

ПРЕПОРЪЧВАНА СИСТЕМА ЗА БЕЗЦЕЛИКОВО РАЗРАБОТВАНЕ НА МЕТАЗАЛЕЖА В УСЛОВИЯТА НА УЧАСТЪК „МЪРЗЯН СЕВЕР“, МИНА „ЕРМА РЕКА“

Г. Стоянчев¹, Е. Михайлов², Кр. Дерменджиев³, К. Куцаров⁴, Г. Дачев⁵

¹ Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“, 1700 София, e-mail g.stoyanchev@mail.bg

² „Горубсо – Златоград“ АД

³ Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“, 1700 София, e-mail krderm@mgu.bg

⁴ Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“, 1700 София, e-mail kbkutsarov@mail.bg

⁵ Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“, 1700 София, e-mail gada87@abv.bg

РЕЗЮМЕ. За условията на метазалежа под хор.515 на участък „Мързян“, на базата на задълбочен анализ на миннотехническите, технологични и геомеханични условия са предложени три основни варианта и подварианти към тях за система и технология за безцеликово отработване на запасите в участъка. По експертно избрани и ранжирани по тежест качествени критерии е направена оценка на вариантите. На база максимална оценка е препоръчан за прилагане вариантът „Камерна система с подпорни колони“. Посочени са предимствата и недостатъците на предпочитания вариант.

Ключови думи: подпорна колона, безцеликово изземване, метазалеж, анкери, фибробетон

RECOMMENDED SYSTEM WITHOUT PILLAR DEVELOPMENT OF METADEPOZIT IN THE CONDITION OF A SECTION "MARZQN NORTH", MINE "ERMA RIVER"

G. Soyanchev¹, E. Mihaylov², Kr. Dermendjiev³, K. Kutsarov⁴, G. Dachev⁵

¹ University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, e-mail g.stoyanchev@mail.bg

² "Corubso-Zlatograd" JSC

³ University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, e-mail krderm@mgu.bg

⁴ University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, e-mail kbkutsarov@mail.bg

⁵ University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, e-mail gada87@abv.bg

ABSTRACT. Conditions metadepozit under hor.515 at the "Marzyan" proposed variants system and technology without pillar working off the stocks in the area. Proposed are three main options and sub them. By deliberately selected and ranked in severity qualitative criteria is evaluated options. Based on the maximum assessment is recommended for application option "Chamber system with support columns." Set out the advantages and disadvantages of the preferred option.

Keywords: metadepozit, system of exploitation, evaluation, qualitative

При проучвателни сондажни и минни работи в участък „Мързян“ на рудник „Ерма река“ през 2013 г. е установено метасоматично орудяване. То е в мрамори, вместени в гнайси, различни по вид и мощност. Разположено е над и под рудничния хоризонт 515 m. Рудата е масивна с високо съдържание на олово и цинк и съпътстващо сребро. Мощността на залежа варира от 1,5-2 до око 12 m, а наклонът от 3-5° до 15-18°. Средното съдържание на олово е 10%, а на цинка – 20%. Средната плътност е 3,8 t/m³.

Непосредствено над мраморния пласт залягат променени, слаби и неустойчиви гнайси с дебелина от 0,3 до 2 m, които формират т.нар. „лъжливо горнище“. Над него залягат плътни, здрави гнайси с висока устойчивост и дебелина над 10 m. Непосредственото долнище е от калцит, на места мангано-калцит. То е слоесто с прожилки от халкопирит и пирит. По-надолу следва мрамор с пирит и

в дълбочина залягат здрави епидотизирани ултрабазити.

С минни изработки метазалежът е разделен на две части. Първата – югоизточна е разположена над хор. 515, втората – северозападна под хор. 515. Двете части имат приблизителни площи от около 5 dka.

Частта под метазалежа, разположена над хоризонт 515 е отработена в периода м.октомври 2014 – м.януари 2015 г. Отработването е със система с открито добивно пространство. В обработената площ са оставени нерегулярно рудни целици. Формата им най-често е неправилна, а размерите варират от 3x5 до 6x10 m. Площта им варира от 15 до 60 m². Обемът на целиците, по данни на мината е между 6-8% (средно 7%) от иззетия обем.

