я. Достовірність якісних показників матеріалу рудопотоків Інгулецького родовища. Сучасна геологічна наука і практика в дослідженнях студентів і молодих фахівців Матеріали XVII Всеукраїнської науково-практичної конференції Криворізький національний університет, 22-24 квітня 2021р., стор. 60-64.
4. Шепелюк М.О., Євтехов В.Д., Смірнов О.Я., Стрельцов В.О. Варіативність якісних показників магнетитових кварцитів Інгулецького і Скелюватського родовищ зі збільшенням глибини їх відпрацювання. Розвиток промисловості та суспільства : матеріали конференції. – Кривий Ріг, 2018. – С. 10–13.
5. Смірнов О.Я. Деякі напрями підвищення ефективності планування якості руд ГЗК Кривбаса.

АНОТАЦІЯ

Смірнов О.Я. Підвищення якісних показників вихідної сировини в умовах ПрАТ «Інгулецький ГЗК». Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 184 Гірництво. ОПП «Новітні технології розробки родовищ корисних копалин» – ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», Кривий Ріг, 2024.

Метою роботи є дослідження технології отримання якісних показників вихідної сировини, процесу планування рудопотоків на основі діючої класифікації руд і напрямку ведення гірничих робіт в кар'єрі, технології переробки РЗФ ПрАТ «Інгулецького ГЗК». Виявлення шляхів для подальшого підвищення якості залізорудної сировини та кінцевої товарної продукції комбінату.

Об'єктом дослідження є процес визначення, формування, планування якісних показників вихідної рудної сировини, що видобувається кар'єром ПрАТ "Інгулецький ГЗК", геологічні, технічні та технологічні характеристики процесу підривання, видобутку, транспортування, шихтування.

У першому розділі кваліфікаційної роботи «Якісні характеристики корисних копалин Інгулецького родовища. Методика планування та виконання технологічного процесу» розглянуто геологічну характеристику

родовища, методи проведення геологічного випробування корисної копалини, основні якісні показники, балансові запаси магнетитових кварцитів, що видобуваються. Також у розділі розглянута процедура планування і виконання показників виробництва, шихтування руди, представлена оперативна візуалізація якісних параметрів вихідної сировини.

В другому розділі «Аналіз якості вихідної сировини в сучасних умовах ПРАТ «ІНГЗК» досліджено коливання показника Fe магн в рудопотоках РЗФ, визначено співвідношення технологічних сортів, встановлені закономірності зміни та їх вплив на якісні характеристики шихти.

В третьому розділі «Фундаментальні шляхи підвищення якості вихідної сировини ПРАТ «ІНГЗК» наведені результати експериментального підривання гірничої маси в межах геологічних контактів, результати та позитиви цього заходу.

Представлена до розгляду пропозиція, щодо оптимізації процесу шихтування сировини перед поставкою на РЗФ за рахунок створення усередню вального рудного складу.

ЕКСПЛУАТАЦІЙНА РОЗВІДКА, ВИПРОБУВАННЯ, ЗБАГАЧУВАНІСТЬ РУД, ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ, ПЛАНУВАННЯ, РОЗДІЛЬНЕ ПІДРИВАННЯ, УСЕРЕДНЕННЯ, ШИХТУВАННЯ, ГІРНИЧІ РОБОТИ, ВИДОБУТОК.

ABSTRACT

Smirnov O.Ya. Improving the quality indicators of raw materials in the conditions of PJSC "Ingulets GOK". Qualification work for a master's degree in the speciality 184 Mining. Thesis "The latest technologies of mineral deposits development" - LLC "TECHNICAL UNIVERSITY "METINVEST POLYTECHNICA", Kryvyi Rih, 2024.

The purpose of the study is to investigate the technology for obtaining quality indicators of raw materials, the process of planning ore flows based on the current ore classification and the direction of mining operations in the open pit, and the technology for processing iron ore at Ingulets Mining. Identification of ways to further improve the quality of iron ore raw materials and final commercial products of the plant.

The object of the study is the process of determining, forming, planning the quality indicators of the initial ore raw materials produced by the open pit of PJSC "Inguletsky GOK", geological, technical and technological characteristics of the blasting, mining, transportation, and blending processes.

The first section of the qualification work "Qualitative characteristics of minerals of the Ingulets deposit. Methods of planning and execution of the technological process" describes the geological characteristics of the deposit, methods of geological testing of minerals, key quality indicators, and balance reserves of extracted magnetite quartzite. The section also describes the

procedure for planning and implementing production targets, ore blending, and presents an operational visualisation of the quality parameters of the feedstock.

In the second section "Analysis of the quality of raw materials in the current conditions of PJSC "INGOK", the fluctuations of Fe magnesium in the ore flows of the RZF are studied, the ratio of technological grades is determined, the patterns of change and their impact on the quality characteristics of the charge are established.

The third section "Fundamental ways to improve the quality of the feedstock of PJSC "INGOK" presents the results of experimental blasting of rock mass within geological contacts, the results and benefits of this measure.

A proposal is presented for consideration to optimise the process of blending raw materials before delivery to the iron ore processing plant by creating an average ore composition.

OPERATIONAL EXPLORATION, TESTING, ORE DRESSING, QUALITY INDICATORS, PLANNING, SEPARATE BLASTING, AVERAGING, BLENDING, MINING, PRODUCTION.