ГОДИШНИК НА МИННО-ГЕОЛОЖКИЯ УНИВЕРСИТЕТ “СВ. ИВАН РИЛСКИ”, Том 57, Св. II, Добив и преработка на минерални суровини, 2014

ANNUAL OF THE UNIVERSITY OF MINING AND GEOLOGY “ST. IVAN RILSKI”, Vol. 57, Part ІI, Mining and Mineral processing, 2014

**ПРОБЛЕМИ ПРИ ОРАЗМЕРЯВАНЕ НА ЕДИНИЧНИ ОПОРНИ ЦЕЛИЦИ ПО ПРИМЕРА НА РУДНИК „ЕРМА РЕКА”, НАХОДИЩЕ „ЮЖНА ПЕТРОВИЦА” („ГЮДЮРСКА”)**

***Георги Дачев1, Венцислав Иванов2***

*1 Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София, georgidachev87@gmail.com*

*2 Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София,* [*Ivanoven20@gmail.com*](mailto:Ivanoven20@gmail.com)

**РЕЗЮМЕ.** Методите за оразмеряване на целици при системи на разработване с открито добивно пространство в находищата от нашата страна се базират преди всичко на опит натрупан от практиката. Липсата на данни за строежа и структурата на масива обуславя този т.н евристичен подход при оразмеряване. Невъзможността да се отчете реалната якост, натоварване и респективно носещата способност на целика дава възможност да се наблюдават следните две явления: в целика се установява дефицит на якост или целика е преоразмерен.

**PROBLEMS IN THE DESIGN OF SINGLE SUPPORTING PILLARS ON THE EXAMPLE OF MINE "ERMA REKA" FIELD "SOUTH PETROVITSA" ("GYUDYURSKA").**

*Georgi Dachev 1, Ventsislav Ivanov 2*

*1 University of Mining and Geology “St. Ivan Rilski”, 1700 Sofia, georgidachev87@gmail.com*

*2 University of Mining and Geology “St. Ivan Rilski”, 1700 Sofia,* [*Ivanoven20@gmail.com*](mailto:Ivanoven20@gmail.com)

**ABSTRACT.** Methods for dimensioning pillars in continuous and room-pillar system development in the localities of our country is based primarily on the experience gained from practice. The lack of data about and properties structure of the array determines this heuristic approach etc. dimensioning. No possibility to take into account the strength, load and consequently the bearing capacity of the pillar makes it possible to observe these two phenomena in the pillar establishes a deficit of strength or pillar is oversized.

**Въведение**

При подземния добив на полезни изкопаеми в рудни находища, системите на разработване с открито добивно пространство заемат основен дял. Те осигуряват възможност за висока производителност, но едновременно с това изискват надеждно оразмеряване, което да отговаря на конкретната ситуация при определяне параметрите на системата камера-целик, свързана на първо място с безопасността при работа.

Изборът на оптимален проектен размер на камерите и сечението на целиците е решаващ фактор, които оказва влияние освен върху безопасността при работа, но и върху крайните икономически резултати.

Съществуват много и различни методи за оразмеряване на единични опорни скални целици. Повечето от тези методи включват в себе си коефициенти, изменящи се в голям диапазон и позволяващи определен субективизъм при оразмеряване. Неподходящият избор дори на един от коефициентите може да се отрази негативно върху крайният резултат, изразяващо се в загуби на полезен компонент, или да доведе до пределно натоварване на целиците и последващото им разрушаване.

Наложилата се практика при проектиране на изолирани опорни целици в рудни находища у нас се базира изцяло на принципна постановка на база натрупан опит, които гласи: „Това което е работило преди, ще работи и отново”. Оразмеряване от този тип е недопустимо тъй като всеки вид залеж, всяко рудно тяло респективно всеки експлоатационен участък е различен и специфичен по своите геоложки, геомеханични и минно-технологични условия. Тези фактори влияят освен върху напрегнатото и деформирано състояние на системата Вместващ Масив/Добивни Изработки (ВМ/ДИ), но и на неината устойчивост. Устойчивото състояние на системата камера-целик може да се определи единствено чрез съпоставянето между реалната якост (Sp) на целика към реалното напрегнато състояние в целика (σp).

Съвременната геомеханика позволява количествено определяне на тези два параметъра с което се избягва подхода при определяне на σp базиран само на дълбочината на разработване и на Sp базиран само на лабораторно определената якост на скалите, с което решението е и по-коректно.

**Цел**

Целта на настоящият доклад е да анализира подходите при оразмеряване на единични опорни целици, в рудни находища базирани на евристичен подход или практически натрупан опит. Определянето на размерите, натовар­ването (напрегнатото състояние) и якостта на целика трябва да се извършва след определяне на реалните якостно-деформационни и структурни характеристики на скалите с отчитане и влиянието на нарушенията на масива.