В процеса на обсъждане на опита при разработване на

участъка беше установено, че рудата е масивна с високо съдържание на олово и цинк, и съпътстващо сребро. Тя е устойчива и лесно се отбива с ПВР. Взривните работи се осъществяват на основата на взривни дупки. Доставка до претоварачния пункт е със скрепери, а доставката на участъковия претоварачен пункт е с челен товарач.

Поради относително ниската устойчивост на скалите от непосредственото горнище откритите площи в издетото пространство се закрепват с анкерен крепеж. Анкерите са тип ТФА с дължина 1,2 m, а мрежата стоманена с отвори 50x50 mm.

Тази схема на разработване на метазалежа в североизточния участък се приема като отработена – конвенционална за практиката на мината.

Основните разсъждения за разработването на северо-западната част на участъка се основаваха на базата на опита на специалистите от предприятието и реалната минно-геоложка и миннотехническа ситуация. При обсъждането се разглеждаха възможностите на мината – транспорта и вентилацията, а също така и развитието на минно-добивните, подготвително-нарезните и проучвателните работи в участъка. Бяха отчетени и следните наложени ограничения, изразяващи се в следното: необходимост от осигуряване на управляемо – безопасно състояние на минния масив; осигуряване на възможност за използване и депониране на скална маса в издетите пространства; необходимите инвестиции да бъдат в малки размери; извършването на подготвително-нарезните и добивните работи да е с традиционните за рудника технологии и технически средства.

Представянето, анализът и оценката на вариантите решения се осъществи директно върху графичните приложения за участъка, като:

- план, с мрежата от минни изработки и иззети пространства;
- профили – разрези на участъка;
- план на изомощностите на метазалежа;
- план на изолиниите на долнището и горнището на метазалежа и контури на пластовата и жилната част на участъка.

В резултат на експертните обсъждания бяха приети за възможни и рационални следните групи варианти на система за разработване:

1. Система с общо безцеликово добивно-издето пространство

Идеята за системата се изразява в следното: по периферията на метазалежа, по горнище се прокарават обходни минни изработки с връзка, с основните етажни и подетажни изработки. По долнище се прокаравя мрежа от изработки, които на подходящи места се свързват с изработките по горнище, за проhodяща вентилация и за транспортни цели. От изработките по горнище започват добивни работи с непрекъснат фронт и по блокове (с или без оставяне на временни целици) в първия слой. Добивните работи са съпроводени със засводяване и закрепване на горнището с анкерен крепеж-специално изпълнение, осигуряващ устойчивостта на откритото

пространство по време на добивните работи в участъка. Специалният крепеж е комбинация от дълги въжени анкери (7-10 m); анкери тип ТФА-2,4 m и анкери тип ТФА-1,2 m. Допълнително се използва мрежа, планки и съединителни подхвати.

След изземване на горния слой под закрепеното устойчиво горнище се изземват всички останали по мощност запаси в участъка.

Изземването на тези запаси, може да става при различни схеми на нарязване, ред и последователност на провеждане на добивните работи. При воденето на минните работи ще се използва ПВР, натоварване и транспорт с челен товарач или/и със скреперна доставка на рудата.

2. Камерно-целикова система с последващо изземване на целиците

Идеята на тази система на първият етап на работа не се различава от системата приложена за изземване на участъка от метазалежа над хор. 415. Чрез подходяща мрежа от подготвителни, нарезни и добивни изработки се извършва добива в участъка, като на разстояние (6-10 m) се оставят рудни целици с различни размери (3x3; 4x4; 4x4 m).

При осъществяване на добивните работи се извършва закрепване на горнището с анкери тип ТФА-1,2 m и мрежа. След приключване на добивните работи, на втория етап през съществуващата мрежа от подходни изработки започва запълване със скална маса на издетите пространства и подпирание на съществуващите целици. С минни изработки или с обща изработка и подходи в непосредственото долнище на метазалежа се осъществява достъп до целика. Под него се оформя фуния за източване, след което с адаптирани за целта ПВР целикът се разрушава. Разрушената руда се източва изпод запълнението в издетото пространство. С обединяване от около 20% запасите в целика се изземват напълно.

Изземването на запасите в метазалежа може да се извърши по утвърдени схеми на нарязване, ред и последователност на добивните работи. При водене на всички минни работи се използват ПВР, натоварване и транспорт с челен товарач или/и със скреперна доставка на рудата.

Запълването ще се извършва със скална маса от прокараване на скални галерии или от вътрешни кариери. Доставка на тази маса до издетите пространства ще се извършва с челен товарач.

