

МИННО-ГЕОЛОЖКИ УНИВЕРСИТЕТ

„СВ. ИВАН РИЛСКИ“

маг. инж. Здравец Яворов Ефтимов

**УПРАВЛЕНИЕ НА КАЧЕСТВОТО НА РУДАТА ЗА СИСТЕМИ
НА РАЗРАБОТВАНЕ НА МОЩНИ РУДНИ НАХОДИЩА**

ПРОЕКТ НА АВТОРЕФЕРАТ

на дисертация

за получаване на образователна и научна степен

„ДОКТОР“

Професионално направление 5.8 „Проучване, добив и обработка
на полезни изкопаеми“

Научна специалност „Подземен добив на полезни изкопаеми“

Научен ръководител:

Проф. д-р инж. Димитър Стоянов Анастасов

София, 2018

Защитата на дисертацията ще се състои на 07.06.2018 г. от 11.00 ч. в зала 236 на МТФ, на открито заседание на Научното жури, съгласно ЗРАСРБ, определено със заповед на Ректора на МГУ „Св. Иван Рилски“.

Дисертационният труд, авторефератът, рецензиите и становищата на членовете на научното жури се намират в отдел „Следдипломна квалификация“ на МГУ „Св. Иван Рилски“, в сградата на Ректората, III етаж, стая 79.

Автора на научния труд работи в катедра „Подземно разработване на полезни изкопаеми“ към МГУ „Св. Иван Рилски“, гр. София, където е зачислен за докторант по професионално направление 5.8 - „Проучване, добив и обработка на полезни изкопаеми“.

Дисертационният труд съдържа:

- 166 страници основен текст;
- 19 фигури;
- 2 таблица;
- 49 библиографски източници.

Утвърдено научно жури по защита на дисертационния труд:

1.
2.
3.
4.
5.

Резервни членове:

1.
2.

Автор: Здравец Яворов Ефтимов

Заглавие: **УПРАВЛЕНИЕ НА КАЧЕСТВОТО НА РУДАТА ЗА СИСТЕМИ НА РАЗРАБОТВАНЕ НА МОЩНИ РУДНИ НАХОДИЩА**

Тираж: 25 броя

Издателска къща „Св. Иван Рилски“, София

СЪДЪРЖАНИЕ

	Увод	стр. 4
1.	<i>Минни практики и иновации, формиращи качеството на добиваната руда</i>	стр. 5
2.	<i>Световна практика в подземният добив на флуорит</i>	стр. 5
3.	<i>Минни софтуерни продукти за създаване на цифрови, блокови модели и използвани в процесите по управление качеството на добиваната руда в подземни рудници.</i>	стр. 6
4.	<i>Анализ на резултатите от литературния обзор и световната практика</i>	стр. 7
5.	<i>Цел и задачи на дисертационния труд</i>	стр. 8
6.	<i>Оценка на природните, техническите, технологичните, производствените, икономическите и други фактори, влияещи на качеството на рудата</i>	стр. 9
7.	<i>Разделителни, смесителни и други методи за управление на качеството на рудата</i>	стр. 11
8.	<i>Създаване на цифрови и блокови модели за планиране съдържанието на полезните компоненти</i>	стр. 14
9.	<i>Методи и минни процеси за планиране и управление на качеството на рудата</i>	стр. 16
10.	<i>Създаване на методика за управление на качеството на рудата в рудник „Лукина падина“</i>	стр. 22
11.	<i>Създаване на цифрови модели за мощни находища (флуоритово находище „Лукина падина“ гр. Чипровци). Предпоставки и модели.</i>	стр. 24
12.	<i>Експлоатиране на различни параметри на системите и технологията на добив във флуоритово находище „Лукина падина“ гр. Чипровци</i>	стр. 29
13.	<i>Критерии за оценка на качеството</i>	стр. 40
14.	<i>Научни приноси</i>	стр. 43
15.	<i>Научно-приложни приноси</i>	стр. 43
16.	<i>Минни практики за управление на качеството</i>	стр. 43

УВОД

Управлението на качеството на рудата е важен и основен процес в минната практика. Чрез управлението на качеството на добиваното полезно изкопаемо още в етапа на добив се постигат по-добри технологични, технически и технико-икономически показатели, които влияят на цялото минно производство. Управлението на качеството на рудата е сложен процес, с изключителна важност, който е свързан с множество фактори като: изискванията на потребители – преработватели към суровината, минно-геоложките условия и възможността за прилагане на една или друга система на работа и др.

Управлението на качеството на рудата в подземните рудници още в етапа на добивно изземване е важна част от минните процеси. При добро планиране на минно-производствените дейности, както и тяхното обвързване с управлението на качеството на рудата, се постига положителен технически, технологичен и технико-икономически ефект.

Управлението на качеството на добиваната руда и суровина в подземните рудници още във възможно най-ранен етап придобива основно и важно значение с развитието на минно-добивната и минно-преработвателната промишленост. С разработването на нови находища с навлизането на минните работи в значителна дълбочина този въпрос става все по-актуален.

Развитието на пазара на суровините в последните години, както и резките промени на цените на металите, създават условия за разработване на находища, смятани за икономически не ефективни или такива със значително по-ниски средни съдържания на полезни компоненти. Също така се създава и възможност за извличане не само на основният полезен компонент в добиваната руда, а и на всички останали полезни примеси в нея. Създава се оценка за цялостната ценност на добиваните руди и полезни изкопаеми започват да се разглеждат с тяхната се комплексната ценност.

Тези факти формират нови изисквания към добиваните полезни изкопаеми, както и налагат обвързване на минните процеси с тези по управление на качеството на рудата. Това от своя страна изисква провеждане на дейности и мероприятия по управление на качеството на рудата.

Тези нови изисквания към добиваните полезни изкопаеми са свързани основно със съдържанието на полезен компонент в рудата, границите и отклоненията от средната му стойност, както и със зърнометрията. Те се налагат от новите условия, в които съществуват съвременните минни предприятия (подземни рудници). С развитието на минната и минно-добивната индустрия се създава възможност за преработване на победни, с по-ниски средни съдържания на полезни компоненти в тях полезни изкопаеми, както и възможността за по-пълно извличане на наличните полезни компоненти в добиваната руда.

Всичко това налага да се постави особен акцент върху процесите по управление на качеството на добиваната руда в подземните рудници, което ги превръща в един от важните параметри при оценка възможностите за експлоатация.

Целта на настоящата дисертация е да се създаде методика и критерии за управление качеството на рудата в рамките на минно-добивните работи при

разработване на мощни рудни находища на примера на флуоритово находище „Лукина падина“.

1. Минни практики и иновации, формиращи качеството на добиваната руда

Минните процеси, свързани с формирането и управлението на качеството на добиваните полезни изкопаеми се характеризират с работа в няколко основни насоки. Започва се с управление на качеството на рудата в рудника, в самото находище, минава се през усреднителни процеси в и извън него, извозни, товарни и транспортни дейности и се стига до управление на качеството на рудата в преработвателните процеси и обогатителните фабрики. Разгледани са методи и принципи за управление на качеството, прилагани в различни сфери, намиращи приложение и в минното производство. Такива методи за контрол и управление на качеството са лабораторни тестове, изпитания и химични анализи с помощта на които се добива по-ясна и цялостна представа за производствените процеси. Чрез тях също така се планира и управлява качеството на цялото производство и в частност качеството на добиваните полезни изкопаеми.

В световен мащаб процесите по формиране и управление на качеството, както и мероприятията свързани с тях, са с различна насоченост, като започват от самия рудник и стигат до преработвателната фабрика. Създадени са модели за контрол на качеството на рудата в минните предприятия. Тези модели и методи за управление на качеството на рудата са ориентирани към оптимизиране на отделни производствени дейности и мероприятия, съобразени с конкретните условия, а не към цялостна промяна на минните процеси. Главната насоченост е към оптимизиране на транспортните дейности също както и преработвателните процеси.

2. Световна практика в подземният добив на флуорит

2.1. Лас Куевас - Мексико:

- **Обща информация за находището** – Лас Куевас е известно като най-богатото находище на флуорит в света. Средното съдържание на полезен компонент (CaF_2) варира от 75 % до 95 %, което поставя някои предизвикателства по отношение на качеството на рудата още в процеса на добив.

- **Прилагана система на разработване** – Находището се разработва по подземен начин като прилаганата система на разработване е камерна система със сондажно отбиване на рудата от подетажни изработки. Системата се характеризира с височина на основните етажи от 100 m, височина на подетажите от 20 m, широчина на блоковете от 20 m, като дължината им се определя от размера на рудното тяло. Подготовката на рудното тяло на всеки подетаж се състои в прокарване на централна галерия през средата на рудното тяло и разсечки от нея до границите му. След прокарване на разсечките в обратен ред към централната галерия започва добива на флуоритова руда.

- **Качество и сортове добивана руда** – Добиваната руда от подземният рудник Лас Куевас се подава за последваща преработка в две инсталации, като се произвеждат концентрати с две различни качества – химически още наричан киселинен сорт флуоритов концентрат и металургичен сорт флуоритов концентрат. Отношението

между химическият и металургичният сортове флуоритов концентрат е 60 % към 40 % в полза на химическия. Предизвикателства при производството на концентратите се явява високото съдържание на полезен компонент (CaF_2 от 75 % до 95 %) в рудата, добивана от подземния рудник. Част от рудата е с характеристики отговарящи на изискванията за металургичният сорт, но се явяват големи загуби и затруднения при производството на химическият сорт.

Като обобщение може да се каже, че в рудник Лас Куевас се прилага високо производителна и с относително ниска себестойност камерна система на разработване с подетажни изработки, мобилна самоходна и високо производителна техника за добив и извоз на рудата и разделителни методи и процеси, свързани с контрол и управление на качеството на рудата.

2.2. Милдам - Англия:

- **Обща информация за находището** – Находището Милдам в Англия наподобява до голяма степен флуоритовото находище Лукина падина, Чипровци. В находището има оловно орудяване, последвано от флуоритово с наличие на известно количество барит в близост до повърхността, аналогично на ситуацията в Чипровското находище.

- **Прилагана система на разработване** – Прилаганата система е камерна система на разработване със сондажно отбиване на рудата от подетажни изработки и последващо запълнение на отработените блокове.

Като обобщение може да се каже, че в рудник Милдам, Англия се прилага високо производителна и с относително ниска себестойност камерна система на разработване с подетажни изработки, мобилна самоходна и високо производителна техника за добив и извоз на рудата и смесителни методи и процеси, свързани с контрол и управление на качеството на добиваната флуоритова руда.

3. Минни софтуерни продукти за създаване на цифрови, блокови модели и използвани в процесите по управление качеството на добиваната руда в подземни рудници.

<http://www.hexagonmining.com;>

MineSight 3D – Това е основният софтуерен продукт на компанията. Той се ползва за база на по-голямата част от останалите софтуерни продукти на компанията и поддържа постоянна връзка с тях.

Програмният продукт **MineSight 3D** дава възможност за:

Визуализация:

- Цялостно 3D графично изображение на сондажи, различни цифрови модели, геометрия с всички обозначения, интерпретация на геоложки данни, различни проектни и реални изпълнени минни изработки и дейности, данни от маркшайдерия и геодезия, топография, други данни;
- Внезапна 2D визуализация;
- Различни диаграми;

- Едновременно визуализиране за множество зрители;
- Различни видове модели и др.,

- **Геометрия** - Основни CAD функции с възможност да бъдат отнесени и дефинирани различни данни и атрибути според потребителя. Създава се възможност да бъдат дигитализирани множество различни данни за геометрията на даден рудник и отделни параметри от него. Софтуерът дава възможност за изграждане на различни полигони, както и тяхното обединение в обемни фигури.

- **Сондажи** – създаване на различни визуални, двумерни и тримерни, изгледи на сондажи и данните от тях. Представяне на различни диаграми с данни получени от прокарването на проучвателни сондажи.

- **Моделиране** – създаване на множество от тримерни цифрови и блокови модели с възможност да обслужват различни цели. Изграждане на модели и обвързването им с конкретни данни.

- **Обработване на данни** – форматиране на различни данни и тяхното графично обвързване. Тук има възможност както за въвеждане на данни от други софтуерни продукти, така и обработка на данните с цел те да бъдат представени в програмни продукти.

- **Запаси** – представяне на запасите чрез 3D и цифрови модели; геоложко отчитане на запасите in-situ; възможност за обработване на данни за запасите в открити, подземни и въглищни рудници.

Минният софтуер MineSight 3D, предлаган от компанията е в основата на всички останали програмни продукти на Хексагон Майнинг, като служи за тяхна база. На тази основа се обобщава цялата геоложка информация и се изграждат всички цифрови, блокови и тримерни модели. Този програмен продукт играе важна и основополагаща роля в минните процеси и тези по управление на качеството на рудата.

Модулите, които са включени в продукта имат следните функционалности: **MineSight Data Analyst; MineSight Compass; MineSight Implicit Modeler; MineSight Basis; MineSight Torque; MineSight Model calculation tool; MineSight QAQC; MineSight Point Cloud Mesher; MineSight Model Interpolation tool; MineSight Room and Pillar; 3D Engineering UG CAD; MineSight Economic planner; MineSight Stope; MineSight Schedule Optimizer; MineSight Atlas Scheduler и MineSight Atlas Optimizer; MineSight Haulage; –MineSight Axis Digblock Optimizer; MineSight Axis Process Manager; MineSight Daily Dig; MineSight Planner; MineSight Planner Reconciliation Utility.**

4. Анализ на резултатите от литературния и световната практика обзор

В световната минна практика въпросите по управлението на качеството на рудата са не достатъчно разглеждани и разработвани. Основните направления, свързани с управлението на качеството на рудата, в които се работи са насочени към оптимизиране на: отделни параметри на системите на разработване; отделни минно-производствени процеси; след добивните процеси (извоз и основно различните етапи на преработване). Управлението на рудата в минно-добивните и производствени

процеси е проблем с недостатъчна разработеност, не е достатъчно засегнат. Причините за това са свързани основно със спецификата на работа във всеки един подземен рудник и неговата уникалност.

Както е известно всяко едно находище е уникално само за себе си, както и условията в него. Този факт поставя проблемите с управление на качеството на рудата в подземните рудници в нова перспектива. За решаването им е трудно да се даде единна формула, която ще има един и същ ефект във всяко едно находище. Поради това се подхожда към промяна, коригиране и оптимизиране на един или повече минно-производствени процеси с цел получаване на суровина от подземния рудник с желаните показатели на качеството. На практика по този начин се провежда процеса по управление на качеството.

Основните усилия в световен мащаб, са свързани с дейности и мероприятия, насочени към процесите последващи добива (извоз, първична преработка, рудоподготовка и т.н). Това е предизвикано от различни фактори, като се започне от липсата на квалифицирани кадри (в някои части от света) до нежелание да се рискува (особено при работеща и доказала се технология). Извършването на генерални промени в работещ подземен рудник в световната практика се налага като крайна мярка, в случаите в които това е неизбежно. Това е продиктувано от резултатите в световната практика, при които се наблюдава период на спад в производствените показатели и качеството на добиваната суровина, при извършване на генерални и цялостни промени в подземните рудници. Тези резултати се обясняват с времето, необходимо на минните работници в подземния рудник да привикнат и усвоят нововъведенията в системите, техниката и технологията на работа, от една страна. От друга страна техниката и механизацията, използвана за изпълнение на производствените процеси, може да се наложи да бъде заменена или пригодена за новите условия, което ще доведе до не добри производствени показатели на подземния рудник.

Анализът на световната практиката показва, че няма създадена единна методика за управление на качеството на рудата в подземните рудници, приложима във всички условия за всяко полезно изкопаемо. Към управлението на качеството се подхожда индивидуално за всяко едно полезно изкопаемо, за всеки един подземен рудник, за всяко едно находище.

5. Цел и задачи на дисертационния труд

Целта на настоящата дисертация е да се обобщят методите, процесите, дейностите и мероприятията за управление на качеството на рудата в подземните рудници като цяло и в частност в находище „Лукина падина“.

За постигане на целта на дисертационния труд е необходимо да се изпълнят следните задачи:

- Да се формулират факторите, оказващи влияние върху формирането на качеството на рудата, като се обърне внимание на въздействието, което те оказват и се подчертаят възможностите за управление на качеството;
- Да се структурират минните процеси и се разгледа връзката им с качеството на рудата;

- Да се представят възможностите за управление на качеството на рудата чрез използване на специализирани минни софтуерни продукти;
- Да се изготви методология за управление на качеството на рудата във флуоритов рудник „Лукина падина”.

6. Оценка на природните, техническите, технологичните, производствените, икономическите и други фактори, влияещи на качеството на рудата

В процеса на управление на качеството на рудата трябва да се съобразяваме с множество фактори, оказващи влияние в самия процес. Това са фактори с важно значение за производствените процеси и дейности, от които до голяма степен зависи и формирането на качеството на рудата във всички етапи на минното производство. Това са фактори с фундаментално значение за качеството на добиваните полезни изкопаеми, поради факта, че то зависи в голяма степен от тях. Това е причината, поради която те трябва да бъдат оценени, и с тях трябва да се съобразяваме във всички етапи на минното производство.

Качеството на добиваните полезни изкопаеми се формира при взаимодействието на множество различни фактори. Тези фактори имат важна роля и оказват основно влияние в процесите, свързани с управлението на качеството на рудата. Чрез въздействие върху тях, ако това е възможно, се осъществява самия процес по управление на качеството на добиваните полезни изкопаеми.