**Анализ на практиката при оразмеряване на целиците в находище „Гюдюрска”**

Целиците при системите на разработване с открито добивно пространство е прието да се оразмеряват по принципи, чрез методи от теорията на еластичността. За оразмеряването на тези конструктивните елементи, се вземат в предвид следните фактори: дълбочина на разработване, наклон и мощност на рудното тяло, обемно тегло, якост на скалите от вместващия масив и т.н. За някои параметри влияещи пряко върху крайния резултат при оразмеряването (хоризонтално действащо напрежение, структурна нарушеност, запас на якост и т.н) се е наложило да се задават с коефициенти, стойностите на които са определени предварително или се избират таблично. Тази неопределеност при проектиране с един т.н емпиричен коефициент може да доведе до две „събития”-дефицит на якост или преоразмеряване на целика.

Едни от най-широко използваните методи за оразмеряване на целици е по метода на Шевяков [1], базиращ се на хипотезата на Турнер. Подходът е представен чрез формула 1, позволяващ определянето на размерите (напречното сечение) на изолирани опорни стълбообразни целици с различна форма. Този подход е използван повсевместно при оразмеряването на целици и в находища от Маданското рудно поле [2].

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1) |

Тук трябва да отбележим, че някои от входните параметри захранващи емпиричния метод на Шевяков при оразмеряване също са количествено немотивирани. Пример за това е коефициента на запас на якост или коефициент на сигурност „n”. Диапазона на изменение на този коефициент съгласно възприети от автора граници е от 2 до 5, а в единични случаи стойността му нарства и до 10, без да се мотивира. Авторът дефинира коефициента „n” по условия за пределно натоварване, като в случаят отговаря на теглото на стълба до повърхността над целика, което според нас е некоректно [3]. Коефициентът на сигурност е натоварен с още функции: той отчита разпределението на напреженията по сечението на целика и времето му на работа. Устойчивото състояние на системата ВМ/ДИ, трябва да е свързано със срока на съхранение на конструкцията и безопасността при водене на минните работи. Същата тази устойчивост осигурява съхранението на земната повърхност от негативни влияния, както на експлоатационните работи, така и за минимизирането им след затихване на добивните процеси. Това директно подобрява качеството на природната среда и състоянието на екосистемата на разработване, и съхранение на добивните пространства, с цел възможни повторни приложения.

Извършен от нас анализ на този подход, показва че при коефициент на сигурност променящ се от 2 на 5, напречното сечение на целика (s) нараства над два пъти. В конкретния случаи при дадените минно-геоложки условия разчетите показват, че при коефициент на сигурност 2 напречното сечение на целика е 18m2, при коефициент на сигурност 5 сечението на целика е 39m2. Тази проверка показва, че за условията на находище „Гюдюрска” целика е преоразмерен и има двойно по-голяма носеща способност, при същото натоварване [4].

Друг метод на оразмеряване при определяне напречното сечение на целика (sц), които също се използва и в които коефициентите са още по-вече е този на В.Р.Рахимов [5]. Този метод е представен във формула 2.

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2) |

При определяне размерите на целика по този метод също се използват емпирично определени коефициенти. Съгласно формула (2) това са: коефициент отчитащ големината на натоварването в зависимост от иззетата площ около целика- Кн; коефициент отчитащ влиянието на фактора „време” върху натоварването на целиците-Кt; коефициент на структурна нарушеност на масива-Кw; коефициент отчитащ влиянието на разликата между прокараното и действителното сечение на целика-Кs; коефициент отчитащ влиянието на пробивно-взривните работи върху устойчивостта на целика-КПВР; коефициент отчитащ влиянието на ъгъла на наклона, върху натоварването-Кα; коефициент отчитащ отслабващото влияние на прокараните в целика изработки-Ко; коефициент отчитащ формата на целика-Кф.

Част от тези коефициенти по своята същност също са количествено немотивирини. Например такива са коефициента на структурна нарушеност, коефициента отчитащ влиянието на фактора време, коефициент отчитащ влиянието на разликата между прокараното и действителното сечение на целика. Без да е ясен критерий на разделяне в стойностите на тези коефициенти се приема условна категоризация на масива (много, слабо, умерено или силно нарушен), такава категоризация се прави още и за добивните пространства (неустойчиво, устойчиво или много устойчиво горнище). Тези понятия са условни и пораждат неопределености в процеса на оразмеряване.

За условията на рудник „Ерма река”, находище „Гюдюрска” („Южна Петровица”), се прилага камерно-стълбова система на разработване с изолирани стълбообразни целици.

Редът на изземване тук също е базиран на оценка в устойчивото състояние на двойката камера-целик. Конфи­гурацията на добивните пространства и режима на експлоатация на практика е в зависимост от орудяването.