3. Камерна система с подпорни колони

Същността на системата се изразява в следното: на плана на участъка, в зависимост от началното и крайно геомеханично състояние на добивния участък се набелязват местата за изграждане на подпорни колони. Предвижда се тези колони да бъдат бутобетонни, армирани или неармирани, изградени безкофражно, в предварително иззети камери, с подходяща форма (правоъгълник, квадрат, кръг) и размери.

Камерите за колоните се прокарват като комини с проширяване отгоре надолу. При проширяването стените на камерата се закрепват (обезопасяват) с къси анкери и мрежа. Прокарването и проширяването на комина се извършва по утвърдени технологични схеми с ПВР. Като материал за изграждане на колоните се използва бетон с преобладаващо количество скална маса от прокарване на минни изработки.

След изграждане на колоните от съществуващата мрежа нарезни изработки в участъка, започва изземването на рудния пласт в участъка. Изземването може да става по различни технологични схеми, прилагани в рудника. При прокарването на изработките по горнище за изграждането на колоните и при добивните работи горнището на камерите се закрепва с анкерен крепеж. Крепежът трябва да има носещи и стабилизиращи функции и да осигурява устойчивост на издетите пространства. В тях трябва да бъде възможно разместването и складирането на скалната маса, добивана в рудничните участъци. Предвижда се крепежът да включва анкери тип ТФА и Splitset с дължини 1,2 и 2,4 m, мрежа, планки и допълнителни напрегащи елементи.

При воденето на всички минни работи ще се използват съществуващите технически средства, ПВР, натоварване и транспорт с челен товарач и/или със скрепер.

4. Камерна система-дълги камери със запълване

Същността на системата се изразява в следното: метазалежът по наклон се разделя на камерни участъци с ширина от 4 до 8 m. достъпът до тези камери се осъществява от галерии с ортове или от ортове с галерии. Ортовете (галериите) подсичат централно камерата от към долнище и горнище от единия до другия край на камерата. От орта с проширения в ляво и дясно се достига до стените на камерата, след което започват добивните работи в рамките на най-горния слой на камерата със забойна стена 2 – 6 m. При добивните работи се извършва закрепване на горнището с анкери и мрежа. С определено изоставане 6 – 8 m започва изземването на останалата, под горния слой мощност на пласта изцяло или на слоеве. При изземването на рудата от камерата се извършва закрепване на стените ѝ с анкери и мрежа. Крепежът трябва да осигурява устойчиво състояние на издетото пространство на камерата. След образуване на достатъчно празни-иззети обеми в добивната камера, през обходни изработки за достъп до камерата в горнище започва запълването на празното камерно пространство. Запълването продължава до пълното запълване на камерата. В крайния етап камерата може да се разглежда като лентов изкуствен целик „опакован“ с мрежа и анкери и запълнен със скална маса, добита от прокарване на скални изработки.

Изземването на камерите може да бъде шахматно, през камера, като е възможно вторичните камери да не бъдат запълнени. тези камери може да бъдат отработвани чрез ортове само в долнище с ПВР, основани на сондажни ветрила и челно източване на рудната маса.

Тази схема добре се съчетава с добивните и подготвителните работи при изземване на запасите до

хор.501 на жилната част – рудно тяло 1.

При воденето на всички минни работи ще се използват съществуващите технически средства, ПВР, натоварване и транспорт с челен товарач.

Посочените по-горе варианти се разглеждат като основни. На тяхна основа са разглеждани и оценявани множество подварианти в зависимост от различия в геометрични параметри, технико-технологично изпълнение и от организационен характер. Тези подварианти не са описани, но е взета под внимание възможността за тяхната реализация в основния вариант.

При конструирането, анализът и оценката на вариантите, в зависимост от конкретните условия, спецификата на вариантите решения и обхватът на тези решения се разработват и приемат експертно различни качествени и количествени критерии. За случая, при проектирането и оценката на вариантите за система и добивна технология за разработване на метазалежа бяха обсъдени, предложени и приети посочените, по-долу критериални показатели:

1. Загуби на полезно изкопаемо (руда);
2. Обедняване на рудата при добива;
3. Трудност (сложност) при реализация на проектното решение;
4. Използваемост на скална маса от подготвителните работи за запълване на иззети пространства;
5. Възможност за добив на достатъчно количество скална маса за запълване на издетите пространства;
6. Сигурност и безопасност при работа;
7. Необходимост от допълнителна техника за ефективна реализация на проектното решение;
8. Необходимост от прилагане на нови крепежи и паспорти на крепене;
9. Степен на безопасност на издетото пространство;

Посочените по-горе критериални показатели са главно качествени, но част от тях, освен качествен имат и количествен измерител. Такива са показателите: 1, 2, 4, 7 и 8.