Факторите, оказващи влияние върху минните процеси, както и върху тези свързани с управление на качеството на добиваните полезни изкопаеми биват: природни; икономически; технически; технологични; минно-технологични; организационни; социални и др. Те могат да бъдат разделени в четири основни групи - природни фактори, производствени фактори, икономически фактори и други фактори.

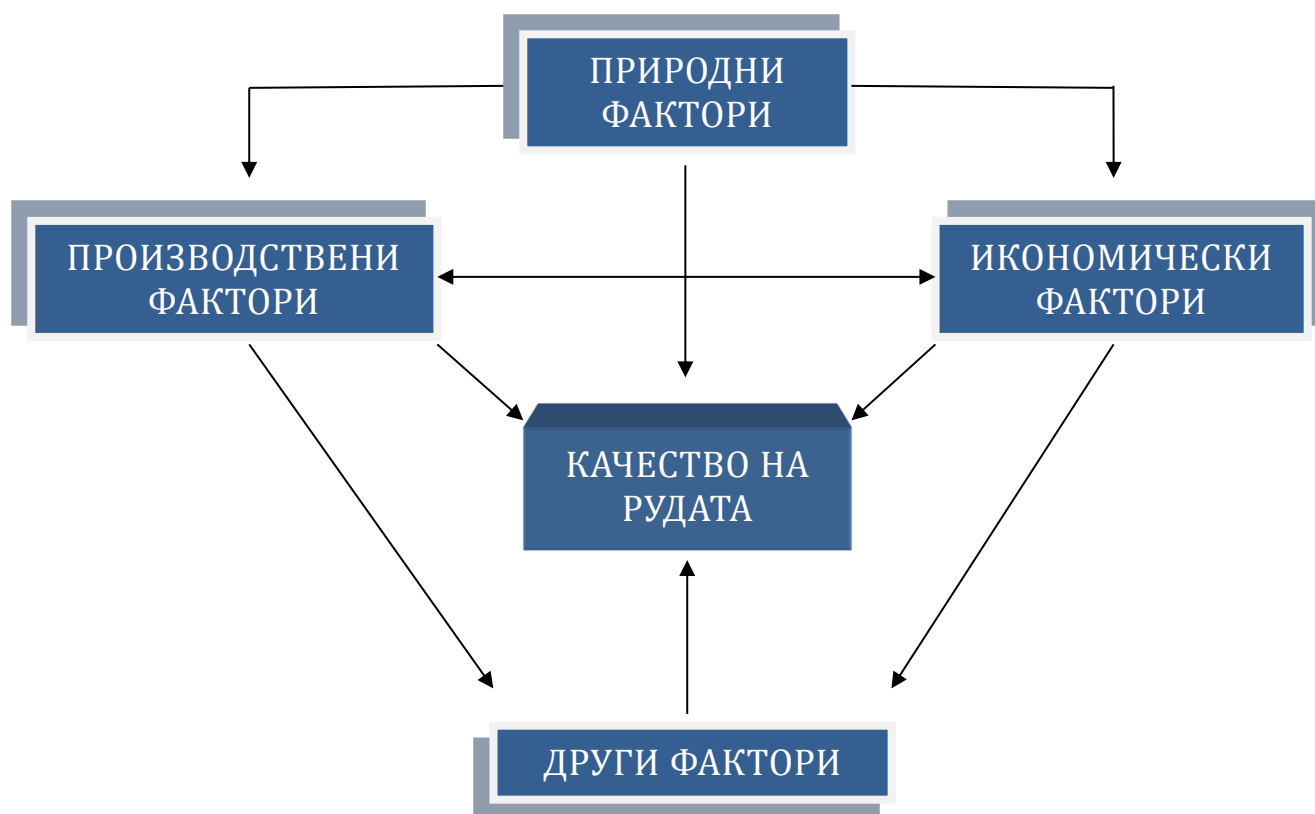
- Природни фактори – това са група фактори, свързани с природните дадености в находището, с геоложката характеристика на района и находището, с рудните тела в него и техните елементи на залягане, със свойствата на скалите и др. Това са фактори, оказващи основно значение в процеса на управление на качеството на добиваните полезни изкопаеми. В групата се включват фактори като: Генезисът на дадено находище; Геоложките дадености в масива; Формата и размерите на рудните тела; Качеството и количеството на запасите в даденото находище; Условията на залягане на рудните тела в даденото находище.

- Производствени фактори – това са технически и технологични фактори, свързани с производствените процеси, започващи от разкриване, подготовка, минаващи през добив, преработката до получаване на крайния продукт. Тази група фактори обхваща целия минен процес и процесите, свързани с управление на качеството на рудата. В тази група се включват фактори като: Кондициите на добиваното полезно; Прилаганите системи на работа; Техническите средства и техните възможности; Методът за разрушаване на скалите; Методите за управление на скалния натиск; Технологията на преработка и обогатяване; Мащабът на минното производство в дадения рудник.

- **Икономически фактори** – в тази група са включени икономически фактори, от които зависи икономическата ефективност на минното производство и икономическия ефект от процесите, свързани с управлението на качеството на рудата. Това са фактори като: Ценност на полезното изкопаемо (Ценност на даден полезен компонент в добиваната руда и Комплексна ценност); Разходите, свързани с цялото минно; Преработвателни разходи; Цената на световния пазар; Възвращаемост на инвестициите и срокът за тяхното откупуване.

- **Други фактори** – това са група фактори, свързани с пазара на крайния продукт, социални, социално-икономически фактори, конюнктура и др. В групата се включват: Състояние на пазара на произвеждания краен продукт; Социални фактори; Социално-икономически.

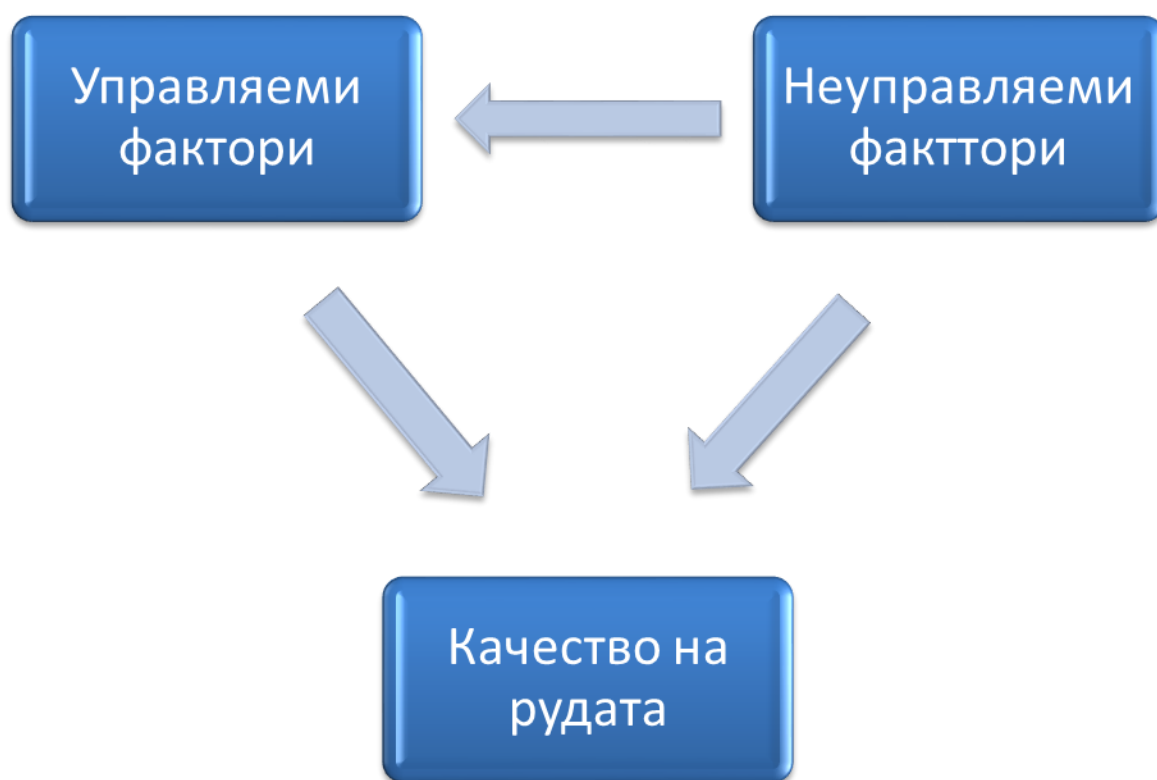
Факторите, влияещи върху качеството на добиваното полезно изкопаемо могат да бъдат още управляеми и неуправляеми.



Фиг. 1. Зависимост между основните групи фактори и качеството на рудата.

- **Управляеми** – фактори, върху които може да се оказва въздействие и те да бъдат променени. Показателите за качеството на рудата могат да бъдат коригирани чрез въздействие върху тези фактори. Това дава възможност за реално управление на качеството на рудата, добивана в подземните рудници. Тези показатели могат да бъдат планирани в етапа на проектиране и променяни в етапа на експлоатация, за да отговорят на конкретни изисквания в определен момент или за оптимизиране на процесите.

- **Неуправляеми** – това са фактори, които не се поддават на външно въздействие. С тях трябва да се съобразяваме през етапите на съществуване на подземния рудник. Върху тези фактори не може да се оказва въздействие, за да бъдат променени до конкретни желани изисквания, но трябва да бъдат взети под внимание още в етапа на проектиране. Ако това не бъде направено е възможно да се вземат фундаментално грешни решения, които в последствие да не могат да бъдат коригирани.



Фиг. 2. Зависимост между качеството на рудата и неуправляемите и управляеми фактори.

7. Разделителни, смесителни и други методи за управление на качеството на рудата

Управляемите фактори са тези, чрез които се постига процеса по управление на качеството на рудата в минното производство. Те от своя страна могат да бъдат представени чрез три основни метода, принципа за управление на качеството. Това са разделителни методи, смесителни методи, други методи за управление на качеството на рудата.

Методите за управление на качеството на добиваните полезни изкопаеми могат да бъдат представени и като основни принципи на управлението.

Тези принципи са:

- ▶ разделителни - свързани с разделителни и разсредоточителни дейности и мероприятия;
- ▶ смесителни – свързани със съсредоточителни, осреднителни смесителни и събирателни процеси;
- ▶ други – свързани с дейности и мероприятия спомагащи и обслужващи минното производство и процеса по управление качеството на рудата.

На базата на методите, принципите за управление на качеството в подземните рудници се създават и управленските цели за изпълнение на необходимите процеси и дейности с цел получаване на желаните крайни резултати относно качеството на рудата.

Управленските цели са:

- Повишаване на концентрацията на полезен компонент;
- Разделяне по сортове, типове руда;
- Намаляване на нивото на колебания между параметрите на рудата;
- Повишаване на хомогенността на рудата;
- Оптимизиране на спомагателните процеси влияещи върху процесите по управление на качеството на рудата.

Управленски методи в находището – това са методи и дейности по управление на качеството на рудата предхождащи самия производствен процес. Дейностите от тази група са основно свързани с проекти решения и планиране на качеството на рудата. Тук мероприятията за управление на качеството на добиваните подземни богатства имат по-глобален мащаб. В повечето случаи тези дейности са свързани с генерални промени за подземния рудник и за сравнително дълъг период от време.

Тези методи са:

- Промяна на системата на разработване и/или нейните параметри;
- Промяна в реда на изземване на запасите в даденото находище;
- Водене на селективен добив;
- Увеличаване на броя на добивните забои;
- Оптимизиране на пробивно-взривните работи;
- Оптимизиране на вътрешно-рудничната работна среда;
- Оптимизиране на вътрешно-рудничният климат.

Управленски методи в подземния рудник – това са методи и дейности по управление на качеството на рудата, извършващи се през самия процес на експлоатация на подземния рудник. Дейностите от тази група са основно свързани с технологичният работен процес. Тези методи реално изпълняват предварително взети проектни решения за управление на качеството на добиваната от подземни рудници руда. Чрез тези методи се осъществява оперативното управление на качеството на рудата, и с тяхна помощ също се нанасят корекции в предварително проектирани и планирани дейности, свързани с минното производство и управлението на качеството.

Тези методи са:

- Предварително вътрешно-руднично набогатяване;
- Регулиране на режима на производствения процес;
- Рудосортиране;

- Оптимизиране на операциите по товарене и транспорт;
- Вътрешно-руднично смесване;
- Създаване на вътрешно-руднични складове за руда;
- Създаване на вътрешно-руднични трошачно пресевни инсталации;
- Използване на сита, металоуловители и други спомагателни устройства.

А. Разделителни методи за управление на качеството – това са предимно мероприятия и дейности свързани с разделяне и разсредоточаване на минните процеси по управление на качеството на рудата. В тази група методи за управление на качеството на добиваните полезни изкопаеми влизат процеси като разделяне на отделни видове производствени дейности една от друга, разделяне на рудни тела на зони с различни показатели, разделяне на различните сортове руда, разделяне на товаропотоците и партидите руда с различно качество, както и всички разделителни и разсредоточителни дейности.

Б. Смесителни методи за управление на качеството – това са управленски методи свързани предимно със съсредоточителни, осреднителни, смесителни и събирателни дейности в подземните рудници. В тази група методи за управление на качеството на рудата, добивана в подземните рудници, влизат процеси по съсредоточаване на производствени дейности, съсредоточаване и събиране на товаропотоци и др. Тук влизат методи като намаляване на нивото на колебания в параметрите на добиваните полезни изкопаеми, повишаване на тяхната хомогенност, оптимизиране на производствените и извозни процеси, създаване на възможности за смесване, както и всички смесителни и събирателни методи за управление на качеството на рудата.

В. Други методи за управление на качеството – това са управленски методи, свързани с дейности и мероприятия, спомагащи и обслужващи минното производство и процеса по управление качеството на рудата в подземните рудници. В тази група се включват дейности, свързани със спомагателните процеси, рудничната работна среда, рудничният климат и всички дейности и мероприятия, спомагащи минното производство. Групата на тези управленски методи се характеризира със това, че тези методи не влияят пряко върху качеството на рудата, но те оказват влияние върху всички останали дейности и спомагат за изпълнението на основните процеси (групите на разделителните и смесителните методи за управление на качеството на рудата) по управление на качеството на рудата в подземните рудници.

8. Създаване на цифрови и блокови модели за планиране съдържанието на полезните компоненти

Цифровизацията на находищата и създаването на блокови модели е процес в минните предприятия, който в последно време намира все по-широко приложение поради възможностите, които предоставя. За създаването на тези цифрови модели на находищата се използват специализирани минни софтуерни продукти.

В минната практика при оценяването на потенциала, възможностите и състоянието на находищата все по-често се прилага използването на специализирани минни софтуери за геоложко моделиране и минно планиране. Тези специализирани минни софтуери намират все по-широко приложение в минното производство, както в открития, така и в подземния добив. Чрез тях и техните възможности се създават

геоложки модели на находищата, решават се задачи, свързани с минното планиране и също така се решават проблеми, свързани с управлението на качеството на добиваните полезни изкопаеми. Използването на тези софтуерни продукти започва още в етапа на проучване на находището.

По хронологичен ред задачите за решаване от специализираните минни софтуери започват с геоложкото моделиране, създаване на блоков модел на находището, след което следва минното планиране и в частност планирането на процесите по управлението на качеството на рудата, добивана в подземните рудници.

При добивните работи, минните процеси и процесите по управление на качеството на рудата се планират чрез различни модули на специализираните минни софтуери в определена последователност. Това се прави с цел планиране на минните процеси за получаване на оптимален резултат в процеса по управление на качеството на рудата, както и в целия производствен цикъл на подземния рудник.

Последователността на процесите е следната:

- ❖ Определяне на сондажната мрежа и параметрите на пробивно- взривни работи;
- ❖ Определяне на линията на най-малко съпротивление – при системите на разработване, при които имаме две открити повърхности;
- ❖ Изчисляване на обема на отбивните слоеве за едно взривяване;
- ❖ Оценка на сеизмичността на взрива и определяне на максималното количество взривно вещество в една степен на взривяване;
- ❖ Стойностна оценка на пробивно-взривните работи;
- ❖ Задаване на времето за проветряване и оросяване на забоя и отбитото количество руда;
- ❖ Товарене и доставка на отбитата руда с товарачни машини;
- ❖ Стойностна оценка на трошачно-пресевна инсталация;
- ❖ Стойностна оценка на минните процеси в подземния рудник;
- ❖ Отчита се едновременната работа на няколко добивни забоя и се съвместяват подготвителните, нарезните и добивните работи;
- ❖ Планират се качествените показатели на добиваната руда.

Тези процеси при изграждането на цифров и блоков модел, както и цялостен модел на находището имат за цел поддръждането на всички производствени дейности и мероприятия в подземния рудник в определената последователност, обвързани заедно с финансовата страна на въпроса. Тази информация и тези възможности на специализираните минни софтуери се използват в процеса по управление на качеството на добиваните от подземните рудници полезни изкопаеми.