Технологията на добив се осъществява с пробивно взривни работи (ПВР). Режимът на работа се състои в оставянето на няколко и както се демонстрира преоразмерени целици. След оформянето на всички камери и целици в добивния блок, чрез няколко попътни „престъргвания” се доизземва рудата. Процесът на „престъргване” на целиците се прекратява, при достигането на някакво „предполагаемо експертно” устойчиво състояние. Тази практика притежава следните недостатъци:

1. Голяма продължителност от време при оформяне до достигане на крайното проектно сечение на целика.
2. Допълнително отслабване на носещата способност на целика и свързаните с това рискови фактори (загуба на устойчивост или влошаване на характеристиките му).
3. Риск за работещите.
4. Обща загуба на устойчивост на системата ВМ/ДИ.

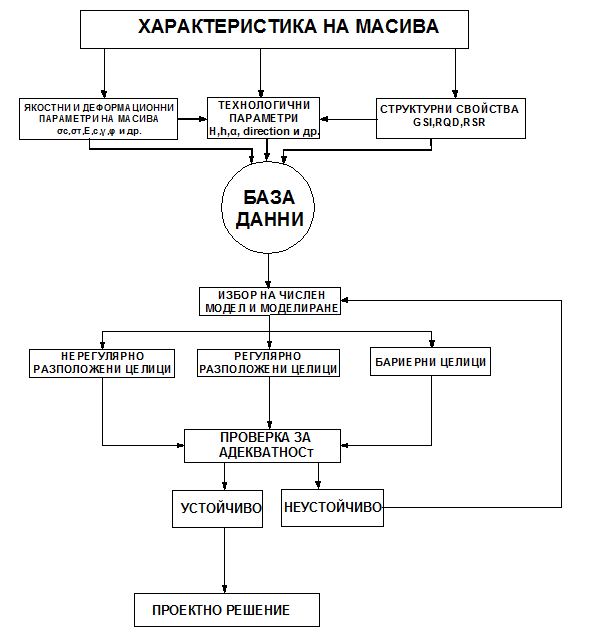
За потвърждение на по-горе изложеното може да послужи инцидента в находище „Гюдюрска” настъпил през 2007 година в блок 2-13 на хоризонт 724. Вследствие „престъргване” на три рудни целика настъпва мащабно разрушаване (на камери и целици) развиващо се на два хоризонта (хор. 724 и хор. 773) при което настъпва пропадане на галерия от 58 л.м. от по-горния хоризонт.

Анализираните по-горе методики за оразмеряване на целици не включват геомеханична характеризация на масива. Използваните от тях категории (ненарушен, слабо нарушен, много нарушен, силно нарушен масив; неустой­чиво, задоволително, устойчиво или много устойчиво състояние на горнището за добивните пространства) ня­мат количествени, а качествени измерения. По същество те не са прецизни, субективни са и не съответстват на съвременните методите за оразмеряване.

**Вместо заключение**

Съвременната приложна геомеханика разполага с добре развити методи за количествена оценка на параметрите, които авторите отчитат, чрез анализираните по-горе коефициенти, така ще се достигне до адекватно оразмеряване на системата. Един възможен подход за оразмеряване на целиците, чрез тези методи е илюстриран чрез блок схема на фигура 1.

Предложената методика осигурява оразмерявания, адекватни на всяка конкретна минно-геоложка и минно-технологична ситуация. Методиката на работа представена на фигура 1 завършва с проектно решение включващо в себе си оценка базирана на реалното геомеханично състояние на системата камера-целик, както и безопасните условия на работа.



**Фиг. 1. Методика на работа при оразмеряване на опорни скални целици**

**Литература**

1. Турчанинов И. А.- Основы механики горных пород – Недра, 1989.

2. Атанасов Б., Проект за изземване на метасоматичния пласт в р-к „Градище”, София1968.

3. Дачев Г., Иванов В., Сравнителен анализ при методите за оразмеряване на изолирани скални целици, Четвърта научно-техническа конференция в гр. Девин 2014.

4. Rocscience, 2010. Phase2, ver. 7,0 Fine element analysis for excavation. Rocscience, Toronto, Canada.

5. Рахимов В. Р Механические процессы в масиве горных пород при камерной системе разработки. Ташкент, Фан, 1980.

6. Esterhauizen G. S,. Iannacchione A. T, Pillar stability issues based on a survey of pillar performance in underground limestone mines; 25th International Conference on Ground Control in Mining

7. Bienjavski Z. T. Engineering Rock mass classifications. NY Wiley, 1989.

8. Lunder P. J Hard rock pillar strength estimation an applied empirical approach-The university of Columbia 1994.

9. Potvin Y, Thomas E, Fourie A. Handbook on mine fill. Nedlands, Australia: Australian Centre for Geomechanics; 2005.

10. Hoek E. Rock Engineering, 2001.

11. Hedley D.G.F, Singh Cut and Fill Mining in Canada Application of R.M. to cut and fill mining; 1980 Lulen,Vol 2.

Статията е препоръчана за публикуване от Катедра „Подземно разработ­ване на полезни изкопаеми”.