За използване на показателите за оценка на вариантите решения, по-долу са представени някои пояснения за тях и оценъчните степени.

1) Загуби на полезно изкопаемо. Всички геометрични и технологични решения са свързани с определени загуби на руда. Качествено загубите, свързани с вариантите решения могат да бъдат описани със степените: малки, средни и големи.

2) Обедняване на рудата при добива. Обедняването на рудата при добива е свързано със смесването на рудата със скална маса. Това смесване може да бъде свързано с обрушване, източване и други дейности. Качествено обедняването, свързано с вариантни решения може да бъде описано със степените: малко, средно, голямо.

3) Трудност (сложност) при реализация на проектното решение. При налагане на геометрични и технологични решения в минната практика, при

продължително ползване те се превръщат в конвенционални – рутинни. В случаите, като се предлагат проектни решения, различни от конвенционалните персоналът свикнал с изпълняването на тези решения счита, че те са трудни (сложни) за изпълнение. Тази трудност, качествено може да бъде представена със степените: висока трудност; средна трудност и ниска (малка) трудност. Опростено степените на трудност (сложност) свързани с този критерий могат да се представят с оценките: висока; средна и ниска.

4) Използваемост на скална маса за запълване на иззети пространства. Чрез този критерий може да се изразява положителния ефект от използването на добиваната при прокарване на скални изработки минна маса. При използване на скалната маса за запълване се намаляват редица разходи за транспорт и обслужване и се реализира определен екологичен ефект. Оценката на системите и технологиите, на базата на този критерий може да се осъществи със степените: висока използваемост; средна и ниска използваемост.

5) Възможност за добив на достатъчно количество скална маса за запълване на иззети пространства. В конкретните ситуации използването на скална маса за запълване зависи от много фактори. Запълването може да става със скална маса от прокарване на подготвителни изработки или с вкарване на скална маса от повърхността. При невъзможност за добив на достатъчно количество скална маса чрез подземни минни работи, така е необходимо да се вкарва от повърхността. Затова при предлагане на решения за запълване със скална маса, добивана от минни изработки е необходимо да се има предвид възможността за получаване на необходимото и достатъчно количество за тази цел. При невъзможност е необходимо такава маса да се вкарва от повърхността. В такива ситуации се правят допълнителни разходи по преработка и доставка на запълващ материал.

Качествено оценката на възможността за добив на достатъчното количество скална маса за запълване се оценява с: голяма, средна и малка.

6) Сигурност и безопасност при работа. Всяко технико-технологично решение трябва да осигурява висока сигурност и безопасност при работа. Това изискване е задължително и е свързано с ПБТ, но неговата реализация зависи от редица фактори от човешки, природен, миннотехнически и технологичен характер. Затова всички минни решения и особено тези за системата и добивната технология, проектите за ПВР и крепене и управление на горнището осигуряват в различните условия различна степен на сигурност и степен на безопасност при работа. Най-общо – качествено тези степени са: висока, добра, средна (задоволителна).

7) Необходимост от допълнителна техника за ефективна реализация на решението. За реализиране на всяко добивна технологична схема са необходими определени технически средства. За наложената практика те се установени и всяка промяна на тази практика или при промяна на някои елементи от нея може да се появи

необходимост от използване на допълнителна или нова техника, с която да се повиши ефективността при реализация на новото решение. В качествено отношение необходимостта от допълнителна техника може да се определя с: няма необходимост, има малка необходимост; има голяма необходимост.

8) Необходимост от нови крепежи и схеми за управление на горнището. При утвърдените схеми за управление на горнището се използват типови крепежи и паспорти на крепене. При промяна на някои от елементите на системата и технологията на работа, дори и при запазване на приетия начин на управление на горнището е необходимо и трябва да се осъществи промяна при крепенето и паспорта на крепене. Качествената оценка на такава необходимост се определя чрез: няма, малка, голяма.