Чрез създаването на различни цифрови модели на находището могат да се симулират различни варианти на работа в подземния рудник, което позволява да се проверят очакваните резултати и да се избере варианта, при който имаме оптимален резултат. Едновременното и цялостно представяне на информацията за находището позволява цялостен поглед върху състоянието и перспективата на находището, както и подземния рудник. Това от своя страна създава възможност за вземане на верни и ефективни инженерни решения относно процесите по управление на качеството на рудата и минното производство като цяло. Позволява се планирането и на финансови показатели чрез различни модули на минните програмни продукти. Блоковите и

цифровите модели на находищата за управление на качеството на рудата, добивана от подземните рудници, се явяват добър и лесно приложим вариант за представяне, проектиране и планиране на всички аспекти от минното производство.

9. Методи и минни процеси за планиране и управление на качеството на рудата

Методите за планиране на качеството на суровините при прилагане на пробивно-взривни работи, товарене и източване на рудата са методи, при които имаме планиране и проектиране на минно-производствените процеси, както и тези, свързани с управление на качеството на рудата, а също така и тяхното реално изпълнение. Планирането на качеството при тези минни дейности се осъществява за всяка една от тях поотделно, като впоследствие те се обвързват и подреждат така, че да улесняват протичането на целия производствен процес.

Отбиването и източването на рудата са важни технологични процеси при подземния добив на полезни изкопаеми, с относително голям дял на производствените разходи. Това поставя въпроси за оптимизиране на тези дейности с цел постигане на по-добри икономически и производствени показатели, както и повишаване на тяхната ефективност, респективно повишаване на качеството на добиваната минна продукция.

Това е основната причина поради, която пробивно-взривните работи и източването на рудата да бъдат важни минно-производствени процеси, свързани с формирането на качеството на рудата, добивана в подземните рудници, както и нейното управление.

Пробивно-взривните работи и взривното отбиване на рудата в подземните рудници са основни технологични процеси. Това от своя страна налага изискване към управлението на тези минно производствени процеси с цел получаване на по-добри резултати при тяхното изпълнение и в частност по-добри показатели по отношение на качеството на рудата (зърнометричен състав и съдържание на полезни компоненти).

Една от задачите е да се постигне по-пълно разрушаване на връзките между минералите. Целта на тази задача е да се намали енергопоглъщаемостта при последващите процеси по претрошаване и смилане на добитата от подземните рудници руда. Когато става въпрос за обвързване на пробивно-взривните работи с последващото претрошаване на рудата, трябва да се обърне внимание на характеристиките на трошачно-пресевните инсталации, както и на разходите и енергопоглъщаемостта за извършването на този производствен процес. Трябва да се знае при какви условия имаме оптимална работа на трошачните и пресевните инсталации, от което произтичат и част от изискванията към добиваната руда. Целта е чрез оптимизиране на пробивно-взривните работи да получим руда, при която процесът на трошене ще бъде оптимален и ще носи положителен икономически и производствен ефект.

Друга задача на рудоподготовката чрез извършване на пробивно-взривни работи е свързана с предфлотационната подготовка (трошене и смилане на рудата). Целта е да се повиши селективността на минералите чрез подобряване на тяхното разкриване. Освен повишаването на селективността от важно значение е да се изберат подходящи

методи за физическото и механическото въздействие върху рудата в масива. При изпълнението на тази задача се получава руда с по-добри показатели в процеса на нейното натрошаване и смилане. Както е известно, енергопоглъщаемостта и разходите за трошене и смилане на рудата са значителни, което налага извършването на тези управленски мероприятия. Чрез тях се получава руда с планираните показатели на изхода на рудника, която подобрява икономическата ефективност на първия етап от нейната преработката (трошене и смилане).

Друг важен момент, на който трябва да се обърне особено внимание в процеса на отбиване на рудата, е възможността от първично обедняване и/или загуба на материал. Това налага управление на взривните дейности и мероприятия в подземните рудници с цел не допускане на загуби на руда и влошаване на нейното качество. При неправилно планирани и проведени пробивно-взривни работи, се появява опасност от отбиване на стерилна скална маса, заедно с рудата, което води до намаляване на съдържанието на полезни компоненти и увеличаване на вредностите в общата минна маса. По този начин се обеднява рудата и се възпрепятства правилното протичане на процеса по управление на нейното качество.

Важен фактор е и нецялостното отбиване на рудата в добивния блок. Това от своя страна не води до големи промени в показателите на отбитата руда спрямо предишното и състояние и качество в ненарушения масив. Резултатите, които се получават в този случай, се изразяват в загуба на суровина (не отбита руда). Това би могло да окаже отрицателен икономически ефект върху минното производство, поради нецялостното изземане на планираните количества руда от даден добивен блок.

Тези фактори налагат към процеса по управление на пробивно-взривните работи да се отнесем с необходимото внимание поради значимостта му за цялостното развитие на подземния рудник. Чрез правилното проектиране, планиране и провеждане на целия този производствен процес се постига положителен ефект върху цялото минно производство и се осъществява реално управление на качеството на рудата.

Целите на управлението на качеството на суровините в подземните рудници при подготовката на рудата чрез пробивно-взривните работи са основно:

- Намаляване на механичната якост на рудата с цел снижаване и оптимизиране на производствените разходи в последващите преработвателни процеси (основно в процесите по натрошаване на рудата);
- Намаляване на механичната якост на рудата – това е процес, при който трябва да се извършва разрушаване не само за горния повърхностен слой, но и за целия руден къс. При този процес стремежа е не само да се раздели рудата от масива, но и отбитата маса да е цялостно раздробена. Тук трябва да се планират пробивно-взривните дейности с цел получаване на хомогенна рудна маса (без наличие на много фини класи и негабарити);
- Намаляване на якостта на границите между зърната. Този процес се извършва с цел получаване на селективност при разкриване на минералите, което ще облагодетелства преработвателния процес;
- Намаляване на възможностите за първично обедняване на отбитата рудна маса и влошаване на качеството ѝ;
- Намаляване на загубите от неотбита руда.

Тези пробивно-взривни операции са свързани пряко с управлението на качеството на рудата в подземните рудници. Изпълнението на целите на рудоподготовка се извършва чрез оптимизиране и управление на целия отбивен процес.

Проблемите с източване на отбитата руда от добивните блокове е от основно и много важно значение в процеса по планиране и управление на качеството на рудата в подземните рудници. Към него трябва да се подходи внимателно след изучаване на характеристиките на рудата, вместващите скали, както и параметрите на прилаганите системи на разработване (условията при които ще се осъществява източването на отбитата рудна маса). Проблемите по източването на рудата са различни при различните природни условия в различните подземни рудници, както и различните параметри на прилаганите в тях системи на разработване. При разнообразни условия поведението на рудата в процеса на източване е различно и към проблема трябва да се подходи внимателно и индивидуално, след изучаване на цялата информация за природните, технически и технологични фактори.

Прилагането на определени системи на разработване при различни природни и геоложки дадености в подземните рудници налага извършването на разнообразни и различаващи се производствени процеси. В здрави скали не склонни към обрушаване, които не изискват използването на крепежи, прилаганите системи са едни и към процеса по източване на отбитата рудата се подхожда по един начин. Докато в слаби скали склонни към обрушаване и изискващи крепеж се прилагат други методи в процеса по източване на рудата. Независимо от условията, в които се извършва източването на отбитата руда, целта на тези производствени дейности във всички възможни случаи е една и съща (минимални загуби, максимално източване на отбитата руда, недопускане на замърсяване на рудата и др.), и тя е свързана с правилното им провеждане с цел изпълнение на процеса по управление на качеството на рудата в подземните рудници.

От важно значение за правилното провеждане на процеса е да се създаде възможност за цялостно източване на рудата от добивните блокове.

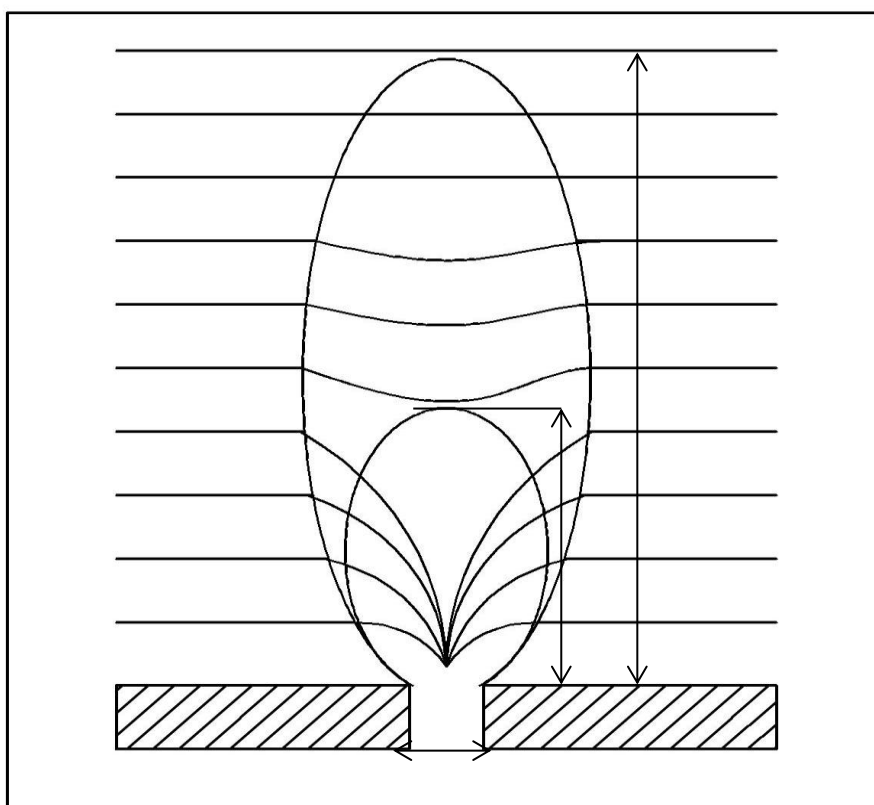
Обичайна практика в минните предприятия е да се извършват промени в проектните и планови решения относно количествата руда, съобразени с резултатите относно качеството на суровината, които следва да бъдат извозени от всеки един добивен блок. Това се налага от динамиката на работа в минното предприятие, етапа в който се намира, конюнктурата, пазарните условия и др. Чрез изпълнението на определени мероприятия се осъществява контрол върху взетите проектни решения и реално се изпълнява процеса по управление на качеството на рудата в етапа на нейното източване.

Все известно е, че при източване на руда под натиска на обрушени скали се проявяват закономерности на механиката на насипните среди. Над отвора за източване се формира зона на движение на потока (формира се елипсоида на източване). Всички късове в елипсоида участват едновременно в движението на отбитата рудна маса, но с различна скорост. Скоростта е по-голяма в центъра на елипсоида и по-малка в периферията му.

От размерите на елипсоида на източване зависят количеството и качеството на извлечената руда. Размерите на елипсоида на източване се влияят от размерите на отвора на източване, височината на отбития слой рудна маса, едрината на късовете,

Ъгълът на вътрешно триене на насипната среда, сцеплението и влажността на отбитата руда. Част от изброените параметри се определят от средата, докато останалите са технологични.

От характеристиките на средата се определя ъгъла на образуващата на елипсоида на източване, който е важен конструктивен параметър, оказващ пряко влияние върху качеството на рудата. Средата, в която следва да се извършват дейностите и мероприятията по източване на суровините от добивните блокове в подземните рудници, определят характера на целия процес. От него пряко зависят загубите и обедняването в етапа на добив, като чрез управлението на процеса по източване се осъществява контролиране на качеството на добиваната от подземния рудник суровина.



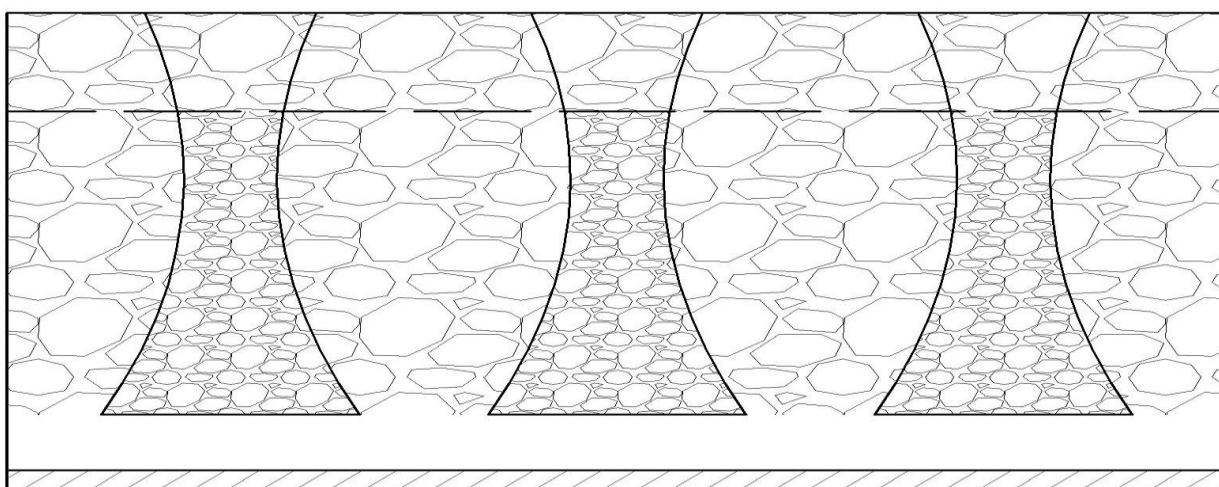
Фиг.4. Елипсoid на източване при дънно източване на рудата.

При източване на рудата от два или повече отвора се проявява най-силно проблемът с размера на елипсоида на източване. Ъгълът на образуващата влияе върху размера на малката ос, ширината на елипсоида на източване. Размерът на елипсоида на източване при тези условия е от основно значение за качеството на суровините в подземните рудници, както и за загубите на суровина и нейното обедняване.

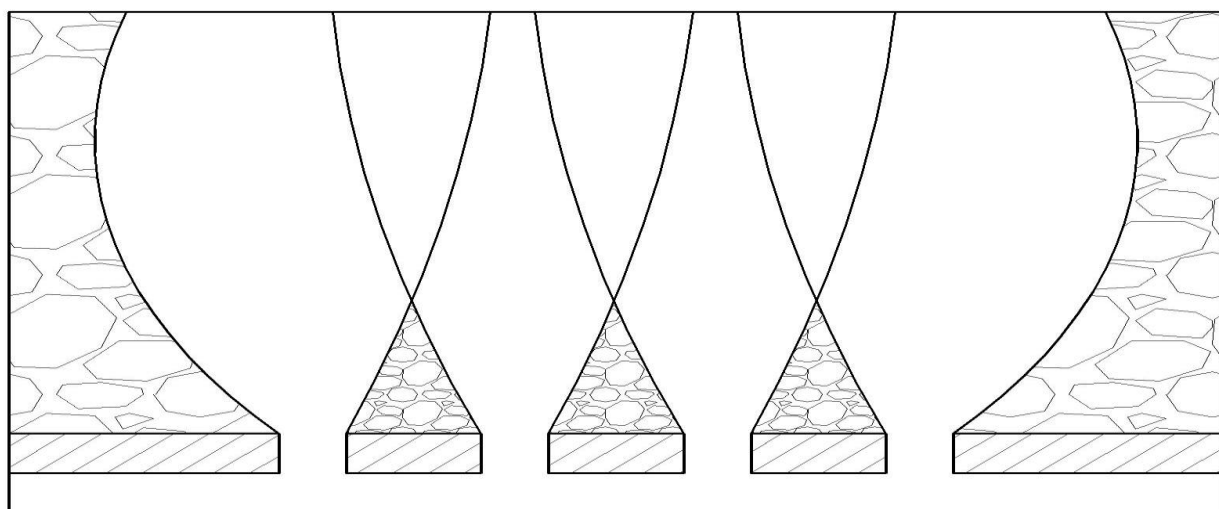
От особено важно значение е разстоянието между отворите за източване на отбитата руда. От тях зависи качеството и количеството на източваната суровина от добивните блокове в подземните рудници. В този етап от минното производство трябва да се обърне внимание на размерите между отворите за източване, като при голямо разстояние между съседните отвори има опасност зоните на потока във височина при контактната зона с обрушените скали да не се пресичат. Това води до

образуване на гребени от неподвижна и неизточена руда, появяват се загуби на суровина и недобри показатели по отношение на извличането. От това следва формирането на отрицателен икономически ефект и недостигане на планираните резултати.

За правилното провеждане на процеса по източване на отбитата руда, респективно процеса по управление на нейното качество, е необходимо разстоянието между отворите за източване да позволява припокриване на елипсоидите. По този начин се създава контролирано източване на рудата, от което следва намаляване на гребените от неподвижна руда, следователно намаляват загубите на суровина. Изпълнението на този процес позволява получаване на планираните в проектната фаза показатели и количества руда, от което следва и положителен икономически ефект от производствения процес.



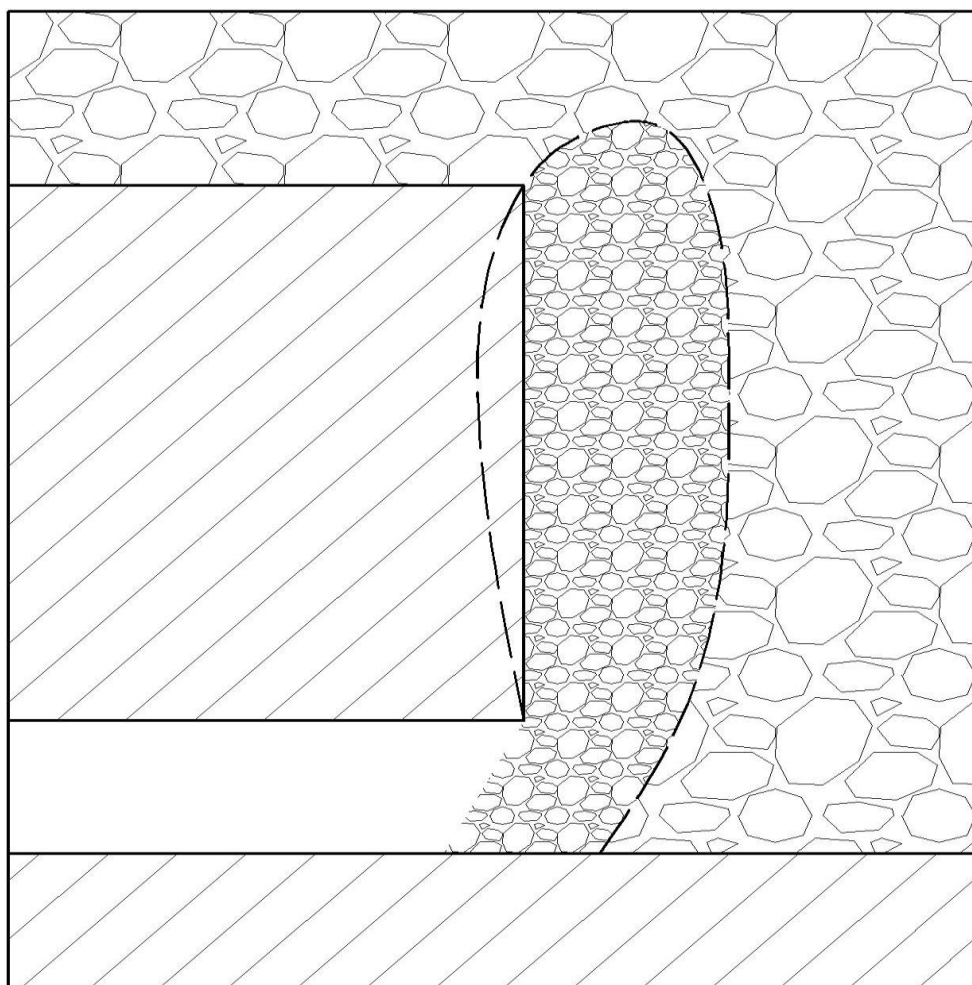
Фиг.5. Гребени на неизточена руда.



Фиг.6. Взаимно влияние на отворите за източване.

Правилното планиране на процесите по източване на рудата позволява ефективното провеждане на дейностите по управление на качеството на добиваните в подземните рудници суровини. Определящи фактори за вземане на верни инженерни решения са природните дадености, които следва да бъдат предварително изучени и експериментално проверени и доказани. Като контролна мярка се провежда анализ на експлоатационните показатели и се нанасят необходимите корекции с цел правилното провеждане на производствените дейности и процесите по управление на качеството на рудата.

При разработване на мощни рудни находища често се прилага системата с подетажно обрушаване и източването на рудата се извършва не дънно, а челно (челно източване на отбитата руда се прилага и при други системи на разработване). При този вариант имаме контакт на отбитата руда и обрушените скали не само отгоре, но и от още една или две страни, имаме хоризонтален и вертикален контакт. При този вариант елипсоида на източване трябва да бъде оразмерен така, че да не пресича вертикалната контактна повърхност. Елипсоидът на източване на рудата трябва да се впише в отбития обем руда докосвайки контактните зони с ненарушения масив и обрушените скали.



Фиг.7. Елипсоид на източване при челно източване на рудата.

От изпълнението на изброените задачи зависи нормалното протичане на процесите по източване на отбитата руда от добивните блокове, както и постигането на планираните проектни показатели за качеството на суровината. Създава се възможност чрез процесите по източване на отбитата руда за реално провеждане на процеса по управление на качеството на рудата в подземните рудници.

10. Създаване на методика за управление на качеството на рудата в рудник „Лукина падина“

На база на разгледаните и представени до тук методи, принципи, процеси, дейности и мероприятия за управление на качеството на рудата в подземни рудници е създадена методика за управление на качеството на рудата в рудник „Лукина падина“. Тя е съобразена с конкретиката на флуоритовото находище, неговите специфични характеристики и особености. Под внимание при разработване на методиката управление на качеството на флуоритовата руда са взети минно-геоложките, минно-техническите и минно-технологични условия в подземния рудник „Лукина падина“.

На първо място на база на представената и преработена за условията на подземен добив на полезни изкопаеми във втора глава от дисертационният труд класификация на методите и принципите за управление на качеството на рудата.

На второ място, имайки предвид минните софтуери, техните модули и възможностите, които те предлагат се създават нови по-големи и по-добри възможности за планиране и проектиране на качеството на рудата в подземните рудници.

На трето място е взет под внимание световният опит в подземния добив на флуорит. Тук са разгледани и са взети под внимание основни практики, както и отделни елементи като прилаганите системи на разработване, основните процеси и дейности във флуоритови находища, разработвани по подземен начин.

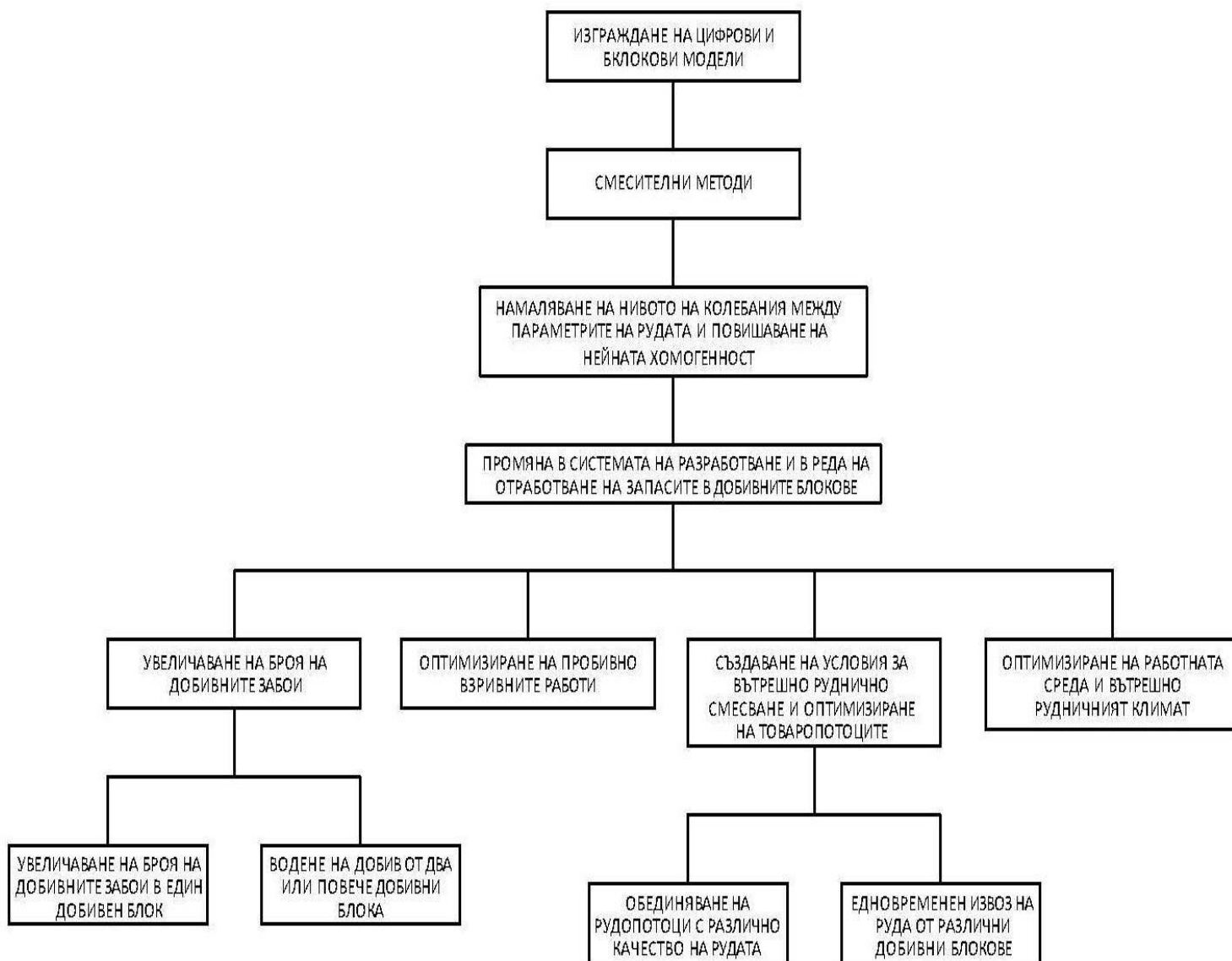
Като опит и практика са взети под внимание различни фактори и практики от световният опит. От една страна са разгледани прилаганите системи на разработване с техните характеристики и параметри, а от друга страна е обърнато внимание на използваната механизация за изпълнение на поставените задачи. Акцент е поставен и на дейностите по управление на качеството на рудата в разгледаните подземни рудници за добив на флуорит.

На базата на тези три основни момента (разработена класификация на методите и процесите за управление на качеството на рудата, световният опит при разработването на флуоритови находища по подземен способ и възможностите, предлагани от минните софтуери) е разработена и представена методиката за управление на качеството на рудата в подземен флуоритов рудник „Лукина падина“.

Методиката за управление на качеството на рудата се състои в:

- **Изграждане на цифрови и блокови модели на находището;**

МЕТОДИКА ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА КАЧЕСТВОТО НА РУДАТА В РУДНИК "ЛУКИНА ПАДИНА"



Фиг.8. Методика за управление на качеството.

- **Смесителни методи;**
- **Намаляване на нивото на колебанията между параметрите на рудата и повишаване на нейната хомогенност;**
- **Промяна в системата на разработване и в реда на отработване на запасите в добивните блокове;**
- **Увеличаване на броя на добивните забои**

- Увеличаване на броя на добивните забои в един добивен блок;
- Водене на добив от два или повече добивни блока.
- **Оптимизиране на пробивно-взривните работи;**
- **Създаване на условия за вътрешно руднично смесване и оптимизиране на товаропотоците:**
 - Обединяване на рудопотоци с различно качество на рудата;
 - Едновременен извоз на руда от различни добивни блокове;
 - Създаване на условия за вътрешно руднично смесване и др.
- **Оптимизиране на работната среда и вътрешно рудничния климат**
 - Спазване на правилниците за безопасност и следене за тяхното спазване и изпълнение;
 - Оптимизиране на наличната техника за работа;
 - Поддържане на водоотлив от рудника – водата, появяваща се в рудника е основно от пробивните дейности в него;
 - Вентилация – поддържане на нормална среда на работниците, следвайки естествената тяга на въздуха, което благоприятства самият процес;
 - Почистване и поддържане на работните места;
 - Създаване и поддържане на култура на работното място.

11. Създаване на цифрови модели за мощни находища (флуоритово находище „Лукина падина” гр. Чипровци). Предпоставки и модели.

Блоковите модели на находищата представят цялостна информация за природните, техническите, технологични и производствени фактори. В тях е залегнала информация от генезиса на находището, през производствените процеси, до получаване на крайния продукт. Разполагането и правилното боравене с тази информация създава възможност за планиране и управление на качеството на рудата в подземните рудници.

Моделът на находището и подземния рудник, с който минния инженер работи се различава от блоковия и геоложкия модел на находището. Данните които се представят в него носят информация за количеството и качеството на рудата в подготвителните, нарезите и добивните изработки, както и в целия подземен рудник. Тази информация е с важно и основополагащо значение за процеса по управление на качеството на рудата в подземните рудници. На базата на тази информация за находището се вземат производствените решения за всички отделни минно –

производствени и минно – добивни технологични процеси. Достоверността на информацията носена от цифровия модел на находището е от изключително значение за вземането на правилни решения за развитие на целия подземен рудник и управлението на качеството на рудата и всички производствени процеси в него.

Преработеният геоложки и блоков модел на находището, с който се работи в етапа на планиране и управление на качеството на рудата носи информация за конкретни производствени показатели. В него е заложена информация за разкриващите, подготвителни, нарезни и добивни изработки, както и за техните параметри (форма, размери и сечение), обеми (стерилна скална маса и руда, в зависимост от зоните, през които те биват прокарани), както и за скоростите с които следва да бъдат прокарани. В него се залага и информация за количеството и качеството на рудата в масива, както и темповете с които следва да бъде добита. Създаденият нов цифров модел на находището, използвайки възможностите на специализирани минни софтуери, се обвързва с производствените параметри (параметрите на системите на разработване, отбивните слоеве и др.). Цялата тази информация за находището и подземния рудник, както и възможността тя да бъде представена в един цялостен модел, създава предпоставки и възможности за управление на качеството на добиваните полезни изкопаеми в подземните рудници, чрез планиране, проектиране и подреждане на минно производствените процеси.



Фиг.9. Цифров тримерен модел на рудник Лукина падина.

Във флуоритовото находище „Лукина падина“ се срещат няколко различни вида флуоритова суровина. Геоложкият доклад на находището представя информация за качеството на рудата, която показва средни съдържания на полезните и вредните компоненти за цели геоложки блокове. Неравномерното разпределение на

флуоритовата суровина, по качество, в масива не може да гарантира постигането на постоянни показатели по отношение на качеството на рудата в добивните процеси. Не се създава достатъчна възможност за да се отговори на специфичните изисквания на обогатителната фабрика към добиваната флуоритова суровина. От това следват и не добри показатели в преработвателните флотационни процеси. От тук следват и основните изисквания към добиваната флуоритова руда, както и необходимостта от създаване на условия за управление на нейното качество още в подземния рудник.

Основните изисквания към флуоритовата суровина са свързани със съдържанието на полезен ($\text{CaF}_2\%$) компонент в добиваната и подаваната за последваща преработка (обогатяване чрез флотация) руда, както и с едрината и. По отношение съдържанието на $\text{CaF}_2\%$ в рудата то изискванията са за постоянство в качеството без наличие на големи отклонения от средната стойност. Също така с важно значение в процеса на нейната преработка оказват и съдържанието на вредни примеси (CaCO_3 и SiO_2), с които трябва да се съобразим в етапа на планиране и управление на качеството. Тези показатели са, както технологични (максимално извличане и минимални загуби) така и икономически (максимална печалба с минимални разходи за преработка). Възможно е при положителни икономически показатели средната стойност на полезен компонент в рудата постъпваща във фабриката да е по-ниска. Създава се необходимост от своевременно управление на качеството на рудата в рудника с цел получаване на оптимални резултати във всеки един конкретен момент от производството.

Другият показател по отношение на добиваната флуоритова руда от находище „Лукина падина“ е еднородност и хомогенност по отношение на зърнометрията. Това условие е продиктувано от факта, че флуорита е крехък и склонен към наситняване. Това негово качество води до не добри показатели в пред флотационните процеси по трошене и смилане на рудата. За да се избегне този неблагоприятен ефект е важно да се предприемат необходимите мерки още в етапа на отбивните процеси, както и в последващите дейности и мероприятия до входа на обогатителната фабрика.

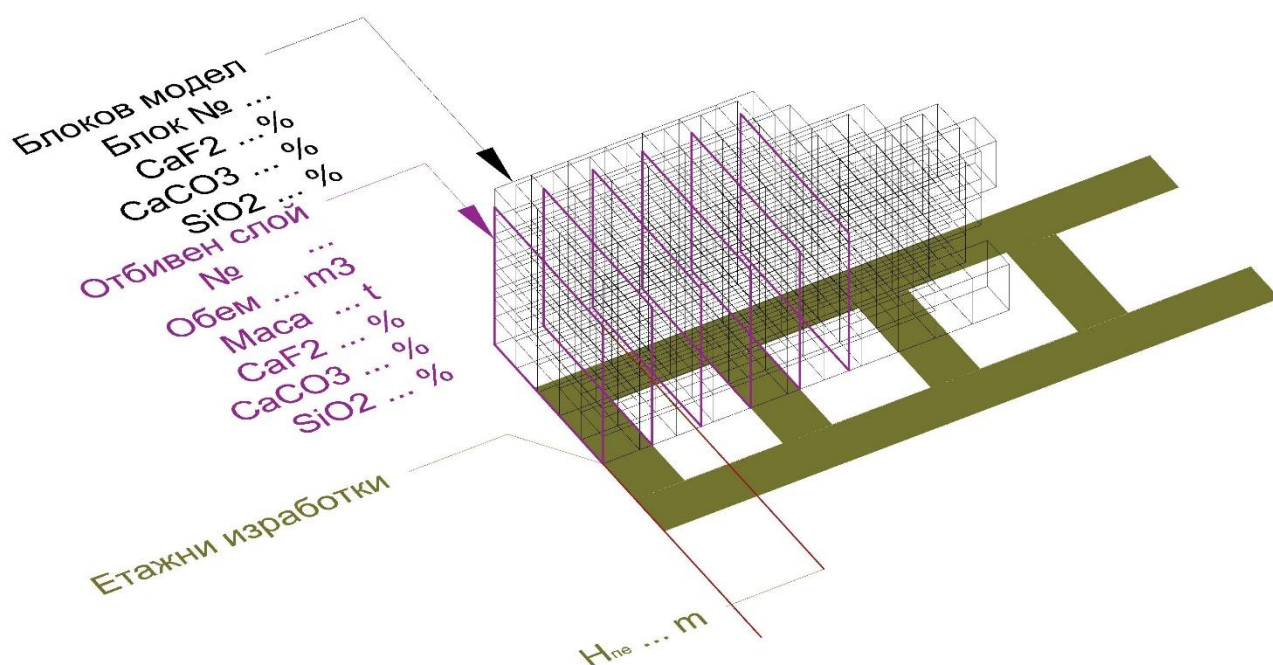
На базата на тези изисквания се създават необходимостта и предпоставките за управление на качеството на флуоритовата суровина. Те са продиктувани от природните дадености и изискванията към добиваната руда. Също така се представя възможността за използване на цифров модел за планиране и управление на качеството на рудата. Това се извършва чрез преработване на съществуващият геоложки блоков модел и създаване на нов, който има за цел обобщено представяне на цялата тази информация. Това ще позволи планиране и управление на минно – производствените процеси с цел добив на суровина от рудника с желаните постоянни показатели на качеството.