9) Степен на безопасност на иззетото пространство. При разработването на полезни изкопаеми се формират т.нар. иззети пространства. Те имат различно състояние (обрушено, запълнено, празно с целици, частично обрушено и комбинации) и влияят различно върху геомеханичното състояние на рудничната технологична схема, включително и върху произлизането на различни опасни явления, като недопустими деформации и премествания, внезапни масови обрушавания, въздушни удари и скално-динамични явления. От гледна точка на произлизането, на посочените по-горе явления, степента на безопасност на иззетото пространство е в зависимост от начина на управление на скалния натиск и състоянието на иззетото пространство. За това степента на безопасност, качествено може да бъде оценена с: голяма, средна и задоволителна (ниска).

Процедурата за оценка и избор на предпочитан вариант на решение, на базата на качествени критерии включва: ранжиране по тежест на качествените критерии; даване на оценки за степен на удовлетворяване на критерия.

Критериалните оценки представляват произведение от оценката за тежест на критерия и стойността за степента на удовлетворяване на критерия от заложените решения във варианта.

За прилагане на процедурата от оценяващите експерти е създадена електронна таблица „Izbor_KK“, с която могат да се използват резултатите от оценките на оценяващите експерти, на базата на които да се избере предпочитания вариант.

Оценката на разглежданите четири варианта за система и добивна технология, по предложените и ранжирани по тежест критериални показатели е направена по посочената по-горе система, а резултатите са представени в табл. 1.

Предпочитаният вариант има максимална обща оценка. От таблицата се вижда, че предпочитаният е вариант III – Камерна система с подпорни колони. Този избор беше направен и потвърден на разширения технически съвет в състав от специалисти на мината.

Таблица 1.

Избор на предпочитан вариант по качествени критерии за оценка

№	Критерий за оценка	Тежест на критерия (1-10)	Степен на удовлетворяване на критерия		Варианти											
			текст	стойност	I		II		III		IV		V		VI	
					избрана стойност/оценки											
1	Загуби на полезно изкопаемо (руда)	7	малки	3	3	21	2	14	3	21	2	14		0		0
			средни	2												
			големи	1												
2	Обедняване на рудата при добива	6	малко	3	2	12	2	12	3	18	2	12		0		0
			средно	2												
			голямо	1												
3	Трудност (сложност) при реализация на проектното решение	4	малка	3	1	4	2	8	2	8	1	4		0		0
			средна	2												
			голяма	1												
4	Използваемост на скална маса от подготвителните работи за запълване на иззети пространства	5	малка	1	1	5	2	10	3	15	3	15		0		0
			средна	2												
			голяма	3												
5	Възможност за добив на достатъчно количество скална маса за запълване на иззетите пространства	7	малка	1	2	14	2	14	2	14	2	14		0		0
			средна	2												
			голяма	3												
6	Сигурност и безопасност при работа	10	висока	3	2	20	1	10	3	30	2	20		0		0
			добра	2												
			средна	1												
7	Необходимост от допълнителна техника за ефективна реализация на проектното решение	6	голяма	1	1	6	2	12	2	12	2	12		0		0
			средна	2												
			малка	3												
8	Необходимост от прилагане на нови крепежи и паспорти на крепене	8	голяма	1	1	8	3	24	1	8	2	16		0		0
			средна	2												
			малка	3												
9	Степен на безопасност на иззетото пространство	9	голяма	3	1	9	2	18	3	27	3	27		0		0
			средна	2												
			малка	1												
	Обща оценка					99		122		153		134		0		0

Заклучение

За условията на участъка, препоръчаната система на разработване „Камерна система с подпорни колони“, удовлетворява най-добре изискванията на използваните критерии. Затова тя беше приета за изпълнение и разработена като проектно решение.

Стефанов, Др. Подземен рудодобив – II (избрани глави от подземния рудодобив), С., 2003, 185 стр.

Проект за безцеликово разработване на запаси в метазалежи Обект: Участък „Мързян – север“, бл.10, пласт - изток, под хор. 515. Отчет по дог 2062, Архив на „Горубсо – Златоград“ АД.

Литературни източници

Дерменджиев, Кр. Използване на електронни таблици при разработване и вземане на минни решения. // Год. МГУ, 55, 2012, №2, с.18-22.

Статията е препоръчана за публикуване от кат. „Подземно разработване на полезни изкопаеми“.