В разгледания пример за флуоритово находище „Лукина падина“, за експлоатационните нужди на предприятието се изгражда цифров модел на подземния рудник. В него се залагат природните дадености обвързани с производствените показатели, за конкретните условия, с цел отговаряне на поставените от обогатителната фабрика изисквания към добиваната флуоритова суровина.

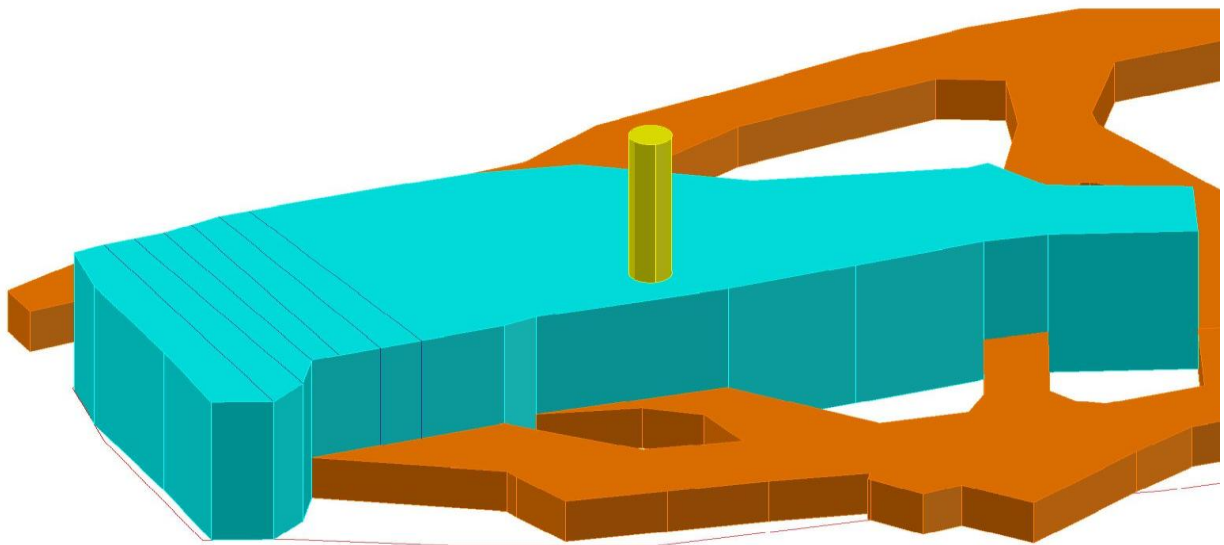
Рудните тела в находището се характеризират с голяма изменчивост на качествените показатели на флуоритовата руда в масива. От друга страна се наблюдават три основни типа флуоритова суровина, брекчовиден тип флуоритова суровина, флуоритова руда получена при заместване във мрамори и флуорит като

спойка в диабази. Тези факти сами по себе си създават условие за разделяне на рудните тела на различни рудни зони.

Целта на ново изградения цифров модел на находището е да обобщи информацията представена в геоложкия блоков модел към определени условия и ограничения. В цифровият модел на подземния рудник имаме разделяне на рудните тела по различни типове руда и различно качество. Като втора стъпка в процеса на изграждане на този модел се явява обвързката с прилаганата система на разработване в подземния рудник и размерите на отбивните слоеве. Във вече разделените рудни тела по качество се наслагват минните изработки и добивните блокове. На тази фаза от изграждането на модела имаме точна и ясна представа за количеството руда във всеки блок, както и за нейното качество. Трябва да се отбележи, че информацията за качеството на рудата, с която разполагаме към момента е все още за целия блок, както и за отделните рудни типове в него. Тази информация е важна, но не е достатъчна за правилното провеждане на процесите по управление на качеството на флуоритовата руда. Това е продиктувано главно от голямата изменчивост на качеството в рудния масив. По този начин разполагаме с информация за това какво следва да очакваме след изземане на целият добивен блок или на отделна рудна зона от него. Съобразявайки се с природните дадености, формата и размерите на рудните тела и добивните блокове в находището, както и количеството запаси заключени в тях се вижда, че тази информация е недостатъчна за планиране и управление на качеството на рудата. Налага се разделянето на рудата в добивните блокове на слоеве съобразени с отбивните секции.



Фиг.10. Принципна схема на тримерен блоков модел и отбивни слоеве.



Фиг.11. Преработен трмерен модел на рудно тяло в рудник Лукина падина разделено на отбивни слоеве.

Така в показаните в графичните приложения модел се вижда как рудните тела и добивните блокове са разделени на отделни слоеве съобразени с размерите на отбивните секции, както във вертикална така и в хоризонтална равнина. То този начин получаваме детайлна информация за количеството и качеството на рудата получавана след всяко едно взривяване в рудника. Това от своя страна създава условия за планиране на добивните и транспортни операции така, че да се гарантира постоянно качество на добиваната флуоритова руда. Създават се условия за провеждане на управление на качеството на суровината.

Таблица 1

Рудно тяло : 550 – 1 / № на добивен блок : 550 – 1		Забележка
№ на слой	550 – 1/ 17.w	
Обем руда [V, m ³]	362,5	
Маса на рудата [t]	1 007,8	
CaF ₂ [%]	36,8	
CaCO ₃ [%]	7,4	
SiO ₂ [%]	41,3	
Други примеси [%]	14,5	

Този метод за планиране на качеството на флуоритовата руда, чрез създаване на цифров модел на находище „Лукина падина“ обвързан, от една страна с природните дадености, а от друга с техническите и технологичните фактори, може да бъде приложен за каквито и да е находища за добив на подземни богатства при всякакви условия. Като ограничения ще действат конкретните характеристики в даденото находище, в което се прилага метода, както и специфичните изисквания към добиваната в него руда.

12. Експлоатиране на различни параметри на системите и технологията на добив във флуоритово находище „Лукина падина“ гр. Чипровци

Управлението на качеството на рудата е важен и основен момент в минния процес, от който се определя цялостния ефект на минното производство. Чрез управлението на качеството на рудата още в етапа на добива се постигат по-добри технико-икономически показатели, както в минно производствените процеси, така и в преработвателните. Това е сложен процес, който е свързан основно с изискванията към суровината, конюнктурата и състоянието на пазара в световен мащаб, но също така и с минно-геоложките условия (форма, размер, ъгъл на западане на рудните тела, съдържание на полезни и вредни компоненти в рудата) и технологичните параметри (прилаганите процеси, мероприятия и системи на работа в дадения подземен рудник).

Управлението на качеството на рудата в подземните рудници, още в процеса на добив е важен етап от минните работи. При добро планиране това може да донесе положително отражение в процеса на преработка, както и в производствените параметри като цяло, а също така значително и във финансовите показатели.

Управлението на качеството на рудата във флуоритовите рудници е фактор от изключителна важност поради специфичните особености на флуорита а именно неравномерното му разпределение в масива, голямата му изменчивост в съдържанието на полезен компонент на малки разстояния, не ясни и неиздържан контакт руда-скала, както и физико механичните му показатели. Поради това не е възможно прилагането на еднотипни системи на разработване на флуоритови находища. Често се налага прилагането на различни системи за различните участъци на един рудник или се разработват и прилагат варианти на избраната система на добив за конкретното работно място.

Въпреки това най-често прилагани при разработване на флуоритови находища по подземен начин са камерните системи със сондажно отбиване на рудата с или без подетажни изработки. Тези системи са предпочитани поради високата си производителност, ниските експлоатационни разходи и добрите показатели по отношение на загуби и обедняване.

Възможностите за управление на качеството на добиваната суровина чрез системите за добив се изразяват в оптимизирането на отделните им параметри съобразени с конкретните условия в дадения подземен рудник. Основен момент е създаването на възможност за водене на добив от колкото е възможно повече работни места едновременно. Воденето на добив от няколко работни места, няколко рудни тела, няколко добивни блока или различни зони на едно рудно тяло е метод, който

бива често прилаган при разработването на флуоритови находища по подземен начин. Това се налага поради характеристиките на флуорита в масива, като неравномерното му разпределение, непостоянството в качеството, неясен контакт и др. Добивът от различни добивни забои (в един добивен блок, в различни добивни блокове в едно рудно тяло или различни рудни тела) създава условия, при различна натовареност на всеки добивен забой, и неговата добра обвързка с товаро-транспортните операции, да се получи руда с постоянно качество на изхода от рудника. Това е необходим момент в процеса на управление на качеството на добиваната руда, но сам по себе си не е достатъчен и напълно ефективен, докато не се обвърже с всички процеси от минното производство.

За да се осъществи осредняване на качеството на рудата е нужно организиране на транспорта така, че да се подава от всяко добивно място точно определено количество руда с ясни показатели. Необходимо е да се създадат достатъчно възможности за хомогенизиране на добитата от различните добивни забои флуоритова суровина за да не се получават отклонения от желаната и планирана средна стойност на полезен компонент, което от своя страна би довело неблагоприятни условия за последващата преработка както и до не добри икономически показатели като цяло. Осигуряването на добро хомогенизиране на рудата с различни показатели може да се осъществява чрез процесите по нейното транспортиране, чрез използването на рудоспусъци и други смесителни съоръжения, чрез вътрешно руднично смесване на отделните товаропотоци или чрез използването на междинни складове за осредняване на качеството на рудата вътре и извън рудника. Основната идея е да се създадат достатъчно места и възможности още в самия рудник, а също така и извън него за доброто смесване на флуоритовата руда от различните потоци и партии, с цел получаването на суровина за преработка с постоянни показатели. Подаването на руда с постоянни показатели е от изключителна важност в процеса на нейната преработка, защото дори най-малките отклонения от предварително зададените стойности водят до недобри резултати в крайния продукт и отрицателен икономически ефект от производството.

Управлението на качеството на рудата в подземните рудници е важен момент с който трябва да се съобразят всички етапи от съществуването на даден подземен рудник. Ако това не бъде взето под внимание то има опасност от създаване на отрицателен икономически ефект върху съществуването на целия подземен рудник.

В представения пример (за подземен рудник за добив на флуорит „Лукина падина“) се разглежда варианта с прилагане на една и съща система на разработване (система с подетажни изработки) в подземния рудник, като тя бива преработена и се създават варианти на системата за конкретните условия. Прилаганата система на разработване в находище „Лукина падина“ гр. Чипровци е камерна система на разработване с отбиване на рудата от подетажни изработки. За управление на качеството на рудата добивана от находището са разработени и приложени няколко варианта на системата, както и на различни технологични параметри. Това се налага от изискванията към качеството на флуоритовата суровина и е обвързано с конкретните условия в находището. Прилаганата система на разработване в подземния рудник е съобразена и обвързана със съществуващите минни изработки и изградената инфраструктура на повърхността.

На базата на разработения цифров модел на находището се създава възможност за развитие на вариантност в прилаганата система на разработване с цел управление на качеството на добиваната руда.

Системата на разработване е избрана поради нейните предимства, спецификата на самото находище и практиката при разработване на подобни находища. Основните предимства на системата са:

- Ниски експлоатационни разходи;
- Висока производителност;
- Ниски стойности на загубите и обедняването;
- Позволява съвместяване и независимо извършване на основните добивни процеси и дейности – отбиване, товарене и транспорт;
- Позволява използването на високопроизводителна самоходна механизация;
- Пробиването на сондажите се извършва без пряк контакт на работника с пробивната машина;
- Има висока степен на безопасност, тъй като всички процеси се извършват от изработки с ограничено сечение и не се влиза в откритото добивно пространство.

Недостатъците на системата са:

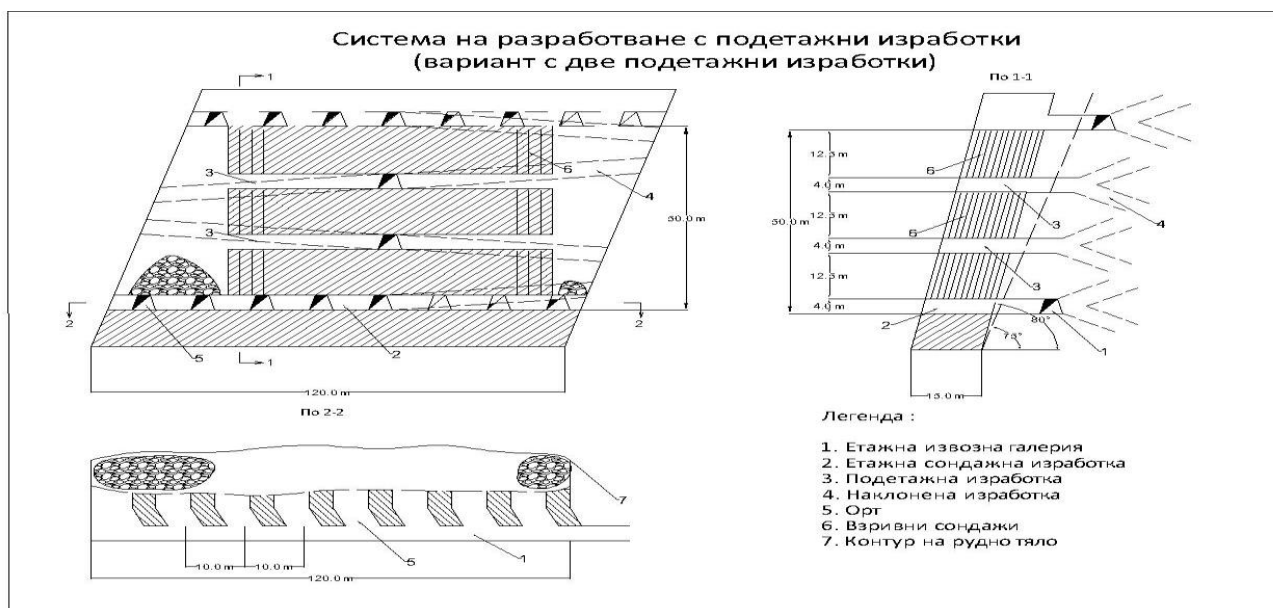
- Не позволява селективно изземване на безрудни включения, ако такива се срещнат в границите на рудното тяло;
- Ако рудното тяло няма ясни контакти с вместващите скали, се налага да се прокарат допълнителни изработки (ортове) на нивото на всеки подетаж, за да се определят контурите на орудяването.

При проектиране на конкретните параметри на системата на разработване прилагана в находище „Лукина падина“, както и нейните варианти, се взима под внимание всички нейни технически и технологични показатели, както и нейните предимства и недостатъци. Тези характеристики на системата на разработване, оказват важно влияние в процеса по планиране и управление на качеството на рудата добивана от подземния рудник. От тяхното познаване, изучаване и правилно планиране зависи нивото на риска и опасността от вземане на грешни инженерни решения относно прилаганата система на разработване. Което от своя страна би довело до негативен икономически ефект в предприятието, от цялото минно производство. За да не се получи този нежелан ефект, всички параметри на системата се анализират, преработват и оптимизират за конкретните условия в дадения подземен рудник.

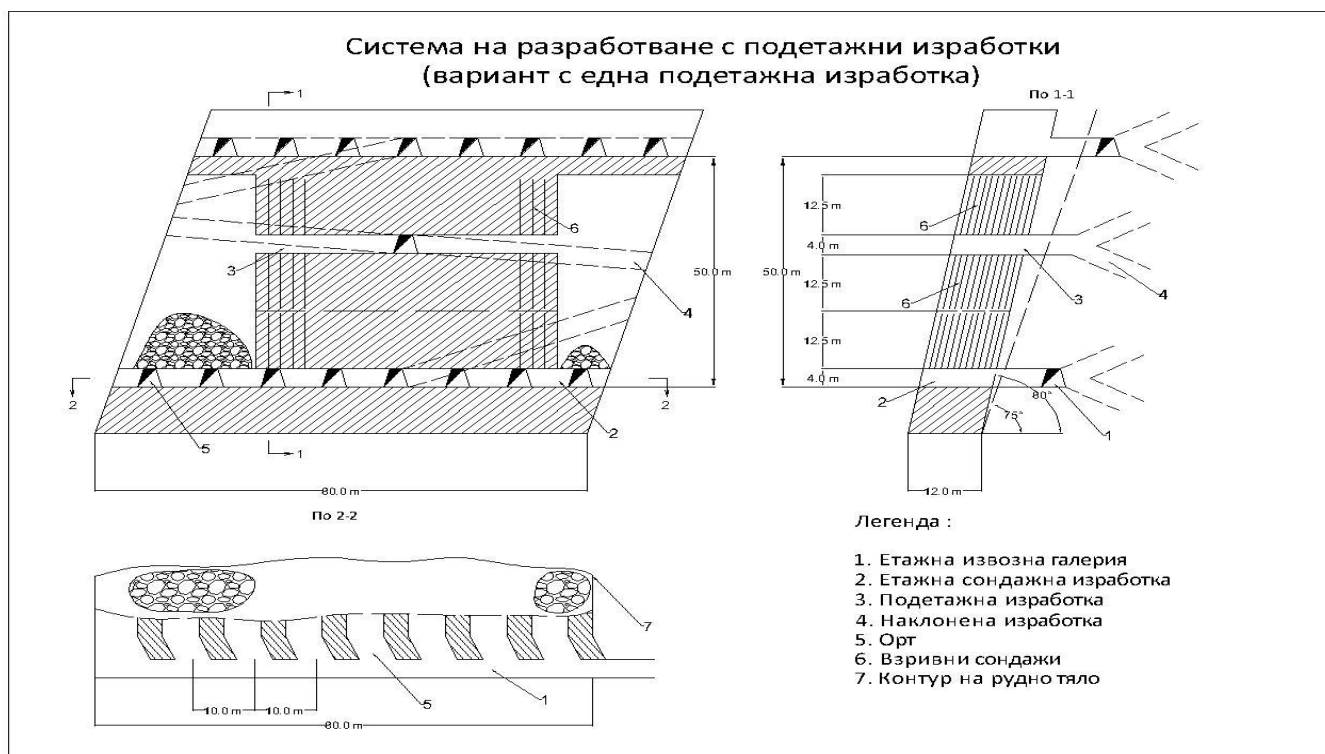
За да се отговори на изискванията към качеството на добиваната флуоритова руда от находище „Лукина падина“, както и да се адаптира системата на разработване към конкретните условия, се създават два основни варианта. И за двата варианта на системата на разработване височината на етажа е 50 m, мощността варира от 8 – 10 m до 22 – 25 m, а по простирание се ограничава от размерите на рудните тела, разликата при вариантите се изразява във височината и броя на подетажите, както и в параметрите на производствените процеси. Първият вариант (фиг.12), при който имаме

прокарване на две подетажни изработки и разделяне на блока на три подетажа и вторият вариант (фиг.13) на системата на разработване с една подетажна галерия и разделяне на блока на два подетажа.

Прилаганите варианти на системата с подетажни изработки прилагана в разглеждания рудник се различават от първоначалните проектни решения. Тези промени се наложиха след събиране и изучаване на допълнителна информация за находището, както и след проведени експерименти в рудника.

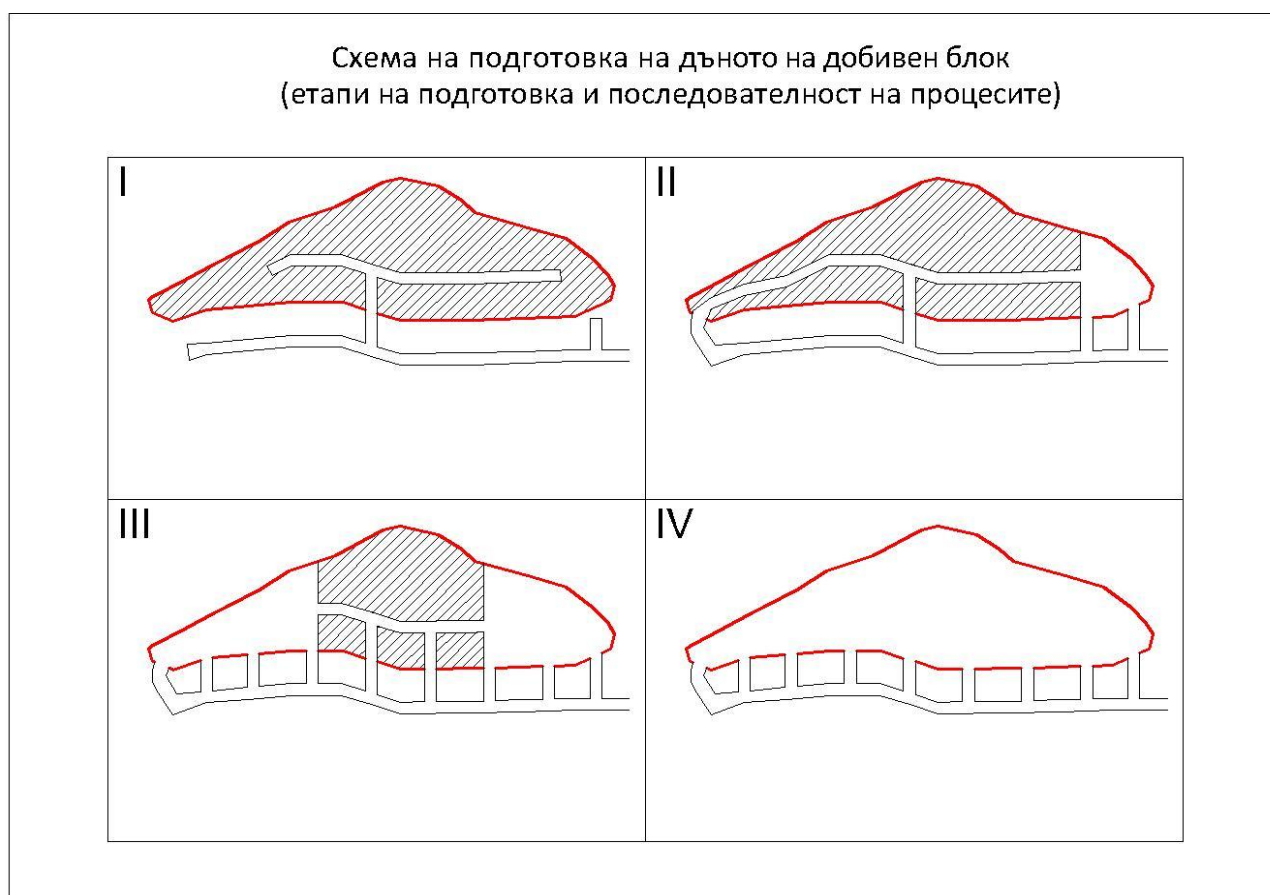


Фиг.12. Система на разработване първи вариант в рудник Лукина падина.



Фиг.13. Система на разработване втори вариант в рудник Лукина падина.

Проектно подготовката на дъното на блока е заложено да се осъществява с двойка галерии, прокарвани по двата контакта на рудното тяло с вместващите скали. Двете галерии се свързват помежду си с ортове през 8-10 m. Галерията, която проследява контакта с горнището е извозна, а другата – по контакта с долнището, е нарезна и е предназначена за пробиване на ветрилата от сондажи за отбиване на рудата от най-долния подетаж. Над извозната галерия се оставя временен надгалериен целик, скосен към нарезната изработка под ъгъл 50-55° за улесняване на източването на рудата. След направени проучвания за конкретните условия и на базата на опита в региона и сходни флуоритови рудници, подготовката на дъното на блока се осъществява отново чрез прокарване на две галерии (фиг.14). Едната се прокарва по скала и е предназначена за извоз на отбитата руда, докато другата галерия се прокарва през средата на рудното тяло. От извозната галерия се прокарва орт в средата на рудното тяло, от който в две противоположни направления се прокарва етажната галерия, до достигане на границите на рудното тяло. В обратен ред, след достигане на крайните граници на рудното тяло (добивния блок), етажната галерия се проширява до контактите със скалите от горнището и долнището (по цялата мощност на рудното тяло). Тук отново двете изработки се свързват с ортове за източване на рудата през 8-10 m., като те се прокарват успоредно с проширяването на етажната галерия.



Фиг.14. Схема на подготовка на дъно на добивен блок в рудник Лукина падина.

Този вариант е избран и се прилага поради няколко факта. От една страна условията в находището позволяват поддържане на големи открити пространства, като основната причина е факта че флуоритовото орудяване е в здрави скали (основно мрамори и диабазии), което благоприятства процеса и намалява загубите на материал в целици.

Това от своя страна улеснява и ускорява до голяма степен процесите по подготовка и нарязване на рудното тяло. От друга чрез прилагането на подобен вариант на подготовка на рудните тела се улеснява и опростява самия процес. От голямо значение е и факта че при избрания вариант на подготовка експлоатационните разходи са значително по-ниски, скоростта на прокарване на подготвителните изработки е по-висока и се добива значително количество руда. Избраният вариант е съобразен и с възможностите на използваната техника в подземният рудник. А също така чрез проширяването на галерията по цялата мощност на рудното тяло се създава възможност за по ясна и цялостна представа за контактната зона. Освен това с процеса на прокарване и проширяване на етажната галерия се събира допълнителна информация (от попълно добитата флуоритова руда) за качеството на рудата в масива. Тази информация се анализира, след което се пристъпва към актуализиране на модела, респективно имаме повишаване на качеството на информацията за рудата в масива. Това благоприятства процесите по планиране и управление на качеството на флуоритовата руда.

Таблица 2

Геомеханични характеристики на рудната зона и вместващите скали, „Лукина падина“.

Основни геомеханични характеристики на рудната зона и вместващите скали и качествена оценка	Основание за оценката	
1.Якост на масива	Отношение между якостта на едноосен натиск σ_n и натиска от горележащите скали γH	
Слаб	Под 8	
Умерено здрав	8 – 15	
Здрав	Над 15	
2.Разстояние между пукнатините	брой пукнатини на 1 метър	RQD
Много малко	Над 16	0 - 20
Малко	10 -16	20 - 40
Голямо	3 - 10	40 - 70
Много голямо	Под 3	70 - 100
3.Якост на срязване по пукнатините		
Ниска	Незапълнена пукнатина с гладки стени, или запълнена с материал, чиято якост е по-ниска от якостта на масива	
Умерена	Незапълнена пукнатина с грапави стени	
Висока	Пукнатината е запълнена с материал, чиято якост е същата, или е по-висока от якостта на масива	

Информацията по отношение на якостта и устойчивостта на рудата и вместващите скали, както и дългогодишният опит в района позволяват поддържането на големи открити площи и прилагането на подобен тип системи на разработване.

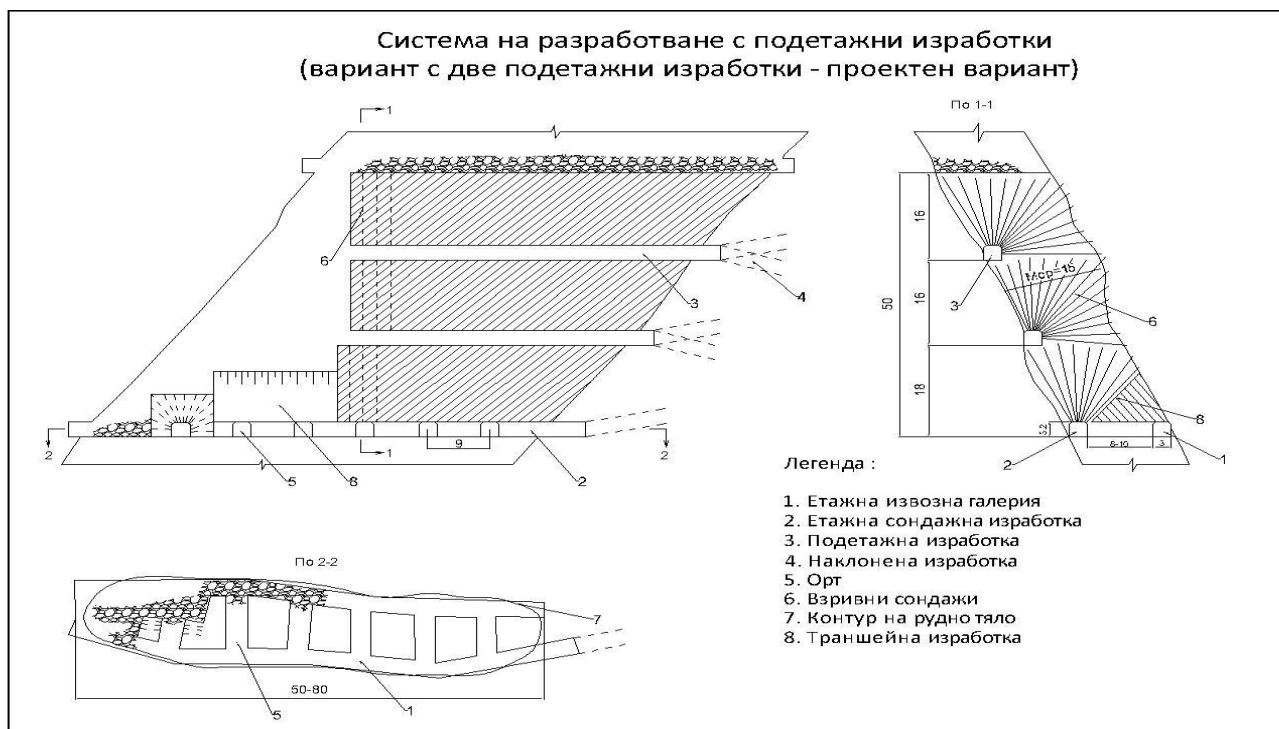
Дъното на добивните камери се подготвя по описания начин, при които имаме така нареченото. Това е съобразено с природните дадености, характеристиките на рудата и скалите в масива, специфичните особености в находището, прилаганата технология и използваната техника за добив и извоз на рудата. Причините за това са:

- Характеристиката на скалите в цялото находище. Както и възможността да се

поддържат големи открити пространства без да се налага крепене, запълване и поддържане на масива с целици;

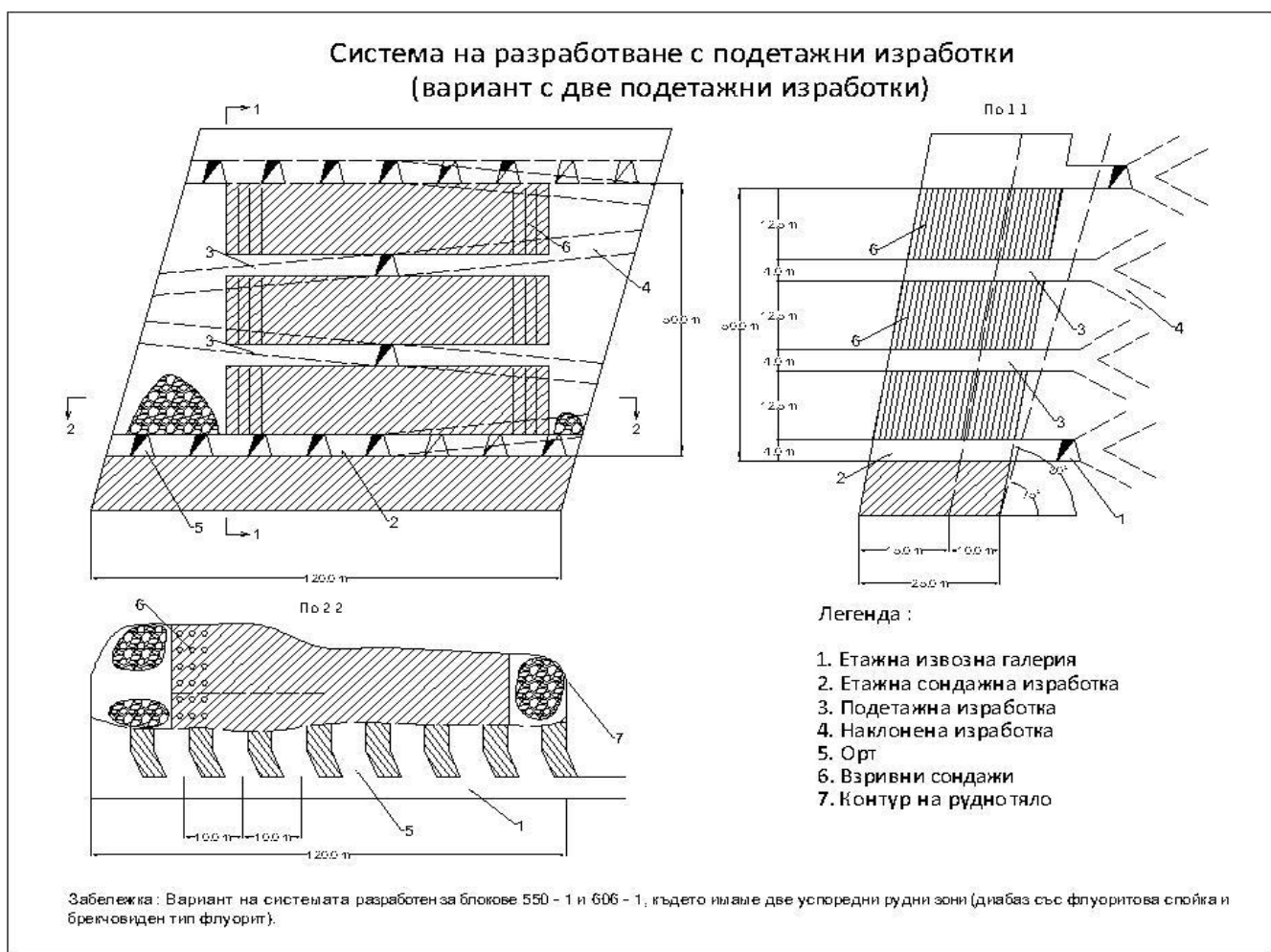
- Намаляване на загубите в предпазни целици. Такива се оставят на по-голяма височина и през няколко етажа (4 – 5 етажа или 200 – 250 m);
- Опростяване на схемите на пробивно взривните работи, поради спестяването и не изграждането на надгалерийния целик, респективно имаме по-прости и лесни за изпълнение производствени процеси;
- Този вариант на системата е обвързан и с използваната механизация. При тази конструкция на дъното на камерите не се налага направата на допълнителни камери за товарене в автосамосвали, тази операция се извършва в самия блок.
- Избраният вариант носи със себе си положителен икономически ефект поради високата скорост на прокарване на изработките, опростяването на минните процеси, допълнителната информация за самият блок и значителното количество попътно добита флуоритова руда.

Проектните разработки предвиждат образуването на подсичащия слой (отбиването на най-долния подетаж) да се извършва едностадийно, по направление на простирането, от висящата към лежащата страна на склонението на рудното тяло. Компенсационното пространство се създава отначало чрез преснемане на тавана с взривяване на редове вертикални ветрилообразно разположени взривни дупки, пробивани от нарезната изработка, които достигат до контакта на рудното тяло с висящата страна. Дълбочината им във всеки следващ ред се увеличава постепенно, според задигането на контура на орудяването. Крайните взривни дупки (сондажи) откъм страната на извозната галерия са под наклон 50-55°, за да се оформи наклонената плоскост на надгалерийния целик.



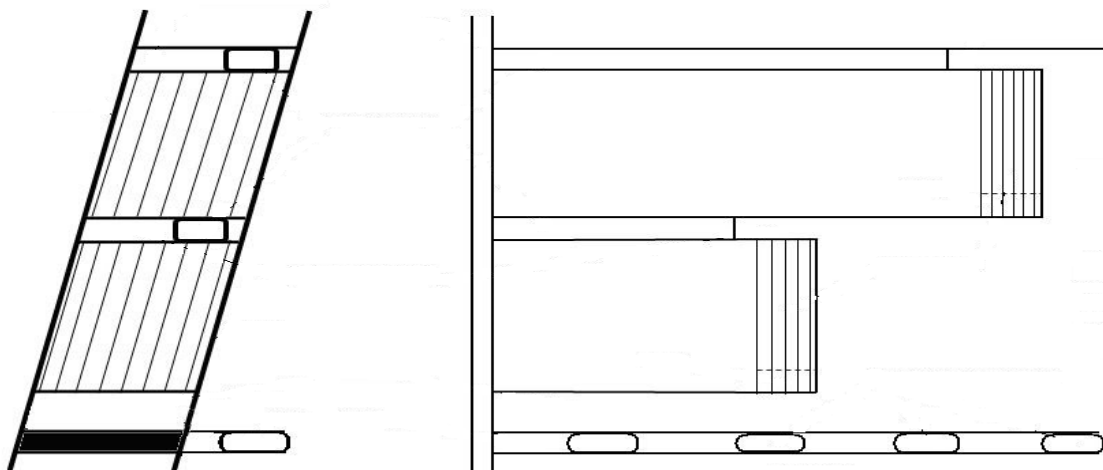
Фиг.15. Проектен вариант на система на разработване в рудник Лукина падина.

След направените проучвания и анализи на допълнително събраната информация от находище „Лукина падина“ и промените в параметрите на системата на разработване прилагана в подземния рудник, този процес следва да се извършва едновременно с подготовката на дъното на блока. Що се отнася до компенсационното пространство то следва да се създаде във вече образуваната камера, като се започне от двата края на рудното тяло (създават се компенсационни пространства във двата контакта по простиране на тялото), което е съобразено с реда на изземване на запасите в добивните блокове. Тук важно е да се отбележи, че сондажите не се пробиват ветрилообразно а успоредно един на друг, във вертикална равнина. Това се прави с цел по-добър контрол върху контакта между руда и вместващи скали. Основен и важен фактори за разполагането на сондажите по този начин е крехкостта на флуорита и склонността му към наситняване. Също така след направени опитни взривявания в прилаганата схема се постигат по-добри резултати по отношение на зърнометрията на отбитата минна маса и разкриването на зърната.



Фиг.16. Реализиран вариант на система на разработване в рудник Лукина падина.

Така избрани параметрите на добивните блокове позволяват създаване на мащабност в добивните процеси. Увеличава се броят на добивните забои, респективно увеличават се възможностите за смесване и усредняване на точно определени количества руда с ясни параметри с цел получаване на флуоритова руда с желаните и планирани показатели. От огромно значение е към този процес да се подходи във възможно най-ранен етап за постигане на оптимален резултат.



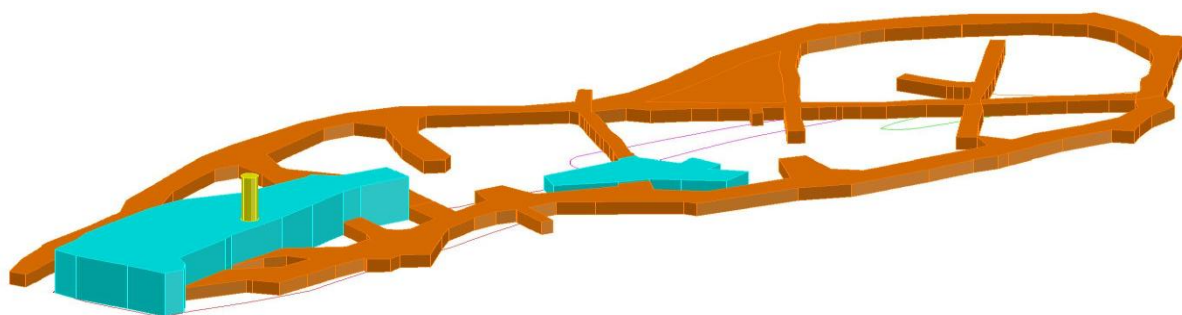
Фиг.17. Схеми на прокарване на сондажи в рудник Лукина падина.

След направени опитни взривявания и проучване на практиките в сходни находища се достигна до промяна в проектните параметри на пробивно взривните работи. Сондажите в добивните блокове се прокарват успоредно и възходящо (освен при варианта с два подетажа), където имаме прокарване на успоредни отбивни сондажи низходящо от подетажната галерия), а не ветрилообразно, както е заложено в проектната разработка на находището. Тази промяна се налага от няколко определящи качеството (качеството на суровината и качеството на работа) фактора, като чрез нея те биват контролирани и управлявани:

- С прокарването на успоредни сондажи се получава по-добър контрол върху стените на камерите. Контролира се състоянието на стените на добивните камери, като по този начин се намалява риска от получаване на обрешовки и/или свличане на скална маса;
- С прокарването на успоредни сондажи се постигат по-добри резултати, спрямо ветрилообразно прокараните сондажи, относно загубите и обедняването на флуоритовата руда. Важно е да се отбележи, че за избягване на този нежелан ефект е необходимо предварително детайлно проучване, анализиране и определяне на размерите на добивните блокове. Изпълнението на тази задача се улеснява от факта, че се добива много точна и ясна представа за границите на рудните тела в етапа на тяхната подготовка и нарязване. Чрез проширението на подетажните и етажните изработки до контакта руда – скала се позволява детайлното им очертаване, следователно и правилното планиране и проектиране на пробивно взривните работи. По-добрите резултати в прилаганата схема на сондажите спрямо проектната се дължат и на характеристиката и поведението на флуоритовата суровина и вместиците скали в находище „Лукина падина“;
- При този вариант на успоредно прокарване на отбивните сондажи се постигат по-добри показатели по отношение на зърнометрията на флуоритовата руда. Това е от изключителна важност поради характеристиката на скалите, различните типове, сортове флуоритова руда и склонността на флуорита към наситняване. При прилагане на схемата с ветрилообразни сондажи се получава зона на насищане с взривно вещество, в която флуорита (поради неговата характеристика) се наситнява, което е

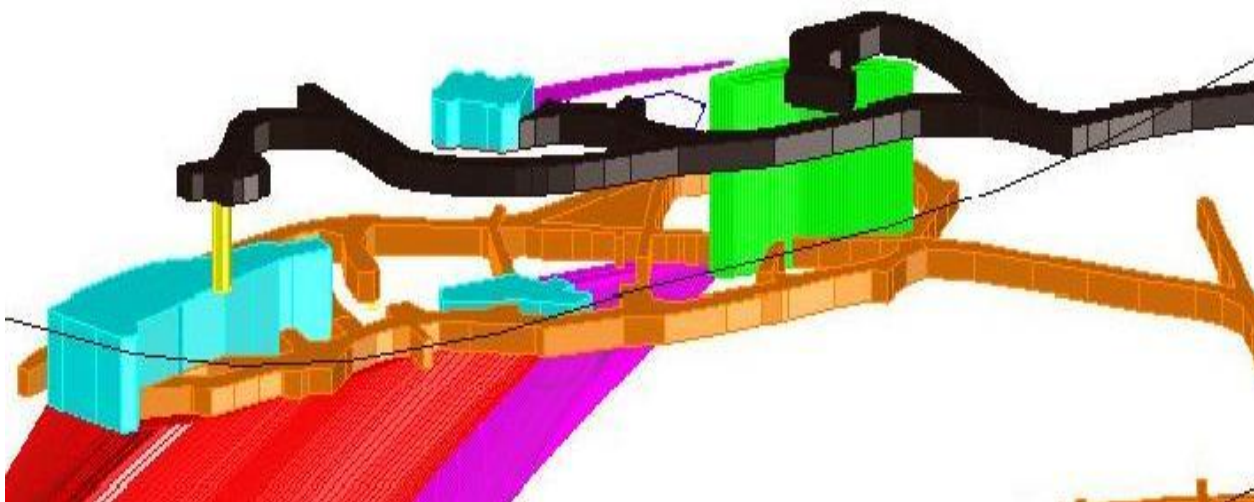
нежелано и води до загуби в последващите процеси. Също така в дъното на сондажите се получават негабарити (опитно установено), което е продиктувано от характеристиките на вместващите скали и флуоритовата рудата. Прилаганата схема на успоредно разположение на отбивните сондажи в рудник „Лукина падина“, постига по-добри показатели по отношение на зърнометрията, което е от изключително важно значение за постигане на положителен икономически ефект и намаляване на загубите в преработвателните процеси.

Създава се унифициране на параметрите на системата на разработване във всички прилагани в подземния флуоритов рудник варианти. Причините за унифицирането на размерите на отбивните слоеве, както и параметрите (които е възможно) на системата на работа са свързани с природните дадености, характеристиката на флуоритовата руда, технологични параметри и улесняване на планирането на добивните процеси и тези свързани с управлението на качеството на рудата, за постигане на заложените показатели по качеството.



Фиг.18. Модел на блок подготвен за добив в рудник Лукина падина.

Разработените и приложени варианти на системата с подетажни изработки в рудник „Лукина падина“ създават условия за увеличаване на броя на добивните забои. Така разработените варианти, са съобразени с конкретните характеристики на рудата и вместващите скали в находището (якостни показатели, съдържание на полезни и вредни компоненти, специфика на преработката и др.), оказващи влияние в преработвателните процеси, респективно в качеството на получавания краен продукт (от тук произлизат и изискванията към качеството на добиваната руда). Чрез създаването на множество от добивни забои, както и унифицирането на производствените процеси (пробивно взривните работи, размери на отбивни слоеве, височина на подетажи и др.) се създава възможност за отбиване на точно определени количества руда при всяко едно взривяване от всяко едно работно място. Качеството на тази руда също е известно (залегнало в геоложкия модел на находището), като по този начин се спомага за провеждането на процесите по планиране и управление на качеството на рудата. Създава масовост и мащабност на производството с цел постигане на проектните и планови показатели по качеството и положителен икономически ефект от целия производствен процес.



Фиг.19. Работен вариант на системата на разработване в рудник Лукина падина

Източването на добитата флуоритова руда от добивните блокове, както и целият процес по нейния транспорт до изхода от подземния рудник е съобразен с предшестващите ги процеси. В рудника е създадена възможност за вътрешно руднично смесване на руда с различни показатели чрез използване на рудоспусъци и смесителни складове, а също така и за разделно извозване и складиране на различните сортове руда (продиктувано от различните технологии на последваща преработка).

Системата на разработване във флуоритовия рудник „Лукина падина“ е преработена според конкретиката на проблемите в находището. Вzeti са предвид практиките в световен мащаб в добива и преработката на флуоритова суровина, както и специфичните характеристики на самото находище. За постигане на оптимален резултат в процесите по управление на качеството на флуоритовата суровина се налага подробното изучаване на всички аспекти оказващи значение в самия процес.

Наличността на цялата тази информация за подземния рудник и прилаганите системи на работа в него позволява планирането и поддръждането на производствените процеси, обвързани с движението на добивните завои, с цел постигане на планираните и заложи в етапа на проектиране показатели за качеството на флуоритовата руда. По този начин се създава възможност за управление на качеството на рудата, като се започне от етапа на проектиране, мине се през добивните процеси, и се стигне до входа на обогатителната фабрика.

Преработването на системата на разработване е съобразено с множество фактори оказващи важно значение в производствения процес и управлението на качеството на рудата. Цялата система на разработване на рудник „Лукина падина“ е преработена и пригодена към специфичните конкретни условия в находището и подземният рудник, изискванията към добиваната флуоритова руда и параметрите на които трябва да отговаря крайния продукт (флуоритов концентрат). Височината на подетажите, размерите на отбивните слоеве и всички производствени параметри са съобразени с изменчивостта и разпределението на флуоритовата суровина в ненарушеният масив. Параметрите на системата на разработване са съобразени също и с производствените разходи, като е намерена оптималната граница, при която имаме максимален икономически ефект при минимални експлоатационни разходи в целия производствен

процес (добив и преработка). Параметрите на системата също така са съобразени с възможностите и параметрите на използваната механизация в подземния рудник. Целта на всички тези операции, дейности и мероприятия е свързана с управлението на качеството на рудата за постигане на оптимален технически и икономически ефект от минното производство.

13. Критерии за оценка на качеството

Качеството на един продукт е съвкупност от неговите важни и съществени свойства и характеристики, неговите белези, особености и др., които го отличават и определят. Когато се произвежда някакъв продукт се обмислят характеристиките и качествата му. В зависимост от предназначението и приложението му, получавания краен продукт от минното производство има характеристики, които го определят, респективно определят неговото качество. За да се направи оценка на качеството на дадения продукт (например флуоритов концентрат) трябва да се изучат въпросите с неговото приложение, както и изискванията към него.

За оценка на качеството, респективно за създаване на критерии за оценка, може да се създаде таблица с качествените показатели на крайните продукти, както и изискванията на различните потребители. По този начин може да се оцени качеството на флуоритовият концентрат, както и на всички останали произвеждани продукти и те да се разделят на различни сортове и различни типове, според приложението им. Тук критериите за оценка на качеството се съобразяват с приложението на крайните продукти, както и показателите, на които трябва те да отговарят.

Критериите за оценка на качеството на даден продукт се явяват свойствата на този продукт, който могат да бъдат измерени и/или определени с помощта на уреди и съоръжения. Те също така могат да бъдат определени и от експерти в дадената област, които поставят рамките, показателите, и изискванията, на базата на които се оценява дадения продукт. По този начин чрез съпоставяне на произведения краен продукт (концентрат) от минното предприятие и съпоставянето му с еталонен може да се даде оценка за неговото качество. В този случай еталона ще служи като критерий, на базата на който се извършва оценката на качеството.

Критериите за оценка на качеството могат да бъдат разделени в две основни групи:

- Обективни критерии за оценка на качеството – това са критерии, като себестойност на произвежданата минна продукция, цена на световния пазар на произвеждания краен продукт, производствени разходи, постигане на предварително заложили показатели по отношение на химически състав – съдържание на полезни и вредни компоненти, по отношение на зърнометричен състав и др. Това са критерии за оценка на качеството, при които имаме пряка намеса с цел постигане на плановите показатели. При обективните критерии за оценка на качеството имаме строги показатели и критерии, на базата на които се извършва оценката на качеството. Като в случая чрез корекцията на отделни или група показатели се отговаря на конкретни критерии и се дава оценка на качеството.

- Субективни критерии за оценка на качеството – това са критерии определени на експертно ниво. Тук влизат критерии като екологичност на крайния продукт

(екологични норми и ограничения оказващи влияние върху качеството), приложението му, както и различни експертно и/или производствено определени еталони за качеството на минната продукция. В тази група критерии оценката на качеството се извършва експертно, на базата на опит или на базата на сравнение с еталонни параметри и показатели. Определящо за субективните критерии за оценка на качеството е липсата на точни критерии и показатели, като те се ползват само като база за сравнение на експертното решение.

Въздействието върху едната или другата група критерии за оценка на качеството води до промени в изискванията и параметрите на получаваните крайни продукти. По този начин се създават отделни изисквания, на които трябва да се отговори за различни нужди и приложения на дадения продукт, респективно различни критерии за оценка на продуктите. На базата на тези критерии могат да се определят различни качества на даден краен продукт съобразени с разнообразието в неговото приложение и специфичните изисквания произлизащи от това.

Като критерии за оценка на качеството се явяват също и отделните изисквания към различните сортове и типове произвеждани концентрати и крайни продукти, които се влагат в различни производства (киселинен сорт флуоритов концентрат 97% CaF_2 , 1% SiO_2 и 1% CaCO_3 , металургичен сорт флуоритов концентрат 85% CaF_2 и 5% SiO_2 , флуоритов концентрат за керамиката и стъklarството 95 % CaF_2 и 2,5% SiO_2 и др.). При тези различни условия и необходимост се появяват и различни изисквания към крайните продукти, респективно се формират различни критерии за оценка на качеството. Така например критериите за оценка на качеството на флуоритов концентрат влаган в металургичното производство се различават от тези за концентратите влагани в химическата промишленост. Тук изискванията към продуктите, респективно критериите за оценка на качеството се определят основно от консуматорите на дадения продукт, както и зоните на неговото приложение. В тези случаи крайните продукти и концентратите не се сравняват един спрямо друг, на базата на което да се определи тяхното качество. Сравнението се извършва спрямо зададените показатели от потребителите. Те поставят критериите за оценка на качеството.

Голяма част от основните критерии за оценка на качеството на рудата произлизат и са свързани с изискванията на консуматорите и преработвателните фабрики към нея. От тук следват и оценките, ако се отговори на конкретни изисквания, то следователно са изпълнени процесите по управление на качеството на рудата в предходните дейности и процеси (минните дейности и процеси в подземния рудник). Преработвателните фабрики като консуматори на крайния продукт, поставят изисквания към качеството на добиваните суровини и произвежданите от тях концентрати, които се явяват и критериите по които следва да се оценява качеството.

Това са критерии за оценка на качеството произлизащи от потребителите на добиваната и преработвана крайна минна продукция. Но произвежданите продукти и концентрати имат и трябва да отговорят на изисквания към качеството си наложени и от производителите им (от самите минно – добивни и преработвателни предприятия). Тези изисквания и критерии налагани от минните производители на крайния продукт са съобразени с конкретните условия в даденото находище, възможностите за добив, възможностите за обогатяване и получаване на желан и атрактивен краен продукт – концентрат. На базата на тези специфични особености и характеристики се създават

конкретни (за дадено предприятие, за дадено полезно изкопаемо, за даден подземен рудник) изисквания, създават се конкретни критерии за оценка на качеството в дадено минно предприятие.

Производствените процеси трябва да бъдат обвързани с разходите за получаване на единица крайна продукция. Необходимо е да се анализира и оптимизира ефективността във всеки един етап от минното производство (от добива през всички стадии на преработка, до краен продукт), като се сравняват постигнатите резултати с предварително планираните и заложили показатели. По този начин се извършва оценка на качеството във всеки един отделен етап от минно производствените и преработвателните процеси. Важно е да се направи и обща, обобщена оценка на цялото производство, като се обърне внимание на отделните дейности. На тази база могат да се създадат критерии за оценка на качеството от цялото производство, от всички минни и преработвателни процеси.

От друга страна, като критерий за оценка на качеството на рудата се явява ценността на рудата и/или комплексната ценност. Ценността на рудата се определя от съдържанията на вредни и полезни компоненти в нея. Тук се взема предвид и възможността за извличането на тези компоненти до получаването на крайни продукти, концентрати от тях, както и ресурсите необходими за това. Създава се ценност на рудата, при която имаме отнесени количества руда към производствените разходи за целия процес. Като по този начин може да се контролира икономическата ефективност на минното предприятие и да прилагат различни стратегии за работа и развитие към определени моменти. В този случай оценката се извършва на базата на тази ценност, планово определена и реална в добитото полезно изкопаемо.

Един от основните и важни критерии за оценка на качеството на цялото минно производство, и качеството на рудата в частност е икономическият ефект от целия този производствен процес. Необходимо е да се подходи внимателно и да се анализира всяка една стъпка, всеки един етап от този производствен процес с цел получаване на оптимален икономически ефект. Важно е да му се даде качествена оценка, на базата на която да се извършват всякакви промени и корекции в производствените процеси.

Друг важен критерий за оценка на качеството на рудата е нейната себестойност, както и себестойността на получавания краен продукт от нея. Този икономически показател определя ефективността на цялото минно добивно и последващото преработвателно производство. Чрез него може да се влияе върху цената на крайния продукт, както и да се реагира на цената на концентрата на световния пазар. Тук трябва да се разгледа комплексно въпроса за цялото минно производство (добив и преработка), а също така и по отделните производствени процеси.

Като критерии за оценка на качеството от друга страна и в определени случаи могат да бъдат и държавни, европейски и световни стандарти, на които трябва да отговаря получаваната минна продукция.

Критериите за оценка на качеството се определят от конкретните условия в даденото находище, изискванията към добиваната от дадения рудник руда и изискванията към получаваните крайни продукти. Те биват обвързани с техническите, технологичните и икономическите фактори и показатели, на базата на които се определят и съставят критерии и оценки за качеството.

14. Научни приноси

❖ Създадена е класификация на принципите и методите за управление на качеството на рудата обхващаща цялостното минно производство. В нея са разгледани както основните минни процеси имащи пряко влияние върху качеството на рудата, така и тези оказващи косвено влияние в този процес.

❖ Създадена е оценка на природните, техническите, технологичните, производствените, икономическите и други фактори, влияещи върху качеството на рудата. Представени са взаимовръзките между тези фактори и влиянието което те оказват върху качеството на рудата.

❖ Представена е методика за управление на качеството на рудата в подземните рудници чрез планиране на дейности и мероприятия, тяхното внедряване и реално изпълнение, на всяко едно ниво от производственият процес в подземният рудник.

❖ Представена е възможността за прилагане и използване на минни софтуери за планиране и управление на качеството на рудата в подземните рудници. Представена е тяхната обвързка с методите и принципите за планиране и управление на качеството на рудата и минно производствените процеси.

15. Научно-приложни приноси

- Проверени са в условията на подземен флуоритов рудник „Лукина падина” гр. Чипровци, част от методите и принципите за управление на качеството на рудата, съобразени с конкретните условия и изисквания в находището. Понастоящем те са внедрени в производството и се ползват като база за планиране на минно – производствените дейности, също така и за планиране и управление на качеството на рудата.

- Създаден и внедрен в производственият процес в подземния рудник е цифров модел на находище „Лукина падина”. Моделът се използва за поддържане на актуалното положение на цялостната информация за геологията (геоложки тела и структури, проучвателни изработки и др.) и минните дейности (състояние и положение на минните изработки и добивните блокове и др.) в подземния рудник, както и за решаване на определени минно-производствени задачи от една страна и за планиране и управление на качеството на флуоритовата руда от друга.

- Разработени и внедрени в рудник „Лукина падина” гр. Чипровци са варианти на прилаганата система на разработване в находището, съобразени с конкретиката на условията в самото находище, спецификата на флуоритовата руда, както и изискванията на преработвателната фабрика към нейното качество.

16. Минни практики за управление на качеството

В световен мащаб се срещат различни минни практики за управление на качеството на рудата. От тези минни практики има добри, такива доказали се в различни подземни рудници, с положителен резултат по отношение на качествените и

икономически показатели. Но също така се срещат и минни практики с недобри резултати – лоши минни практики за управление на качеството на рудата.

От основно и важно значение за процеса по управление на качеството, както и минните практики в световен мащаб в тази насока е необходимо да се изследват и проучат конкретните условия. По този начин ще се създаде възможност за прилагане на оптималните инженерни решения за конкретните условия в даден подземен рудник с цел управление на качеството на рудата във всеки един етап от минното производство.

Тези минни практики се изразяват в прилагане и експлоатиране на различни производствени показатели съобразени с конкретиката в даден подземен рудник и особеностите на полезното изкопаемо добивано от него.

Препоръчително е в процеса на управление на качеството на рудата прилагането на една система на разработване, и/или нейни варианти, за дадено находище, което ще създаде възможност за по-доброто провеждане на всички минно производствени и преработвателни процеси, както и не се допуска допълнително усложняване на целия работен процес. По този начин се създава възможност за унифициране на отделните производствени процеси (отбивни процеси, източване и др.) в подземния рудник, което спомага за по-лесното и точно провеждане на процеса по управление на качеството на рудата добивана в него.

Използването на една и съща система на разработване и нейни варианти (разработени за конкретните условия) в даден подземен рудник, както и за цялото находище, е препоръчително и от гледна точка на механизацията използвана в него. Тя ще е една и съща за цялото находище. Това позволява унифициране на технически и технологични параметри (форма и размери – типови минни изработки) в подземния рудник, което е желан вариант поради възможностите произтичащи от това.

Чрез унифицирането и уеднаквяването на отделни производствени процеси в подземния рудник се създават възможности за обобщен поглед върху тях и проблемите, които следва да бъдат решени. Това създава възможност за нанасяне на корекции и промени в производствените процеси, които ще се отразят във всички работни места. Ще се окаже цялостен, масов ефект в целия подземен рудник. По този начин се създава възможност за управление на качеството на рудата в целия рудник, чрез манипулиране на дадена производствена дейност, оказваща влияние в целия минно – добивен процес.

В световната практика се срещат и случай на прилагане на различни системи на разработване в един подземен рудник. Това е нежелан и рядко прилаган вариант в световната минна практика. Опитът в тази насока в световен мащаб показва не добри показатели при прилагането на този вариант в даден подземен рудник. Опасностите в случая произтичат от новостите и нововъведенията в дадения подземен рудник. Създава се възможност за недостигане на планираните показатели (технологични и икономически) при прилагането на различни системи на разработване. Основния проблем се изразява в съвместяването на производствените, технологичните и техническите показатели при различните системи на разработване. Друг проблем може да се яви и от страна на механизацията прилагана в различните зони на подземния рудник. Резултатите постигнати в световен мащаб в тази насока, определят

тази минна практика за управление на качеството, като не добра и с лоши технически и качествени показатели.

В подземния добив на полезни изкопаеми се срещат случаи в които се налага използването на различни системи на разработване в едно находище. Ако това е наложително, за избягване на лошите производствени и икономически показатели, се препоръчва смяна на цялата система на разработване, при което ще имаме отново една система на разработване в целия подземен рудник. Тук опасностите са в процеса на промяна на системата и адаптирането на цялото минно производство към нея. Световния опит и минната практика в тази насока показват един период от време, за адаптиране и пригаждане към новата система на разработване, в който не се достигат планираните производствени и качествени показатели. Това определя тази минна практика като рискова и се препоръчва прилагането ѝ да бъде съобразено и обвързано с спецификата в дадения подземен рудник.

Добри минни практики за управлението на качеството на рудата с доказани резултати са смесителните процеси, дейности и мероприятия следващи добива в подземните рудници. Тук трябва да се отбележи, че има множество практически резултати от провеждането на този процес, при различни условия в различни подземни рудници, от което следва и голямата изученост на процеса. Прилагането на тази минна практика е добър вариант за управление на качеството на рудата. При него трябва да се следят показателите на различните товаропотоци с цел постигане на плановите и проектни параметри. Голямата разпространеност и приложимост на този процес, както и сравнително лесното му изпълнение, го определя като добра и лесно приложима минна практика за управление на качеството.

Добра и препоръчителна практика е да създадат възможности за извършване на рудоподготовка във възможно най-ранен стадий от целия минно производствен процес. Това от своя страна води до намаляване на разходите в последващите добива процеси и увеличаване на икономическия ефект от цялото производство. Провеждането на дейности и мероприятия свързани с подготовката на рудата за последващите добива преработвателни процеси създават условия за оптималното им провеждане. Разходите за преработка на добитите суровини са значително по-големи от тези за самия добив, което определя и значението на рудоподготовката за целия този процес. Тези факти определят рудоподготовката като основна и важна минна практика за управление на качеството на рудата. С правилното изпълнение на тези дейности и мероприятия се постига положителен икономически ефект, което определя цялото производство като ефективно. Това определя тази минна практика като добра с положителни показатели.

Съществена и важна минна практика за управление на качеството на рудата, както и за целия производствен процес е свързана с прилагането на пробивно – взривни работи. За постигане на планираните и проектни показатели се препоръчва към този процес да се подходи с необходимото внимание и след набиране на достатъчно информация за условията в находището. Налага се оптимизирането и приспособяването (преработването) на тези дейности към конкретните условия в дадения подземен рудник с цел управление на качеството на рудата добивана от него.

За подобряване на показателите на пробивно взривните работи в прилаганите за добив системи на разработване (системи на разработване със сондажно отбиване) не

се препоръчва прилагане на варианти на класическата схема на прокаране на ветрилообразни сондажи от сондажни изработки прокарани по контакта със скалите от долнището. Препоръчва се прокарането на успоредни сондажи (след изучаване на специфичните характеристики в даденото находище) с което се намалява риска от загуби и обедняване на рудата, а също така се получават и по-добри показатели по отношение на зърнометрията ѝ. За целта е нужно сондажната галерия да бъде проширена до контактите на рудното тяло за да се създаде възможност за нормалното провеждане на пробивно взривните работи.

Тази схема на прокаране на сондажи се препоръчва и в случаите когато имаме неясно изразения контакт руда скала. Чрез прилагането ѝ се получава по-добро извличане на рудата с по-малко обедняване.

Като недостатък на тази схема на прокаране на сондажите се явява невъзможността тя да се прилага във всякакви условия. Тук имаме изискване към якостните показатели на скалите. Също така при непълна информация за контакта руда/скала (формата и размерите на рудното тяло) има опасност от увеличаване на загубите и обедняването.

Друг фактор на който трябва да се обърне внимание са случаите при които имаме голямата изменчивост и непостоянното качество на рудата в масива. В тези случаи минните практики за управление на качеството се характеризират с погъстяване на мрежата от минни изработки, както и оптимизиране на параметрите на прилаганата система на разработване. За постигане на положителни резултати в тези случаи, от тези практики се изисква подробно проучване и изучаване на цялото находище.

Препоръчва се също така за предотвратяване на допълнително наситняване на рудата да се сведе до възможният минимум претоварването на рудата, както и създаването на възможност това да се случва. Този процес може да се окаже както добра така и лоша минна практика в зависимост от характеристиките на рудата. За постигане на добри резултати от прилагането на тези мероприятия в подземния рудник е важно да се проучи цялата информация за характеристиките на даденото полезно изкопаемо. Тази минна практика може да окаже добро влияние върху крайното качество на получаваната минна продукция от подземния рудник, за което е нужно събиране на достатъчно информация и правилното и интерпретиране.

Оптимизирането на транспортните дейности в подземния рудник и обвързването им с процесите по управление на качеството на рудата е добра минно производствена практика. Чрез нея се постига контрол върху няколко показателя (качество на добиваните суровини и оптимизиране на икономическите показатели). При водене на добив от няколко рудни тела, от различни добивни блокове е препоръчително да се обърне особено внимание на извозните работи и те да бъдат планирани така, че с минимални разходи да се получава руда с желаното постоянно качество.

Тоталното управление на качеството, като минна практика е процес, етап от който се явява управлението на качеството на рудата. Добра практика е към този процес да се подхожда индивидуално, да имаме отделянето му от тоталното управление на качеството. Това се препоръчва и налага от сложността на целия този производствен процес, както и особеностите и условията в които той се провежда. При него е необходимо да се обърне внимание на всеки отделен производствен процес, както и

те да бъдат обобщени в една цялостна програма, методика за управление на качеството на рудата в дадения подземен рудник.

Добра минна практика за управление на качеството на рудата е използването на специализирани минни софтуери за решаване на различни инженерни задачи. Те могат да бъдат използвани, както за целия процес по управление на качеството, така и за отделни дейности и мероприятия от него. Използването на цифрови модели на находището, както и обвързката им с информацията за находището създава възможност за по-точно и ясно решаване на конкретните производствени задачи с цел постигане на желаните показатели по отношение на качеството на рудата.

От друга страна този процес може да се окаже и не достатъчно добра минна практика при условие, че първоначалната информация, заложена като база, е невярна и погрешна. Това ще доведе до грешни решения и лоши икономически и производствени показатели.

Тези условия поставят изискване към изучаване на информацията за находището и анализиране на данните за проектните решения. На базата на тази информация, получена от проучвателните работи и взетите проектни решения, както и обвързката им със съществуващите условия и положение, се съставя стратегията за развитие на целия подземен рудник.

В минните процеси свързани с управление на качеството на рудата в етапа на добивно изземване е препоръчително да се събере предварително достатъчно информация за находището като цяло. Това от своя страна ще доведе до вземане на правилни и адекватни инженерни решения относно съществуването на рудника и качеството на добиваните полезни изкопаеми.

Управлението на качеството на рудата още във възможно най-ранен етап от минното производство е процес с голямо значение за развитието на минните работи, както и целия подземен рудник. С извършването на този процес във възможно най-ранен и начален стадий се създава възможност за бързо и своевременно реагиране на непредвидени ситуации.

Основната минна практика за управление на качеството на рудата е проучването на находището, както и събиране и изучаване на цялата информация за него. Тя се характеризира със събиране, изучаване и анализиране на природните, техническите и технологични данни за даденото находище и подземен рудник. Тази информация служи за база на всички останали производствени процеси. Нейното изучаване и познаване е с фундаментално значение и спомага за провеждането на дейностите по управление на качеството на рудата в процесите в подземните рудници.

Основен момент при разработването на находище по подземен начин е да се набере достатъчна информация за самото находище, за рудните тела в него, за геоложките характеристики и др. Наличието на тази информация ще даде възможност за вземане на адекватни решения относно развитието на минните работи като цяло. Това от своя страна значително ще улесни и осигури правилното провеждане на управлението на качеството на добиваната руда.